

MEMORIAS

CIMTED



Un evento



ISSN: 2500- 5987 (EN LÍNEA)

Decimo septima versión

Publicación bimensual

Mayo 2019

Editorial
Corporación
CIMTED





VII Congreso Internacional sobre Tecnología e Innovación + Ciencia e
Investigación.

22, 23 y 24 de mayo de 2019, Riviera Maya, México.

Organizado por:



<http://www.cimted.org>
<http://www.memoriascimted.com>

Auspiciado por:



Comité Académico y Científico

Phd. Sergio Tobón Tobón, CIFE (México)
Mg. Roger Alberto Loaiza Álvarez, Corporación CIMTED (Colombia)
Phd. Andrés de Andrés Mosquera, EAE Business School (España)
Dr. Alejandro Valencia Arias, Universidad Nacional de Colombia (Colombia)
Phd. Álvaro Hernán Galvis Panqueva, Universidad de Los Andes (Colombia)
Phd. Alex William Slater Morales, Universidad Tecnológica de Chile INACAP (Chile)
Phd. Reynier Israel Ramírez Molina (Colombia)
Phd. Vivian Aurelia Minnaard, UFASTA (Argentina)
Phd. Martín Gabriel De Los Heros Rondenil, FLACSO (México)
Phd. Javier Darío Canabal Guzmán, Universidad del Sinú (Colombia)
Phd. Francisco Javier Maldonado Virgen, Universidad de Guadalajara (México)
Dra. Carolina Soto Carrión, Universidad Tecnológica de los Andes (Perú)
Phd. Helmer Muñoz Hernández, Universidad del Sinú, (Colombia)
Dr. Francisco Jaime Arroyo Rodríguez, Ins Tecnológico Superior de Huichapan (México)
Phd. María Lorena Serna Antelo, ITSON (México)
Phd. Judith Francisco Pérez, Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado UCLA (Venezuela)

Comité Organizador

Director General: Roger Loaiza Álvarez.
Juliana Escobar: Secretaría Académica.
Natalia Loaiza C: Comunicaciones.
Beatriz Correa: Reservas.
Daniel Loaiza C: Director Logístico y Administrativo.

Memorias CIMTED, mes de marzo – Edición ciebc , año 2019, Número 17, publicación bimensual editada por el Centro Internacional de Marketing Territorial para la Educación y el Desarrollo CIMTED, Medellín, Colombia

Calle 41 # 80b 120 interior 202

Editor responsable: Editorial CIMTED

Datos de contacto: Juliana Escobar Gómez, editorialcimted@gmail.com, (+57) 3042077244,

ISSN: 2500- 5987 (en línea) puede descargarse gratuitamente desde

<http://www.memoriascimted.com>

El editor, no necesariamente comparte el contenido de los artículos, ya que son responsabilidad exclusiva de los autores. Se prohíbe la reproducción total o parcial del contenido, ilustraciones y textos publicados en este número sin la previa autorización que por escrito emita el editor.

Tabla de contenido

Presentación.....	7
Objetivos	9
Objetivo General:.....	9
Objetivos específicos:.....	9
Metodología.....	9
Dirigido a:.....	10
Ejes Temáticos CITICI 2019	11
Eje Temático 1: La Educación 4.0: Tecnología e Innovación.....	11
Eje Temático 2: Experiencias con las TIC en la Formación.	11
Eje Temático 3: El Docente en la Sociedad de la Información.....	12
Eje Temático 4: Competencias Docentes para la Educación y la Formación.	12
Eje Temático 5: Gestión del Conocimiento y el Entorno Social.....	13
Eje Temático 6: Experiencias en la Formación Mediante las Herramientas Tecnológicas.	14
Eje Temático 7: Gestión del Talento Humano.....	14
Eje Temático 8: La Industria 4.0	15
Programa académico CITICI 2019.....	17
Foro 1. La Educación 4.0: Tecnología e Innovación.....	25
Lineamientos estratégicos para optimizar la implementación de la política de educación inclusiva	26
La especificidad de la educación a distancia: aprendizajes, retos y oportunidades	28
Un enfoque al uso de las TIC´s en la Universidad Ecuatoriana.....	30
Las prácticas de responsabilidad social universitarias: aportes a la construcción de paz y tejido social.....	45
Más allá del trabajo social, determinando las actividades de vinculación que desarrollan las universidades.....	47
Foro 2. Gestión del Talento Humano	66
Plan de Negocio para una Spin-off: Caso de Estudio Dispositivo de Captura de Movimiento....	67
La muerte de la eficiencia: cómo destruir las dinámicas orgánicas reprime la sinergia de la empresa.....	69
Habilidades Gerenciales para Inclusión Productiva de las Mujeres Cabeza de Familia del Sector Textil Tejidos en Pamplona Norte de Santander – Colombia.....	71
Intervención cognitiva para el desarrollo de las habilidades de pensamiento (clasificación y comparación).....	73
Universidades corporativas; Una evolución de las capacidades de gestión del talento humano	103

Foro 3. El Docente en la Sociedad de la Información y las Competencias para la Educación..... 116

Gamificación en la enseñanza de Técnicas de Elicitación de Requisitos..... 117

Uso y apropiación de las TIC en docentes de medicina de una universidad de Cartagena. 2019.
..... 131

Caracterización de las competencias emocionales-sociales en universitarios 133

Seguridad del paciente en los planes de estudio de la Universidad de Quintana Roo 135

Mejoramiento en el proceso de monitoreo de calidad de agua aplicada a estanques piscícolas mediante herramientas de redes de sensores inalámbricos 159

Estrategia pedagógica empleada para el fortalecimiento de la competencia investigativa en el desarrollo de software 176

Prisma: El Desafío de la Telesalud en Escenarios de Aprendizaje Basados en Tic..... 192

Foro 4. Gestión del Conocimiento y el Entorno Social..... 203

Caracterización de modelos de gestión del conocimiento como estrategia de aprendizaje para las lean manufacturing.....204

Impacto de la acreditación institucional en el desempeño de la universidad colombiana.....221

Rutas competitivas, base para la competitividad: análisis para la subregión Occidente del departamento de Antioquia – Colombia.....223

Estrategias Para Emprender245

Caracterización del nivel de uso de la información financiera en las pymes de Tunja263

Patrimonialización del paisaje cotidiano (cultural y urbano)265

Foro 5. Tecnología e Innovación 279

Marco de trabajo para el desarrollo de videojuegos serios en contextos académicos.....280

Foro 6. Experiencias con las TIC en la Formación..... 282

Efectividad del uso de una aplicación M-learning sobre la adquisición de vocabulario específico283

Análisis del modelo metodológico SOLE de inmersión escalable como herramienta para la educación disruptiva en Colombia.....285

Foro 7. Herramientas Tecnológicas para la Industria 4.0..... 303

Estrategias de integración educativa basada en el uso de las TIC para niños con capacidades educativas diversas (CED)304

Implementación de una red de telecomunicaciones para servicios de telemedicina basada en redes privadas virtuales306

Generación de valor para el cacao Copoauzu (Theobroma grandiflorum), como oportunidad agroindustrial en el departamento del Meta.....320

Foro 8. La Industria 4.0.....	322
Optimización del flujo sincronizado de materiales por ruteo de vehículos bajo Simulación Logística 4.0.....	323
Calibración de acelerómetros en dispositivos móviles para mediciones estáticas a partir de coordenadas GPS	337
Comparación de técnicas actuales y futuras de evaluación ergonómica aplicando el método RULA.....	352
Tecnologías, de gestión y eficiencia energética para el uso racional de la energía.....	368
Publicaciones arbitradas	388
Clasificación de objetos a través de momentos invariantes y descriptores de bordes	389
Estimación de los ángulos de rotación e inclinación en ensamble "peg in hole" mediante lógica difusa.....	406
Desarrollando Competencias Digitales Docentes en la Universidad Autónoma de Campeche: Formación del profesor 2.0	424

Presentación

La sociedad de la información no admite fronteras, con la apertura de las comunicaciones se eliminaron muros económicos y culturales. La formación y el aprendizaje cambiaron su enfoque tradicional hacia nuevos escenarios que se imponen en todos los ámbitos de la sociedad, y el educativo no es la excepción. A partir de la innovación abierta de la sociedad de la información el "continuum tecnológico" se tornó irreversible y aceleró el trámite de saberes. Solo sobrevivirán las profesiones que son creativas porque se independizarán de la empleomanía. "La transformación digital tendrá mayores consecuencias que las que tuvo la revolución industrial" (Del Castillo, P. 2016), y como lo reafirma el economista y matemático César Molinas: "Todos los trabajos que no requieran creatividad van a desaparecer". También otros expertos afirman que **"sólo la Educación 4.0 podrá fomentar el Talento 4.0 que necesita la Industria 4.0"**. Por tanto, se hace necesario trascender los actuales modelos pedagógicos a una determinada aplicación tecnológica en los nuevos ambientes de aprendizaje; esto implica dar un salto (con las nuevas opciones de movilidad y conectividad), desde la sociedad de la información a la del conocimiento con la mediación de las tecnologías aplicadas dentro del aula de clase y fuera de ella (**educación 4.0**).

La formación y **la educación** en la sociedad del conocimiento, con visión innovadora, son una estrategia generadora de acuerdos y compromisos entre el gestor de procesos de formación y entrenamiento, con el sujeto y su entorno, para que alcancen un propósito común y tengan una estrecha relación con las competencias laborales y profesionales que inciten al aprendizaje, mediante la solución de los problemas de su contexto. Esto es viable si existe pertinencia de los currículos con la sociedad del conocimiento, que faciliten una mayor sistematicidad en los procesos de gestión del **talento humano 4.0**, en los centros de formación y estos con la visión holística de la **nueva industria 4.0**.

Finalmente, es necesario disponer de un espacio propicio para conocer más sobre la forma para aprender y educar en ambientes soportados por las nuevas tecnologías de la información y la comunicación, como también para formar con eficiencia a los futuros profesionales innovadores y creativos para que sean líderes, dinamizadores, facilitadores, expertos, funcionarios emprendedores etc., en el "ser competente" para asumir los roles propios que exige el nuevo arquetipo de sociedad que vivimos y su desarrollo sostenible. Por lo anterior, el propósito del CITICI2019 es conocer experiencias significativas y buenas prácticas en la formación y gestión del talento humano, dentro de un ámbito que permita aplicar con rostro humano el desarrollo científico-tecnológico con nuevos enfoques pedagógicos, así como con estrategias didácticas, mediante los nuevos escenarios educativos, para una mayor inclusión social y cobertura educativa en Iberoamérica y el Caribe.

Los esperamos esta vez en la espectacular Riviera Maya, México y sus alrededores. Sean

Bienvenidos(as).

Magister Roger Loaiza Álvarez



Director general

Objetivos

Objetivo General:

Brindar una visión en conjunto de las tendencias de la educación (educación 4.0) y la gestión del talento humano (4.0) en los ambientes productivos y de servicios (industria 4.0) con una mirada inter y transdisciplinaria, desde las diferentes ópticas de la sociedad de conocimiento.

Objetivos específicos:

Socializar experiencias y buenas prácticas, así como conceptos y herramientas que le permita a los asistentes mejorar los procesos claves en la formación del talento humano, mediante la innovación, la creatividad, la aplicación y uso de las nuevas tecnologías de la comunicación y la información (NTCI).

Disertar sobre los diferentes enfoques y modelos para la formación, el aprendizaje y la innovación del talento humano, que se referencien dentro de un contexto de movilidad y trabajo globalizado.

Divulgar diferentes enfoques de gestión del talento humano, así como la pedagogía del trabajo desde una perspectiva humana y sociocultural.

Recopilar y sistematizar el conocimiento adquirido a través de publicaciones por medios electrónicos, teniendo como referencia normas apropiadas, para su divulgación abierta y gratuita.

Metodología

El Congreso tiene una metodología investigativa fundamentada en:

1. Sistematizar una experiencia o realizar un artículo de revisión o reflexión en torno a alguna de las temáticas del Congreso.
2. Preparar y presentar un artículo académico al congreso, preferiblemente elaborado mediante análisis documental.
3. Presentar experiencias o reflexiones sobre la formación y gestión del talento humano en alguna de las modalidades de participación.
4. Después del congreso, y en manera opcional, hacer los ajustes necesarios para la publicación del artículo o aporte presentado.
5. Establecer alianzas con personas de otras instituciones para fortalecer las experiencias actuales o generar nuevos proyectos.

Nota: también pueden asistir personas sin presentación de trabajos.

Dirigido a:

- Académicos: docentes, maestros, educadores, formador de formadores, rectores, vicerrectores, decanos o jefes de educación de todos los niveles y modalidades educativas.
- Directivos, asesores y profesionales que trabajen en el área de la gestión, formación y evaluación del talento humano en diferentes organizaciones.
- Facilitadores y dinamizadores de proyectos de formación, diseño curricular y evaluación del aprendizaje.
- funcionarios públicos relacionados con el servicio civil y la evaluación del desempeño en diferentes organizaciones.
- Ejecutivos del potencial humano de las empresas.
- Coordinadores de los Departamentos o Secciones de Capacitación y Entrenamiento de personal en empresas u organizaciones.
- Facilitadores y dinamizadores de proyectos de inclusión social por medio de las NTCl.
- Consultores y diseñadores de contenidos y programas tecnológicos para el aprendizaje y la evaluación.
- Proveedores de servicios, contenidos y tecnologías para aprendizaje electrónico y gestión del talento humano.
- Consultores y asesores en educación por medios electrónicos.
- Investigadores y jefes de proyectos relacionados con la temática.
- Estudiantes de diversas áreas relacionadas la temática del congreso como educación, ciencias humanas, ingeniería industrial, ciencias políticas y de derecho, economía, administración, sociología, ciencias computacionales, emprendimiento y alumnos de postgrado, etc.

Ejes Temáticos CITICI 2019

Para lograr los objetivos del Congreso, el comité organizador, coordinando las sugerencias e intereses de quienes asistieron a eventos anteriores, ha propuesto los siguientes ejes temáticos, que se convertirán en foros permanentes durante y después del evento. Y que en esta ocasión son el referente para abrir las respectivas convocatorias para presentar aportes académicos como ponencias, experiencias significativas, carteles a presentar durante el congreso y artículos a publicar en nuestras memorias:

Eje Temático 1: La Educación 4.0: Tecnología e Innovación.

El mejoramiento en las comunicaciones es uno de los grandes retos que contempla la **tecnología** actual; un reto que nace de la creciente demanda planteada por nuestra sociedad en lo que se refiere a servicios de información diversificados y progresivamente optimizados, muchos de ellos al servicio de alumnos geográficamente dispersos o discapacitados físicamente. Los ciclos de la evolución tecnológica, a veces realmente espectaculares, "no dependen sólo, del saber hacer ni de la mera capacidad técnica, sino que vienen impulsados por la concientización social e institucional de la importancia de los sistemas avanzados de comunicaciones, del desarrollo de aplicaciones y servicios evolucionados, soportados por dichos sistemas". Esta "tecnologización" da origen a la generalización de los recursos telemáticos disponibles y hace viable su acceso a un universo cada vez más amplio y polimorfo de usuarios.

En el "continuum" tecnológico subyace la **innovación** sin esta los cambios esperados no se dan por la falta de aplicación, por lo tanto, la innovación también es un proceso continuo que implica actualización permanente en el resultado y sus procesos de producción o formación, en su entorno organizacional y en las estrategias de promoción (mercadeo). Todo referente a la tecnología debe llevar consigo su aplicabilidad y si esta es abierta, como sucede en la educación, tiene un mejor sentido y orientación.

Para este eje temático se aceptarán experiencias relacionadas con los siguientes

Sub-temas

1. Tendencias en la educación, la formación y el aprendizaje
2. Experiencias en la enseñanza STEAM (Ciencia, Tecnología, **Cultura**, Ingeniería y Matemáticas) y de la química, la biología y otras ciencias.
3. Los procesos pedagógicos y las redes sociales.
4. Experiencias de Movilidad y Portabilidad: El aula en la nube. "Trae tu propio dispositivo" (BYOD, Bring Your Own Device). Y "Animation Stop Motion"
5. Infraestructuras tecnológicas y conectividad para la educación

Eje Temático 2: Experiencias con las TIC en la Formación.

Un nuevo reto involucra a los líderes del talento humano para que asuman a las Nuevas Tecnologías de la Comunicación (NTIC) como medio de creatividad e innovación. Cuando las economías de más y más países se abren a la competitividad mundial y más si hoy los puestos de trabajo se pueden trasladar fácilmente en formar real o ubicua (tele-trabajo), es fácil afirmar

que los países pueden sostener su crecimiento solamente a base de creatividad e innovación. Por ello consideramos que las sincronías del avance de las NTIC con la gestión del talento humano son dinamizadoras del desarrollo tecnológico mundial.

“La formación es un proceso sistemático en el que se modifica el comportamiento, los conocimientos y la motivación de los empleados actuales con el fin de mejorar la relación entre las características del empleado y los requisitos del empleo”. En el mismo sentido “las compañías consideran la formación como una parte de su inversión estratégica al igual que las plantas y el equipo, y la ubican como un componente vital en la construcción de la competitividad”.

Sub-temas:

1. Educación disruptiva, mejora del alfabetismo digital y gamificación
2. Los avatares inteligentes y la robótica aplicada e-learning
3. Aprendizaje mixto (“b-learning”o mezclado), formal e informal.
4. Realidad virtual+ aumentada (mixta), aplicaciones en tecnología 3D y tele presencia.
5. Informática afectiva

Eje Temático 3: El Docente en la Sociedad de la Información.

La docencia de hoy la hace eficiente un conjunto de aplicaciones tecnológicas que flexibilizan en el tiempo y el espacio la formación. El docente, incluyendo a quien sirve asignaturas transversales, como las sociales y las STEM, que no utilice una APPS esta en otro mundo ya pasado. La dinámica del **nuevo alumnode** la sociedad del conocimiento exige un **nuevo docente** más kinestésico que su alumno. El docente de hoy requiere “algo más”, que sentarse a impartir cátedra de una manera tradicional. Ese “algo” corresponde a que el estudiante ha dejado de ser un elemento pasivo para convertirse en personaje activo y diferenciado de otros alumnos. Con el uso de las tecnologías de la información, la figura del profesor se entiende más como un tutor del proceso de aprendizaje. La labor del docente en entornos de aprendizaje actuales está contenida en aplicaciones multimedia que conectan al docente y los alumnos. Pero “todo proceso educativo debe ser planificado con anticipación, por lo tanto, la educación virtual no es la excepción. Este tipo de formación requiere de la definición previa de los propósitos, contenidos, secuencia, método, recursos y evaluación que orientarán la labor académica de los tutores y estudiantes virtuales de un programa o curso académico”. (R. Barragán, J. Puello, E. Manyoma).

Sub-temas:

1. Formación del Profesorado en TICy de los equipos directivos.
2. La tutoría docente por medio de plataformas para la educación virtual
3. Diseño de contenidos y personalización del aprendizaje
4. Analíticas de aprendizaje (“Learning Analytics”) y aprendizaje adaptativo
5. El aprendizaje basado en proyectos (ABP)

Eje Temático 4: Competencias Docentes para la Educación y la Formación.

En la nueva normatividad que en los diferentes países se está buscando en el profesorado el poseer una serie de **competencias docentes** que, en muchos casos, lleva a la necesidad de formación específica para alcanzar dichas competencias y poder adaptarse a los nuevos escenarios educativos, gracias a la innovación de las NTCI (nuevas tecnologías de la comunicación y la información). Se exige de los docentes o profesores y maestros nuevas competencias personales, sociales y profesionales para poder afrontar los continuos cambios que imponen, en todos los ámbitos, los rápidos avances del conocimiento y las exigencias a corto plazo de la economía global, en especial con los tratados de libre comercio entre los países dependientes y los independientes. El nuevo docente (o tele facilitador) debe entender "sine qua non" que las TIC's en la educación y en la formación son **un medio y no un fin** y que este, el otrora docente, es un facilitador de aprendizajes donde el centro es el alumno (aprendizaje significativo) con sus limitaciones y fortalezas. Debe entender también que "el aumento vertiginoso de cantidad de usuarios de la red en los últimos años, ha provocado un cambio sustancial en el modo de éstos de apropiarse y manipular la información disponible. El usuario ya no se contenta con leer y mirar, hay una fuerte impronta de participar, opinar, generar contenidos, compartir con otros".

Sub-temas:

1. Estrategias metacognitivas y aprendizaje permanente.
2. Inteligencia emocional y la promoción de relaciones interpersonales.
3. Metodologías activas en el aprendizaje: Neuro aprendizaje-didáctica- ciencia.
4. Enfoques (y modelos) basados en competencias. (EBC).
5. Aprendizaje de las competencias del S. XXI

Eje Temático 5: Gestión del Conocimiento y el Entorno Social.

La gestión del conocimiento es un tema de gran actualidad en la sociedad de hoy, en el ejercicio de las diferentes profesiones y en el campo científico, ya que "progresivamente se avanza hacia una sociedad conectada, en la cual el capital esencial es el conocimiento". Con ello el "saber específico" se está convirtiendo en el bien más valioso para cualquier organización, y su gestión es el elemento clave para vivir, relacionarse con otros, y crear e innovar productos y servicios. El "ser competente" implica un proceso complejo que no debe ser específico a un contexto laboral. Todo **ser competente** debe poseer las llamadas "competencias blandas" (las emocionales, de conducta, motivacionales, de valores y de cultura, del ser humano). Las cuales no deben ser solo exigencia de la organización sino, además, deben ser usadas en la cotidianidad. El ser competente indiscutiblemente debe facilitar el "con-vivir" en un ambiente laboral y también en su entorno próximo como los sectores excluidos o poblaciones reticentes, las zonas marginadas, los migrantes y desplazados etc. Con esta premisa el proceso de selección en una organización será más efectivo.

Sub-temas:

1. Las bibliotecas en el entorno digital y en la selección de la información ("Content Curation")
2. La alfabetización digital de adultos.
3. Aula invertida ("flipped classroom")

4. "Aulas POP UP", portabilidad, conectividad y flexibilidad para poblaciones reticentes y de la provincia profunda
5. MOOCs y ampliación de la cobertura educativa

Eje Temático 6: Experiencias en la Formación Mediante las Herramientas Tecnológicas.

Las innovaciones, que no cesan, son métodos puestos en juego por las organizaciones para adaptarse a los nuevos retos didácticos que plantea la sociedad de la información. Invitan a la gestión del cambio como opción de sobrevivencia ya que los nuevos sistemas de aprendizaje y el hecho de colocar a la información como elemento central en estos, provocan la aparición de nuevos modelos organizativos más competitivos. Estos modelos no serían posibles sin el soporte de las herramientas tecnológicas, que por su adaptabilidad y su capacidad de difundido en la WEB promueven en el usuario una dinámica de cambio y de innovación. El aprendizaje electrónico es la resultante de esta dinámica, "es una realidad fuertemente tecnológica, a la vez que cultural, y su implementación y buen uso se ven fuertemente afectados por la comprensión de las diversas tecnologías que le dan sustento, tanto como de los sentidos, ventajas y finalidades que tenemos para elegirlo".

Sub-temas:

1. El video-learning (video-tutores) y los "docentes youtuber". Aplicaciones (APPs)
2. Experiencias en inclusión social a través de las TIC
3. Enfoques de aprendizaje profundo ("Deeper Learning").
4. Aplicaciones didácticas en ambientes mixtos
5. Rediseño de los espacios de aprendizaje

Eje Temático 7: Gestión del Talento Humano.

Este tema permite compartir experiencias concretas en torno a cómo se están mejorando e innovando los procesos de gestión del talento humano, como función propedéutica para llegar a una industria 4.0, en las organizaciones sociales y empresariales, que contribuyan a elevar el conocimiento en esta área. Así tendremos más claridad del impacto de la aplicación de la gestión del conocimiento en el marco de diversos modelos y enfoques educativos y empresariales en Iberoamérica. También se pretende contribuir a fomentar el trabajo serio y riguroso en la gestión del talento humano, en el marco de procesos colaborativos interempresariales o de organizaciones de segundo nivel.

Se aceptarán entre otros los siguientes:

Sub-temas

1. Experiencias en Gestión del talento humano en las organizaciones empresariales, sociales, y educativas
2. Experiencias en el fomento del talento emprendedor y su valoración.
3. Universidades corporativas y formación del talento humano en las empresas
4. Las Competencias Laborales en la sociedad del conocimiento

5. Experiencias de formación dual colaborativa (universidad con centros de investigación y de desarrollo tecnológico de las empresas)

Eje Temático 8: La Industria 4.0

“La industria 4.0 liberará a los humanos de tener que competir con máquinas, especialmente en velocidad y calidad en tareas repetitivas. En cambio, podemos aprovechar las fortalezas humanas como la creatividad, la innovación, la imaginación, la intuición y la ética para lograr el máximo efecto. Pero hay muchos pequeños pasos a lo largo de este viaje de la Industria 4.0.” (S. Zippel. 2019).

Según el último informe del FMI, Fondo Monetario Internacional “se prevé que América Latina y el Caribe emerjan gradualmente de la recesión en 2017, pero para lograr un crecimiento sólido e inclusivo en el futuro, la región tiene que subsanar las brechas en infraestructura, mejorar los resultados de educación, afianzar el clima de negocios y abordar la corrupción... (Perspectivas económicas: Las Américas, mayo, 2017). En el mismo aspecto el crecimiento económico en América latina se expandirá 1,1 por ciento este año y 2 por ciento en 2018, con un crecimiento moderado en el mediano plazo, pero se prevé que el crecimiento permanezca en un nivel moderado de 2,6 por ciento. Estas cifras no son muy alentadoras desde ese punto de vista regional, pues según el informe explica que estas perspectivas responden a cambios fundamentales en el panorama económico y de políticas a escala mundial. Según el último informe del BID, Banco Interamericano de Desarrollo, la economía latinoamericana está en un mundo incierto, pues sus principales economías, Argentina y Brasil, están colapsadas y por tanto en shock a causa de variables externas, dadas las características de países dependientes, que llevan a que las principales economías de América latina estén en un proceso de ajuste externo condicionadas a sus reformas tributarias y el fortalecimiento de un proceso de integración regional donde confluyan en forma ordenada y apolítica, redes de ciencia y tecnología que den valor agregado al esfuerzo institucional de científicos y tecnólogos que empieza por la socialización de saber y del hacer . Pero ante este futuro incierto, ¿qué sucede en nuestras universidades y centros de desarrollo tecnológico de América latina? Desde 1991, apoyados por el BID, se está construyendo un tejido de redes de investigación para que se el trabajo colaborativo se promueva, así como la formación de científicos. Pero pocos medios de comunicación del conocimiento se dan a través de simposios y congresos y publicaciones seriadas e indexadas.

Finalmente, como la afirma Stefan Zippel en su último artículo “Industria de Procesos 4.0 publicado en enero de 2019 por “InTech Plus”, publicación oficial de ISA, (Sociedad de Instrumentistas de América): “La tecnología es solo un facilitador. La industria 4.0 trata sobre los procesos y la estructura dentro de una organización y en sus cadenas de valor. Se trata del elemento humano y de cómo nuestros trabajadores pueden realmente agregar valor con su creatividad e innovación”.

En este eje temático queremos crear interlocución de saberes a través de la divulgación de las actividades técnico-científicas. Somos optimistas de que América latina, en particular, recupere su horizonte planetario a través de actividades como este evento: la socialización de los

esfuerzos de la comunidad científica para equiparnos a los países desarrollados lo antes posible con la modernización de los procesos industriales con talento humano propio:

Sub-temas

1. Gestión de la Ciencia y la Investigación científica.
2. Experiencias en mapeo de procesos y BIG DATA
3. La internet de las cosas (IoT). Integración y desarrollos
4. Industria 4.0 y estándares existentes
5. Automatización de procesos industriales

Programa académico CITICI 2019



AGENDA ACADÉMICA

**VII Congreso Internacional sobre Tecnología e Innovación + Ciencia e Investigación.
22, 23 y 24 de mayo de 2019, Riviera Maya, México.**

ESTE PROGRAMA ACADÉMICO ESTA SUJETO A CAMBIOS DE ÚLTIMA HORA.

NOTA: para obtener su certificado de asistencia debe participar **en el 80% del evento**, de lo contrario no se hará entrega de este.

Miercoles 22 de Mayo de 2019

HORA	EVENTO
13:00 – 14:00	REGISTRO ACADÉMICO Y ENTREGA DE MATERIALES Lugar: Lobby centro de convenciones, Hotel Ocean Coral & Turquesa, México: Carretera Cancún – Playa del Carmen, Lotes 1-5, S.M. 12, Mza. 5, 77580 Puerto Morelos, Q.R., México
14:00 – 14:30	Acto de inauguración A cargo del Magister Roger Loaiza Álvarez Director general del CITICI2019
Foro 1. La Educación 4.0: Tecnología e Innovación.	
14:30 – 16:30	
AUTORES	PONENCIA - INSTITUCIÓN
Leonardo Díaz Pertuz Romel González Díaz Diana Eljach Hernández	Lineamientos estratégicos para optimizar la implementación de la política de educación inclusiva Universidad Del Sinú Montería, Colombia

<p>Camilo Ernesto Gutiérrez Páez Camilo Andrés Barrera Alvarado Liz Leandra Ramos Urrego</p>	<p>La especificidad de la educación a distancia: aprendizajes, retos y oportunidades Corporación Universitaria Minuto De Dios Bogotá D.C., Colombia</p>
<p>Grace Natalie Tamayo Galarza Ana Lucía Ponce Andrade</p>	<p>Un enfoque al uso de las TIC s en la universidad ecuatoriana Instituto De Altos Estudios Nacionales IAEN Quito, Ecuador</p>
<p>Carolina Lozano Rodríguez Álvaro David Acosta Maldonado</p>	<p>Las prácticas de responsabilidad social universitarias: aportes a la construcción de paz y tejido social Corporación Universitaria Minuto De Dios Bogotá D.C., Colombia</p>
<p>Fabián Cueva Brito Ivan Rueda Fierro Byron Acosta Andino</p>	<p>Más allá del trabajo social, determinando las actividades de vinculación que desarrollan las universidades Universidad Técnica Del Norte Y Pontifica Universidad Católica Del Ecuador Quito, Ecuador</p>
<p>Daniela Diaz Peña Agda Zuluaga Aldana Jesús María Durán Cepeda</p>	<p>Comunicación para el cambio social en educación 4.0 para el sector salud en Norte De Santander Universidad de Pamplona Pamplona, Colombia</p>
Preguntas Foro 1	
16:30 - 16:40	RECESO
Foro 2. Gestión del Talento Humano.	
16:40 – 18:20	
AUTORES	PONENCIA - INSTITUCIÓN
<p>Beatriz Callejas Cuervo Andrea Catherine Alarcon Aldana Mauro Callejas Cuervo</p>	<p>Plan de negocio para una Spin Off: caso de estudio dispositivo de captura de movimiento Universidad Pedagógica Y Tecnológica De Colombia Tunja, Colombia</p>
<p>Leonardo Carpio Cordero</p>	<p>El fin de la eficiencia: como la destrucción de las dinámicas orgánicas acaba con la sinergia de la empresa Universidad Del Azuay Cuenca, Ecuador</p>
<p>Ludy Amira Flórez Montañez</p>	<p>Habilidades gerenciales para la inclusión productiva de las mujeres cabeza de familia en el sector textil tejidos</p>

<p>Marisol Maestre Delgado Luz Ángela Moreno Cueva Luis Manuel Palomino Méndez Laura Teresa Tura Ramírez</p>	<p>Universidad De Pamplona Pamplona, Colombia</p>
<p>Levis Leonardo Lozano Hoyos Ela Cecilia López Escudero</p>	<p>Intervención cognitiva para el desarrollo de las habilidades de pensamiento (clasificación y comparación) Docentes del Municipio de Montería Montería, Colombia</p>
<p>Zaida Yonerica Cagua Rincón</p>	<p>Principios éticos a partir de los imaginarios sobre la responsabilidad social que presentan los estudiantes de contaduría pública de la Universidad De Pamplona Universidad De Pamplona Pamplona, Colombia</p>
<p>Jhon Alexander Hoyos Quiroz Vanessa Rodriguez Lora</p>	<p>Universidades corporativas; una evolución de las capacidades de gestión del talento humano Instituto Tecnológico Metropolitano Medellín, Colombia</p>
Preguntas Foro 2	
Jueves 23 de Mayo de 2019	
Foro 3. El Docente en la Sociedad de la Información y las Competencias para la Educación.	
8:00– 10:50	
AUTORES	PONENCIA -INSTITUCIÓN
<p>Lina María Montoya Suárez</p>	<p>Gamificación en la enseñanza de técnicas de elicitación de requisitos Universidad Católica Luis Amigó Medellín, Colombia</p>
<p>Miguel Ángel Cedillo Fajardo</p>	<p>Educación superior en línea: Desafíos de las universidades ecuatorianas en su gestión pública versus la satisfacción estudiantil Universidad Estatal De Miagro Milagro, Ecuador</p>
<p>Mónica Rocha Carrascal Carlos Alberto Torres Madrid Ingrid González Arteta</p>	<p>Uso y apropiación de las TIC en docentes de medicina de una Universidad de Cartagena. 2019 Corporación Universitaria Rafael Núñez Cartagena, Colombia</p>

<p>Karla Emilia Cervantes Collado Manuel Alejandro Ibarra Cisneros Mayra Yesenia Nava Rubio</p>	<p>Caracterización de las competencias emocionales-sociales en universitarios Universidad Autónoma De Baja California Mexicali, México</p>
<p>Viacheslav Kalashnikov Nataliya Kalashnykova</p>	<p>Resolución Eficiente del Toll Optimization Problem (TOP) Tecnológico De Monterrey – UANL Monterrey, México</p>
<p>Maria De Lourdes Rojas Armadillo Elizabeth Balcazar Rueda Gabriel Ángel Montero Lara Isabel Méndez Domínguez Neftaly Ricardo Muñiz Quintero</p>	<p>Implementación de la seguridad del paciente en la curricula de las carreras del area de la salud Universidad De Quintana Roo Chetumal, México</p>
<p>Alvaro Andrés Navarro Pérez José Bestier Padilla Bejarano Ramiro Arango</p>	<p>Mejoramiento en el proceso de monitoreo de calidad de agua aplicada a estanques piscícolas mediante herramientas de redes de sensores inalámbricos Universidad Del Quindío Armenia, Colombia</p>
<p>Nixon Duarte Acosta Jonathan Bertelh Castro Luisa Jiménez Ramos</p>	<p>Estrategia pedagógica empleada para el fortalecimiento de la competencia investigativa Corporación Universitaria Remington Medellín, Colombia</p>
<p>Myriam Leonor Torres Pérez</p>	<p>Prisma: El desafío de la telemedicina en escenarios de aprendizaje basados en TIC Universidad Nacional Abierta Y A Distancia – UNAD Bogotá D.C., Colombia</p>
preguntas foro 3	
10:50 - 11:10	RECESO
Foro 4. Gestión del Conocimiento y el Entorno Social.	
11:10 – 13:30	
AUTORES	PONENCIA - INSTITUCIÓN
<p>Carlos Julio Restrepo Velásquez</p>	<p>El verbo: indicador del estado de desarrollo de la competencia en la Universidad Cooperativa De Colombia Universidad Cooperativa De Colombia Medellín, Colombia</p>

<p>Sonia Jaquelliny Moreno Jiménez Diana María Montoya Quintero</p>	<p>Caracterización de modelos de gestión del conocimiento como estrategia de aprendizaje para las lean manufacturing Instituto Tecnológico Metropolitano Medellín, Colombia</p>
<p>Eliana Fernanda Granada García</p>	<p>Impacto de la acreditación institucional en el desempeño de la universidad colombiana Universidad De Ibague Ibagué, Colombia</p>
<p>Raúl Alfredo Vargas Delgado</p>	<p>Experiencia significativa: Taller de diseño de juguetes “un sueño de navidad” Instituto Tecnológico Metropolitano – ITM Medellín, Colombia</p>
<p>Miryam Astrid Agudelo Valencia Eliana María Villa Enciso</p>	<p>Rutas competitivas como base para el desarrollo de la competitividad: propuesta para la subregión Occidente del departamento de Antioquia – Colombia a partir de sus potencialidades identificadas Instituto Tecnológico Metropolitano Medellín, Colombia</p>
<p>Javier Darío Canabal Guzmán Luis Manuel Zúñiga Pérez</p>	<p>Estrategias para emprender Universidad Del Sinú Montería, Colombia</p>
<p>Luz Natalia Tobón Perilla</p>	<p>Caracterización del nivel de uso de la información financiera en las pymes de Tunja Universidad Santo Tomás Seccional Tunja Tunja, Colombia</p>
<p>Jhon Fernando Mejía Zuluaga Olgalicia Palmett Plata Andrés Felipe Patiño Pérez</p>	<p>Patrimonialización del paisaje cotidiano (cultural y urbano) Intitución Universitaria Colegio Mayor De Antioquia Medellín, Colombia</p>
Preguntas Foro 4	
13:30 – 13:50	RECESO
Foro 5. Tecnología e Innovación.	
13:50 – 15:00	
AUTORES	PONENCIA - INSTITUCIÓN
<p>Rómulo Andrés Gallego Torres Rómulo Gallego Badillo</p>	<p>De los saberes tecnológicos Universidad Manuela Beltrán Bogotá D.C. / Chía, Cundinamarca, Colombia</p>

<p>Andrea Catherine Alarcón Aldana Mauro Callejas Cuervo Beatriz Callejas Cuervo</p>	<p>Marco de trabajo para el desarrollo de videojuegos serios en contextos académicos Universidad Pedagógica Y Tecnológica De Colombia Tunja, Boyacá, Colombia</p>
<p>Angélica Bravo Bohórquez Harvey Hernández Yomayusa Alejandro Hernández Hernández Luz Jaddy Castañeda Rodríguez</p>	<p>Artículo de revisión sobre Flipped Classroom Universidad De Cundinamarca Facativá, Colombia</p>
<p>Preguntas Foro 5</p>	
<p>Viernes 24 de Mayo de 2019</p>	
<p>Foro 6. Experiencias con las TIC en la Formación.</p>	
<p>8:00 – 9:10</p>	
<p>AUTORES</p>	<p>PONENCIA - INSTITUCIÓN</p>
<p>Gabriel Cabezas Rivera Felipe Benavente Ulloa</p>	<p>Efectividad del uso de una aplicación de M-learning sobre la adquisición de vocabulario específico Universidad Del Biobio Concepción, Chile</p>
<p>Julio Albeiro Londoño Patiño Durley Cecilia López Álzate</p>	<p>La formación basada en experiencias como reto de competitividad para las nuevas tecnologías de la comunicación Centro de La Innovacion, La Agroindustria y La Aviacion – CIAA Colombia</p>
<p>Cindy Natalia Peñaranda Palacios</p>	<p>Análisis del modelo metodológico SOLE de inmersión escalable como herramienta para la educación disruptiva en Colombia Universidad EAN Bogotá D.C, Colombia</p>
<p>Ricardo Otero Caicedo</p>	<p>Enfoque de competencias prácticas para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura diseño de experimentos estadísticos Pontificia Universidad Javeriana Bogotá D.C., Colombia</p>
<p>Preguntas Foro 6</p>	
<p>Foro 7. Herramientas Tecnológicas para la Industria 4.0.</p>	

9:15 – 10:30	
AUTORES	PONENCIA - INSTITUCIÓN
Matilde Bolaño García	Estrategias de integración educativa basada en el uso de las TIC para niños con capacidades educativas diversas (CED) Universidad Del Magdalena Santa Marta, Colombia
Javier Vázquez Castillo Vladimir Veniamin Cabañas Victoria Rubén Enrique González Elixavide Jaime Ortegón Aguilar María De Lourdes Rojas Armadillo	Implementación de una red de telecomunicaciones para servicios de telemedicina basada en redes privadas virtuales Universida De Quintana Roo Chetumal, México
Jorge Ivan Castillo Rojas Mario Fernando Prieto Delgadillo	Generacion de valor para el Cacao Copoauzu (Theobroma Grandiflorum), como oportunidad agroindustrial en el departamento del Meta Universidad Santo Tomas Villaviciencio Meta, Colombia
Preguntas Foro 7	
10:30 – 11:00	RECESO
Foro 8. La Industria 4.0.	
11:00 – 12:40	
AUTORES	PONENCIA - INSTITUCIÓN
Alma Luevano Celestino Elias G. Carrum Siller Darwin Young Vázquez	Optimización del flujo sincronizado de materiales por ruteo de vehículos bajo Simulación Logística 4.0 Corporación Mexicana De Investigación En Materiales S.A. De C.V. Saltillo Coahuila, México
Jair A. García Arias Ramiro Arango José Bestier Padilla Bejarano	Calibración de acelerómetros en dispositivos móviles para mediciones estáticas utilizando el valor de la gravedad calculado a partir de las coordenadas de GPS Universidad Del Quindío Armenia, Colombia
Viacheslav Kalashnikov Nataliya Kalashnykova	Un Nuevo Tipo de Equilibrio Consistente Tecnológico De Monterrey – UANL Monterrey, Mexico

<p>Beatriz Callejas Cuervo Andrea Catherine Alarcon Aldana Mauro Callejas Cuervo</p>	<p>Plataforma de captura de movimiento, basado en microsensores portables para análisis biomecánico de extremidades superiores Universidad Pedagógica Y Tecnológica De Colombia Tunja, Colombia</p>
<p>Jessica Jazmin Pesina Lumbreras Elias Gabriel Carrum Siller</p>	<p>Comparación de Técnicas actuales y futuras de evaluación ergonómica aplicando el método RULA Corporación Mexicana De Investigacion En Materiales S.A De C.V. México</p>
<p>Jorge Eliecer Carvajal Alcaraz Fabian Mauricio Vélez Salazar</p>	<p>Tecnologías, de gestión y eficiencia energética para el uso racional de la energía Instituto Tecnológico Metropolitano - ITM Medellín, Colombia</p>
<p>Preguntas Foro 8</p>	
<p>12:40 – 13:00</p>	<p>RECESO</p>
<p>13:00 – 14:30</p>	<p>Clausura y Entrega de Certificados CITICI2019</p>
<p>Clausura: Miembros activos de la mesa directiva del congreso.</p>	

Este Programa puede tener Cambios de Última Hora

Foro 1. La Educación 4.0: Tecnología e Innovación.

AUTORES	PONENCIA - INSTITUCIÓN
<p>Leonardo Díaz Pertuz Romel González Díaz Diana Eljach Hernández</p>	<p>Instrumentos estratégicos para optimizar la implementación de la política de educación inclusiva Universidad Del Sinú Montería, Colombia</p>
<p>Camilo Ernesto Gutiérrez Páez Camilo Andrés Barrera Alvarado Liz Leandra Ramos Urrego</p>	<p>Especificidad de la educación a distancia: aprendizajes, retos y oportunidades Corporación Universitaria Minuto De Dios Bogotá D.C., Colombia</p>
<p>Grace Natalie Tamayo Galarza Ana Lucía Ponce Andrade</p>	<p>Un enfoque al uso de las TICs en la universidad ecuatoriana Instituto De Altos Estudios Nacionales IAEN Quito, Ecuador</p>
<p>Carolina Lozano Rodríguez Álvaro David Acosta Maldonado</p>	<p>Prácticas de responsabilidad social universitarias: aportes a la construcción de paz y tejido social Corporación Universitaria Minuto De Dios Bogotá D.C., Colombia</p>
<p>Fabián Cueva Brito Ivan Rueda Fierro Byron Acosta Andino</p>	<p>El trabajo social, determinando las actividades de vinculación que desarrollan las universidades Escuela Técnica Del Norte Y Pontificia Universidad Católica Del Ecuador Quito, Ecuador</p>
<p>Daniela Díaz Peña Agda Zuluaga Aldana Jesús María Durán Cepeda</p>	<p>Políticas de inclusión para el cambio social en educación 4.0 para el sector salud en Norte De Santander Universidad de Pamplona Pamplona, Colombia</p>

Lineamientos estratégicos para optimizar la implementación de la política de educación inclusiva

Leonardo Díaz Pertuz*, Romel Ramon González Díaz**, Helmer Muñoz Hernandez****

Universidad del Sinú, Elías Bechara Zainúm.
Montería, Colombia.

Diana Eljach Hernández***
Institución Educativa el Recuerdo
Montería, Colombia.

Sobre los autores:

*Leonardo Antonio Díaz Pertuz, PostDoctorado Estado, Políticas Públicas y Paz Social, Docente Universidad del Sinú. leonardodiaz@unisinu.edu.co

** Romel Ramon González Díaz, Postdoctorado en Gerencia de la Educación Superior, Docente Universidad del Sinú. romelgonzalez@unisinu.edu.co

*** Diana Eljach Hernández, Magíster en Gestión de Organizaciones, Rectora de la Institución Educativa el Recuerdo. eljach80@hotmail.com

**** Helmer Muñoz Hernández, Posdoctorado en Procesos Sintagmáticos de la Ciencia y la Investigación, Docente Universidad del Sinú. helmermunoz@unisinu.edu.co

Resumen

La Inclusión Educativa, corresponde a políticas mundiales de justicia y equidad social, establecidas por la Organización de Naciones Unidas y ratificadas por el gobierno colombiano, en 33^{va} conferencia de la UNESCO en París en el 2005.

En Montería las instituciones educativas oficiales de básica y media no son favorecidas de manera ideal las políticas implementadas en la actualidad, por lo tanto, la importancia de brindar estrategias que permitan optimizar y hacer más eficiente su gestión.

El propósito de esta investigación consiste en formular lineamientos estratégicos para optimizar la implementación de la política de educación inclusiva, en instituciones educativas oficiales de básica y media de la ciudad de Montería.

Es una investigación de tipo proyectiva, según el origen de los datos es documental, según la temporalidad y secuencialidad: transeccional y contemporáneo y según la amplitud del estudio es univariable.

La población está constituida por cuarenta y nueve (49) Instituciones educativas, las cuales llevan en práctica la educación inclusiva. La muestra de esta investigación es no probabilística intencionada y está representada por doce (12) instituciones educativas, que aplican la educación inclusiva y que finalmente se constituyeron en las unidades de análisis para la investigación.

Palabras Claves: Educación Inclusiva, Estrategias, Implementación, Institución Educativa, Optimizar

Strategic guidelines to optimize the implementation of inclusive education policy

Abstract

The educational inclusion corresponds to world policies of justice and social Equity, established by the Organization of the United Nations and ratified by the Colombian Government, in 33^{g^{oes}} Conference of UNESCO in Paris in 2005.

In Montería the official educational institutions of fundamental and media have not ideally favored the policies implemented today, therefore the importance of providing strategies to optimize and make their management more efficient.

The purpose of this research is to formulate strategic guidelines to optimize the implementation of the policy of inclusive education, in official educational institutions of primary and middle of the city of Montería.

It is a projective type investigation, Segun The origin of the data is Documentary, Segun temporality, and sequentiality: transactional and contemporary and Segun. The breadth of the study is univariate.

The population is constituted by Forty-nine (49) educational institutions, which carry out inclusive education in practice. The sample of this research is intentional non-probabilistic and is represented by twelve (12) educational institutions, which apply inclusive education, and which ultimately constituted in the research analysis units.

Keywords: *educational institution, implementation, inclusive Education, optimizer, Strategies.*

La especificidad de la educación a distancia: aprendizajes, retos y oportunidades

Camilo Andrés Barrera Alvarado, Camilo Ernesto Gutiérrez Páez, Liz Leandra Ramos Urrego
Corporación Universitaria Minuto de Dios
Colombia

Sobre los autores

Camilo Andrés Barrera Alvarado: Trabajador social, Magíster en Estudios y Gestión del desarrollo y estudiante del Doctorado en Educación de la Universidad de La Salle de Costa Rica. Docente e investigador del programa Trabajo Social de la Corporación Universitaria Minuto de Dios - Rectoría Uniminuto Virtual y a Distancia, con sede en Bogotá D.C. Cuenta con 5 años de experiencia docente en programas de Trabajo Social en modalidad presencial y a distancia.

Correspondencia: camiloa.barrera@uniminuto.edu

Camilo Ernesto Gutiérrez Páez: Trabajador Social, Magíster en Estudios y Gestión del desarrollo. Docente e investigador del programa Trabajo social de la Corporación Universitaria Minuto de Dios - Rectoría Uniminuto Virtual y a Distancia, desde la Vicerrectoría Sur, Centro Tutorial Garzón (Huila). Cuenta con 4 años de experiencia docente en programas de Trabajo social en modalidad presencial y a distancia.

Correspondencia: cgutierrezp@uniminuto.edu.co

Liz Leandra Ramos Urrego: Trabajadora Social, Especialista en estudios Feministas y de Género. Docente e investigadora del programa Trabajo social de la Corporación Universitaria Minuto de Dios - Rectoría Uniminuto Virtual y a Distancia, desde la Vicerrectoría Orinoquía, Centro Tutorial Villavicencio (Meta). Cuenta con 3 años de experiencia como investigadora y docente del programa de Trabajo Social en modalidades presencial y distancia.

Correspondencia: liz.ramos@uniminuto.edu.co

Resumen

La educación ha experimentado transformaciones debido a los avances tecnológicos que se han venido desarrollando durante los últimos siglos, que han generado cambios en los procesos educativos, no solo en las prácticas educativas que se desarrollan en la modalidad presencial, sino innovaciones en las dinámicas pedagógicas de las modalidades de educación a distancia, las cuales son una alternativa enriquecedora que permite a habitantes de zonas y territorios alejados el acceso a la educación de calidad y con pertinencia social.

Este documento recoge aprendizajes que se pueden tener en cuenta para pensar la Educación a Distancia en Colombia, un país que está incursionando en esta modalidad, en medio de condiciones tecnológicas, políticas y culturales que en ocasiones limitan el alcance de esta modalidad, reconocidos en otras latitudes.

Palabras Claves: *Educación a Distancia, Trabajo Social, formación a distancia, experiencia*

Specificity of distance education: learnings, challenges and opportunities

Abstract

Education has experienced transformations due to the technological advances that have been happening on last centuries. These advances have generated changes on educational processes, in both educational practices that are developed in face-to-face mode, and on innovations in the pedagogical dynamics of the modalities of distance education; which are a strong alternative that allows people on remote areas and territories to access to quality education and social relevance.

This document gathers lessons that could be useful to think distance education in Colombia, a country which is dabbling on this education, through technological, political and cultural conditions that sometimes slow down the educational scopes recognized in other countries.

Keywords: *Distance Education, Social Work, distance learning, experience*

Un enfoque al uso de las TIC's en la Universidad Ecuatoriana.

Grace Natalie Tamayo Galarza
Instituto de Altos Estudios Nacionales
Ecuador

Sobre los autores

Grace Natalie Tamayo Galarza: Magíster en Auditoría, Doctora en Contabilidad y Auditoría, Doctoranda en Ciencias Administrativas Universidad Nacional de Rosario –Argentina, Profesora Titular del Centro de Economía Pública y Sectores Estratégicos del Instituto de Altos Estudios Nacionales, la Universidad del Estado en Ecuador.

Correspondencia: gracen.tamayo@gmail.com

Resumen

El presente artículo pretende describir el marco teórico vinculado al uso de tecnologías en la gestión de conocimiento en la educación superior, específicamente direccionado al proceso de enseñanza de la administración tributaria en Ecuador. Analiza los procesos que permitan esbozar el uso de estas herramientas y derivar sus ventajas y desventajas desde el punto de vista del docente, mediante la aplicación de una encuesta sobre la importancia del uso de las nuevas tecnologías de la información en el ámbito de la educación superior. Concluyendo que el desarrollo tecnológico globalizado afecta el comportamiento institucional y personal en todos los ámbitos, el uso de herramientas eficaces de comunicación ha permitido el perfeccionamiento de la educación superior a distancia, dirigida generalmente a la formación de individuos social y económicamente activos, que posiblemente ya se encuentran inmersos en el mundo laboral y dirigen su atención para mejorar su nivel profesional. Es así, como surgen los llamados Entornos Virtuales de Aprendizaje (EVA), dirigidos a aglutinar a los actores del proceso formativo y facilitar en sí la enseñanza y resultados obtenidos.

Palabras Claves: Educación, EVA, gestión del conocimiento, TIC's, proceso formativo.

An approach to the use of information and communication technologies in Ecuadorian higher education.

Abstract

This article aims to describe the theoretical framework linked to the use of technologies in knowledge management in higher education, specifically directed to the teaching process of the tax administration in Ecuador. Analyze the processes that allow us to outline the use of these tools and derive their advantages and disadvantages from the point of view of the teacher, through the application of a survey on the importance of the use of new information technologies in the field of higher education. Concluding that globalized technological development affects institutional and personal behavior in all areas, the use of effective communication tools has allowed the

improvement of distance higher education, generally aimed at the formation of socially and economically active individuals, possibly already immersed in the world of work and direct their attention to improve their professional level. This is how the so-called Virtual Learning Environments (EVA) emerge, aimed at bringing together the actors of the training process and facilitating the teaching and results obtained.

Keywords: *Education, Virtual Learning Environments (EVA), knowledge management, training process.*

Introducción

Los adelantos tecnológicos que día a día se suceden a nivel mundial, sin duda influyen en el contexto de la educación, Las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC's), si bien son un apoyo en modalidad presencial, al integrarlas obligatoriamente en la modalidad a distancia, se constituyen en el nexo docente-estudiante y su aprovechamiento puede derivar el éxito del proceso, pero su uso deficiente o mal organizado puede ser una barrera dentro del mismo ciclo educativo, su importancia, va mucho más allá cuando se integran con las tecnologías aplicadas por los sectores público o privado que potencian el proceso de aprendizaje, confrontándolo con la práctica profesional real en un entorno de simulación.

No se puede obviar, al iniciar este análisis el partir desde el concepto que funde las definiciones de gestión y de conocimiento bajo una misma orientación, que señala una visión optimizadora de este valioso recurso denominado conocimiento. En la antigüedad se conceptualizó según algunos filósofos, como aprehender espiritualmente un objeto. Para Foucault (1980) lo expresa como “El ejercicio del poder en sí mismo crea y hace emerger nuevos objetos del conocimiento y acumula nuevos cuerpos de información (...) el ejercicio del poder perpetuamente crea conocimiento y, por otro lado, el conocimiento constantemente induce efectos del poder (...) no es posible para el poder ser ejercido sin conocimiento, es imposible al conocimiento dejar de generar poder.” Según Nonaka y Takeuchi (1995), “La Gestión del Conocimiento implica llevar los conocimientos correctos a las personas que lo necesitan “just in time” con el objeto que puedan resolver el problema que deseen con prontitud y eficacia”, teoría aplicada con éxito en el sector empresarial Japonés.

La Gestión del Conocimiento es un conjunto de métodos, técnicas, herramientas, métricas y tecnologías que permiten obtener un conocimiento en el momento oportuno de una manera rápida y sencilla, insertándose en los individuos y organizaciones para mejorar su actuar y apoyar al logro de su visión estratégica, siendo para muchos “el activo más valioso de una empresa”.

Dentro de la gestión del conocimiento se identifican dos procesos claramente visibles y de similar relevancia como son la creación y la transmisión del conocimiento.

Las últimas décadas se han visto influenciadas por el impacto y desarrollo de la informática y la telemática, que mediante la afluencia de tecnologías de información y comunicación, se han constituido en un sistema en el cual se administran datos, informaciones y conocimientos, vitales para la llamada “sociedad del conocimiento”, trayendo como resultado una evolución en el paradigma de la educación a distancia, que hoy se apoya en la superación de las barreras de la

distancia, costos de materiales escritos, ahorro de personal y otros recursos y más que nada diversificación de la producción científica en un entorno globalizado.

Se denominan TICs, según Rosario (2005), al conjunto de tecnologías que permiten la adquisición, producción, almacenamiento, tratamiento, comunicación, registro y presentación de informaciones, en forma de voz, imágenes y datos contenidos en señales de naturaleza acústica, óptica o electromagnética. Ellas incluyen la electrónica como tecnología base que soporta el desarrollo de las telecomunicaciones, la informática y el audiovisual.

Su inclusión en el sistema educativo viene ligada al apareamiento de Internet a mediados de los noventa, Bates (1993) hace más de dos décadas: la accesibilidad que proporcionan las TIC, su potencial pedagógico, la facilidad de manejo por parte de profesores y estudiantes, y la creciente presión social para la incorporación de dichas tecnologías. Junto con estos factores, la necesidad de superar las limitaciones espacio-temporales de la docencia presencial y las nuevas oportunidades que proporciona un espacio universitario global han constituido otras poderosas razones para este creciente interés.

El incorporar al ámbito de la educación superior un perfil docente nuevo con una mejor trayectoria académica y que se ha gestado con el uso de la tecnología, sin duda es una base para la aplicación de las TIC en el aula, sin embargo, factores como el desarrollarse en países tercermundistas en donde aún existen altos porcentajes de pobreza y necesidades básicas no satisfechas, los presupuestos incipientes para el rubro a nivel institucional, el rechazo a la tecnología por parte de docentes no inmersos en la época, entre otros factores no han permitido que esta oportunidad llegue a todas las Instituciones de Educación Superior.

La docencia virtual involucra la participación de docentes que a más de haber adquirido la capacitación suficiente en didáctica y la pedagogía, también posean una actitud afectiva frente a su responsabilidad de humanizar la tecnología con las personas, lo que no se constituirá en una limitante para su trabajo docente virtual, siendo más allá de un facilitador, convertirse en un mediador entre la tecnología y el conocimiento, sin olvidar que al otro lado de la pantalla existe un conglomerado de personas con muchas expectativas.

En el ejercicio de la docencia virtual juega un papel muy importante la elección de la plataforma, esta debe adaptarse a las necesidades de los usuarios. Existen en el mercado muchas plataformas de aprendizaje electrónico, algunas de libre acceso y otras bajo licencias. A la hora de diseñar los diferentes programas y contenidos es fundamental considerar como una alternativa este tipo de plataformas, puesto que son herramientas completas que incluyen recursos variados permitiendo establecer procesos académicos para quienes hoy por hoy se inclinan por la modalidad virtual o a distancia.

Salinas (2004), hablaba de una universidad flexible, en donde se haya introducido y puesto en práctica el uso de las TIC, planteando un dilema que enfrenta a la tradición e innovación, sugiriendo como punto de equilibrio la innovación desde la tradición, en donde sin despreciar los métodos educativos tradicionales, se rescate lo que tuvo resultados positivos y se introduzca el uso de innovaciones tecnológicas dentro de los procedimientos.

Muchos de los detractores de las TIC, se apoyan en la deshumanización de la educación en todos sus niveles, debatiendo con el frente opuesto que sostiene que la tecnología es un resultado del

trabajo del ser humano a favor del ser humano, es decir para mejorar su nivel de vida y brindarle las herramientas que le permitan crecer intelectual, financiera y socialmente en su entorno y ampliar sus horizontes empresariales a nivel mundial.

Salinas (1997), caracteriza esta educación flexible en dos determinantes, la primera hace referencia a la distancia, es decir el tener que asistir presencialmente al aula en donde el profesor tutela las actividades o acceder a ella por medios tecnológicos; otra dimensión del concepto está relacionada con las determinantes educativas: objetivos de aprendizaje dirigidos a los alumnos; contenidos y secuencia de enseñanza; la estrategia para enseñar del profesor individual o de la organización, variedad y adecuación de medios, uso abierto de los recursos bajo la responsabilidad del alumno-usuario y eficacia didáctica en estos contextos, que son importantes al momento de incluir las TIC en el aula.

Autores como (Adell, 1997; Aoki, Fasse y Stowe, 1998; Salinas 1998). Hanna (1998), por ejemplo, distinguen 7 tipos distintos de organizaciones: Universidades de educación a distancia basadas en la tecnología; instituciones privadas dirigidas a la enseñanza de adultos; universidades corporativas; alianzas estratégicas universidad-empresa; organizaciones de control de acreditación y certificación; universidades tradicionales extendidas, y universidades multinacionales globales, siendo la primera clasificación el objeto de este estudio.

La Conferencia de Rectores de Universidades Españolas (CRUE, 1997) señala varios tipos de condiciones para un sistema de educación con el uso de TICs:

- a) Acceso de estudiantes y profesores a la infraestructura apropiada.
- b) Desarrollo de metodologías para el aprovechamiento docente de las TIC.
- c) Desarrollo de materiales docentes basados en TIC.
- d) Formación del profesorado y los estudiantes.
- e) Fomento del uso de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones.

El éxito en la implementación de las herramientas que hagan factible el uso de tecnologías, inicia con la disposición de recursos e infraestructura adecuada; lo que implica acceso de estudiantes y docentes a bibliotecas, bibliotecas virtuales, recursos educativos abiertos (REAS), bases de datos, software y hardware apropiados y actualizados, ordenadores, cañones de proyección, Wi-Fi para acceder a Internet, plataformas de formación on-line, pizarras inteligentes, principalmente.

En referencia al desarrollo de metodologías para el aprovechamiento docente de las TIC, Muñoz (2007) sostiene sobre la base de varios estudios teóricos, que la enseñanza universitaria tiene un nuevo reto, no puede seguir formando a sus alumnos de espaldas a las nuevas tecnologías. Es preciso que los profesores desarrollen propuestas de trabajo que permitan la mejora del acceso a la información y al conocimiento y que desarrollen acciones de colaboración y de comprensión crítica de las ventajas que ofrecen las redes telemáticas. El uso de las mismas facilita el reforzamiento de la colaboración multidisciplinar y del desarrollo profesional de grupos de trabajo interuniversitarios (Prada y Rayón, 2003; Barajas y Álvarez, 2003; Kehm & Wit, 2005), estas metodologías son una responsabilidad compartida de la Universidad y sus docentes.

Con el uso de las TIC el docente puede ser creativo al planificar e impartir su clase, desarrollando materiales didácticos acordes al momento intelectual que vive el alumno.

En la tabla 1 se especifican algunas herramientas en línea muy útiles para la educación a distancia. Las herramientas mencionadas requieren conexión a Internet, son herramientas que se utilizan en línea y ofrecen una amplia gama de aplicaciones.

Tabla 1. Herramientas en línea que un docente puede utilizar para impartir su clase y sus aplicaciones

Herramientas	Aplicación
Plataformas de aprendizaje electrónico	Ofrecen un paquete completo de recursos para ejecutar procesos educativos. Un entorno virtual de aprendizaje permite compartir artículos científicos, videos, realizar videoconferencias, chat, foros de discusión, enviar anuncios, mensajes, presentaciones dinámicas, textos, animaciones, cuestionarios, tareas.
Almacenamiento en la nube	Elaboración de documentos en línea para compartirlos con usuarios, posibilidad de desarrollar trabajos colaborativos.
Redes sociales	Facilitan la difusión de información en diferentes formatos, incluyen mensajería instantánea, envío de archivos digitales, compartir artículos científicos, establecer foros de discusión.
Videoconferencia	Permiten establecer una conversación entre dos o más usuarios, con la posibilidad de compartir y visualizar simultáneamente archivos digitales, incluyen chat en vivo, pizarra compartida para la resolución de problemas en línea.
Sitios web para compartir información	Facilitan la difusión de artículos científicos, material académico, sílabos, análisis de casos, videos, textos, presentaciones.
Redes académicas	Favorecen la comunicación de profesionales del campo académico, permiten compartir artículos, investigaciones, blogs, memorias de eventos académicos.
Correo electrónico	Permite la comunicación entre el docente y los estudiantes para enviar y recibir tareas, enlaces, presentaciones y posibilita una evaluación personalizada.
Bibliotecas virtuales	Proveen el acceso a una amplia gama de libros, textos académicos y artículos científicos.

Autor: G. Tamayo, V. Orellana (2015)

Existen centros universitarios especializados en educación a distancia que incluyen en el material del alumno tabletas, con los textos digitalizados y guías didácticas, en consecuencia implementar las TIC es una necesidad que implica una inversión. Tanto docentes como estudiantes deben disponer de estas herramientas para utilizar en forma diversificada nuevos e innovadores materiales

didácticos que faciliten el proceso de transmisión del conocimiento y trabajo autónomo del estudiante.

En cuanto a la formación el profesorado y los cursantes, deben capacitarse en el uso de los canales de comunicación sea de forma sincrónica o asincrónica y las herramientas que estos facilitan, para el docente universitario del sistema de educación superior es una necesidad que se incluya dentro del proceso de inducción a la academia, una capacitación práctica sobre la gestión de conocimiento en el aula, que contenga el manejo de herramientas, diseño de materiales y temática vinculada a su desempeño docente dentro esta sociedad del conocimiento, esto se circunscribe al fomento del uso de las TIC en la universidad, en virtud de que si se proporciona la infraestructura, se capacita a docentes y estudiantes, brindando un entorno propicio para la inserción de las tecnologías en el aula, es un compromiso para el profesor universitario el diseñar, planificar y ejecutar sus clases aprovechando estos recursos y un reto para el estudiante el responder a las exigencias del nuevo sistema educativo.

Dentro de la Administración Tributaria en Ecuador, esta se subvenciona al principio de simplicidad administrativa, para que el contribuyente se beneficie en lo referente a la disminución de información que debe presentar a la Administración Tributaria disminuyendo sus costos y tiempos e incremente su costo de oportunidad.

Para practicar este principio, se ha integrado dentro del gobierno electrónico, múltiples mecanismos directamente relacionados a la Administración Tributaria, para transformar las relaciones con los ciudadanos por medio de la simplificación de trámites los cuales son más sencillos, ágiles, racionales, pertinentes, útiles y de fácil entendimiento para los contribuyentes. Un estudiante en el área debe conocer, entender y manejar estas herramientas para poder constituirse como un asesor tributario eficiente.

Según el análisis realizado por el Centro Interamericano de Administraciones Tributarias – CIAT, (2005) en la conferencia técnica propuesta por Castagnola titulada “Administración Tributaria Viable, Estado Viable” se concluye en que:

Se requiere optimizar los procesos de control del cumplimiento de las obligaciones impositivas, tanto en lo que se refiere al control extensivo, como al realizado mediante procesos de inteligencia fiscal (control intensivo); en este último caso es necesario reducir al máximo la discrecionalidad en la selección de los casos a fiscalizar, a fin de obtener los mejores resultados. El uso de las herramientas que la tecnología proporciona hoy en día, especialmente las informáticas, es de vital importancia para facilitar el cumplimiento de las obligaciones tributarias y optimizar el control de las mismas.(p.129).

Desde un “punto de vista administrativo, cabe “señalar que la simplicidad hace referencia a la obligatoriedad de la administración tributaria que se le brinda al contribuyente al momento de pagar sus obligaciones tributarias(Vargas, 2014)

Terán(2014), define que “este principio se refiere a que, sean “de fácil comprensión y entendimiento, sin procedimientos alargados, que retarden la satisfacción de los intereses públicos empeñados. Por su parte, la celeridad obliga a las administraciones públicas cumplir con sus objetivos y fines de satisfacción de los intereses públicos, a través de los diversos mecanismos, de la forma más expedita, rápida y acertada posible para evitar retardos indebidos.

Centrando lo anterior con el tema investigado, el docente en el campo de la administración tributaria debería incluir en el proceso de enseñanza el efectivo manejo de las tecnologías usadas por la administración tributaria en procesos como son la recaudación de impuestos (declaraciones en línea), presentación de información en anexos (gastos personales, declaración patrimonial, entre otros), requisitos para trámites, guía tributaria, uso de aplicaciones informativas y de consulta como son SRI en línea, SRI trámites, SRI presencial, SRI aplicaciones móviles y en general el uso eficiente de las herramientas web que aporta la página del Servicio de Rentas Internas en Ecuador.

El Servicio de Rentas Internas de Ecuador, de acuerdo a la información que consta en el Catálogo de Servicios en Línea (2017), pone a disposición de todos los contribuyentes y responsables los servicios en línea que se detallan a continuación, cuyo objetivo es facilitar el cumplimiento de las obligaciones tributarias y simplificar los trámites:

1. Actualización de RUC para personas naturales y sociedades;
2. Suspensión de RUC para personas naturales y sociedades;
3. Reapertura de RUC para personas naturales;
4. Inscripción de RUC para sociedades;
5. Recuperación de claves;
6. Certificados en línea;
7. Consulta de validez de comprobantes físicos y electrónicos;
8. Baja de comprobantes de venta, retenciones y documentos complementarios preimpresos;
9. Consulta de datos fiscales;
10. Formulario 102A en línea;
11. Formulario 101 en línea;
12. Anexo de Gastos Personales para personas naturales;
13. Registro de cuentas bancarias para pago de declaraciones;
14. Envío de declaraciones por internet;
15. Envío de anexos por internet;
16. Validación de documentos certificados;
17. Declaraciones certificadas;
18. Consulta de código de creación de subcategorías vehiculares;
19. Consulta de vehículos por identificación del propietario y valores a pagar;
20. Registro automático de contrato de compra venta de vehículos usados;
21. Exoneraciones y rebajas especiales automáticas y en línea de impuestos vehiculares;
22. Exoneraciones automáticas y en línea del impuesto ambiental para vehículos de carga pesada;
23. SRI & Yo en Línea;
24. SRI Móvil;
25. Cita previa;
26. Turno diario; y,
27. Medios de pago.

Dentro de las ventajas de utilizar en Servicios en Línea (Armas & Colmenares, 2007), señalan que son importantes, ya que permiten la inscripción de contribuyentes, en el caso de Ecuador en el Registro Único de Contribuyentes (RUC), lo que facilita la validación de información, acelera la “modernización del Estado mediante el uso masivo de las TIC, con el objetivo de facilitar la comunicación intra e intergubernamental y con la sociedad y mejorar la calidad de servicios

públicos a los ciudadanos, instituciones “y organizaciones, anexa a la administración en el marco de la economía digital mundial.

También se identifican en el mencionado estudio algunas desventajas (abusos y mala utilización) de los servicios en línea de las administraciones tributarias como son la mala utilización de los servicios en línea, como puede ser la falsificación de RUC, o el dolo de perjudicar a otra persona, pues debido a la facilidad de acceder a información personal lo podría volver vulnerable o sensible. La falta de familiaridad con medios digitales por parte de la ciudadanía también podría considerarse una limitación en este tema.

Se concluye este acápite, con una reflexión sobre el portafolio del docente de hoy, que debería disgregarse en un portafolio físico para las evidencias materiales de sus clases y estudiantes y un portafolio digital en donde podrá acumular toda la información ocupando un pequeño espacio dentro del entorno digital, lo que promueve la protección al medio ambiente, colabora en la organización de sus espacios de trabajo, ordena sus archivos digitales y permite incluso activar un expediente de sus alumnos conservable por tiempo indefinido, además de reutilizar esta información como medio de consulta en sus futuras clases. Se expresa la temática que se va a tratar y el objetivo del escrito, señalando brevemente la estructura y el contenido, así como los criterios utilizados para desarrollar el discurso.

Metodología:

Se realizó en primer término una revisión teórica. Los datos de este estudio se obtuvieron de una encuesta aplicada a un grupo de docentes del sistema de educación superior de Ecuador, que laboran en 10 de las 21 universidades acreditadas en Ecuador. La encuesta incluye tres partes, la primera recopila información del perfil del docente, la segunda sobre el conocimiento de las TICs y la final sobre su aplicación por parte del docente en el área de la administración tributaria, consta de dos preguntas abiertas que consultan sobre las ventajas y sugerencias para mejorar el uso de tecnologías en el aula. Se aplicó procesos de estadística descriptiva para el análisis de tendencias, para concluir con una reflexión sobre el uso eficaz y eficiente de las TIC’s en el proceso educativo.

Resultados:

El gráfico No. 1, muestra la experiencia en años de los docentes consultados, reflejando que un 46% de la muestra poseen una experiencia mayor a 11 años en el ámbito de docencia universitaria, recalcando que la muestra se estratificó por áreas de conocimiento, la diferencia tiene una dedicación de 1 a 10 años con una repartición equitativa del porcentaje entre los dos rangos pre definidos.

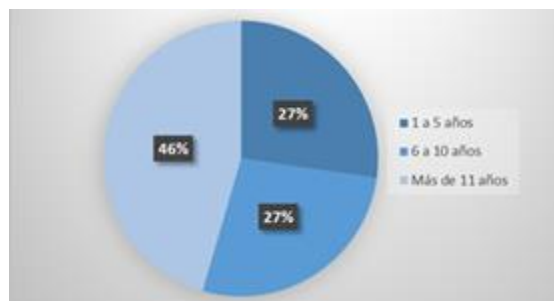


Figura 1. Años de docencia en una Institución de Educación Superior

Fuente: Encuesta uso de las Tic´s en las IES de Ecuador (2017)

Las actividades de un docente en Ecuador se centran en docencia, investigación y gestión; de acuerdo a la encuesta un 40% de los profesores consultados se dedican exclusivamente a la docencia, incumpliendo lo normado en el Capítulo II del Reglamento de Carrera y Escalafón del Profesor del Sistema de Educación Superior en Ecuador, en donde define los tipos de personal académico de las universidades y escuelas politécnicas, sus actividades y dedicación; las actividades que convergen dentro de docencia están definidas en accionares profesionales específicos citados en esta Ley.

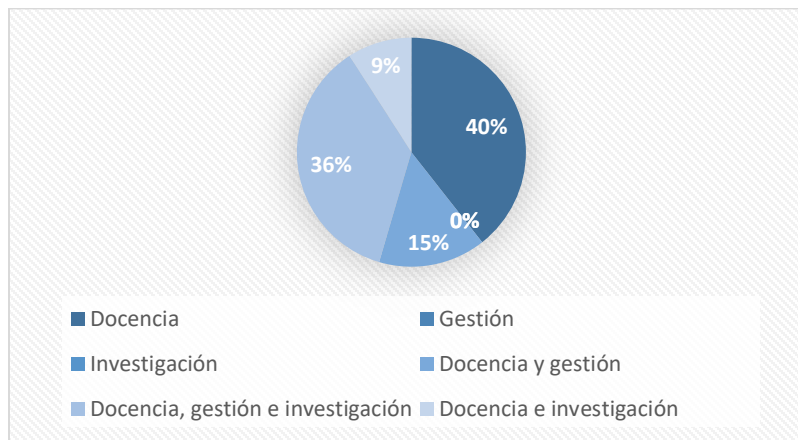


Figura 2. Actividades docentes realizadas en una Institución de Educación Superior
Fuente: Encuesta uso de las Tic´s en las IES de Ecuador (2017)

En cuanto a las modalidades de estudio en las cuales este grupo de docentes involucraron el uso de las Tics, el gráfico No. 3, describe un comportamiento lógico; ya que la mayoría de carreras ofrecidas por las universidades a las que pertenecen los encuestados, tienen ofertas académicas dentro de la modalidad presencial, constituyéndose en un 66,67%, los demás consultados aportaban también en modalidad bimodal es decir presencial y semipresencial y un solo docente lo hacía en un 100% en modalidad a distancia.

La modalidad de estudio hace referencia a los modos de gestión de los aprendizajes implementados en determinados ambientes educativos, incluyendo el uso de las tecnologías de la comunicación y de la información, en la modalidad presencial. En Ecuador las modalidades que son aceptables en cuanto a lo reglamentado son la presencial; semipresencial; dual; en línea; y, a distancia. Para este estudio se consultó solamente sobre la forma presencial, a distancia y mixta, en razón de ser las que actualmente tienen programas vigentes a nivel de educación superior.

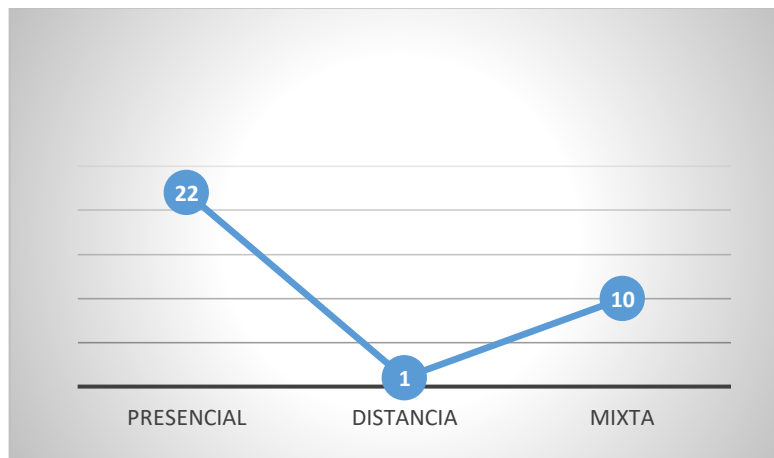


Figura 3. Modalidades de estudio en una Institución de Educación Superior
 Fuente: Encuesta uso de las Tic´s en las IES de Ecuador (2017)

En la segunda parte de la encuesta aplicada, se concluye que un 97% de docentes del sistema de educación superior de Ecuador conocen sobre el uso y aplicaciones de las tecnologías en la docencia y un 70% de ellos utilizan con mayor frecuencia herramientas multimedia como Internet, multimedia off line, aulas virtuales, pizarras inteligentes, principalmente; dejando en un segundo plano a las herramientas MASS MEDIA (revistas, folletos, libros escritos, tv, radio), privilegiando sobre estas a sus similares digitales.

Sobre las preferencias de los docentes en el grupo, se avizora en el primer lugar el uso del Entorno Virtual de Aprendizaje y redes sociales educativas, seguido por slideshare, prezi, scribd. El grupo considera como la mejor opción para la comunicación alumno-docente el entorno virtual de aprendizaje y en menores proporciones Facebook, Skype, Twitter.

Tan solo un 6.45% de los encuestados, no creen que la educación a distancia por medio de TIC´s sea un mecanismo válido de aprendizaje dentro de la educación superior.

Otro componente importante en el análisis de estos datos es el número idóneo de alumnos dentro de un proceso de aprendizaje virtual asistido por TIC, un 49% de docentes considera con base en su experiencia, que las aulas virtuales deben estar conformadas con grupos de 11 a 20 alumnos, un 21% cree que el número ideal sería de 1 a 10 alumnos y tan solo el 12% cree que los grupos deben conformarse con 30 a 50 alumnos.

Figura 4.

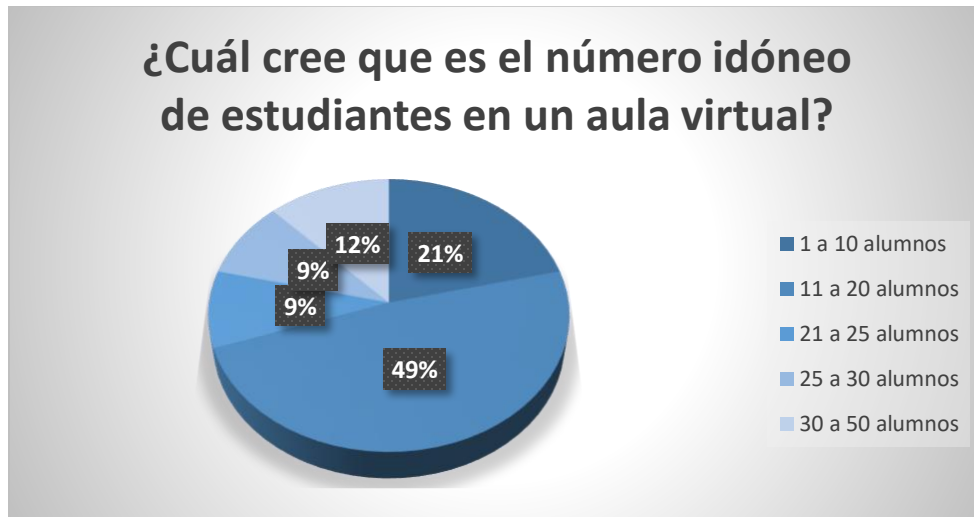


Figura 4. Número idóneo de alumnos en aulas virtuales
 Fuente: Encuesta uso de las Tic´s en las IES de Ecuador (2017)

La gestión de conocimiento, el aprendizaje organizacional, y el uso del capital intelectual son conceptos relacionados y complementarios; el aprendizaje organizacional es la base de una buena gestión del conocimiento, y a su vez la gestión del conocimiento es la base para la generación de capital intelectual y capacidades organizacionales.

Al analizar las respuestas a las preguntas abiertas de la encuesta se determinó que la mayoría de encuestados coinciden en que una de las principales barreras para el uso de las TIC en la educación superior es la falta de capacitación de docentes y alumnos en el uso eficiente de estos recursos informáticos, así como también la infraestructura tecnológica limitadas en algunas IES, tanto en el acceso a Internet como en el hardware y software disponibles.

Para el funcionamiento de aulas virtuales no solamente se requiere conocer los recursos disponibles y su manejo, sino también el desarrollo de un diseño instruccional apropiado que permita el logro de los resultados de aprendizaje, aplicando la herramienta idónea, según el objetivo educativo y la audiencia del curso.

En conclusión el uso de las TIC se ha constituido en un elemento fundamental para el desarrollo de la docencia en todas sus modalidades, más aún en la modalidad a distancia en donde el estudiante necesita un acompañamiento que puede ser óptimo al utilizar correctamente estas herramientas o puede convertirse en un recurso subutilizado cuando su aprovechamiento no es eficaz.

Para garantizar la calidad de una educación a distancia basada en el uso de las TIC se requiere un equipo multidisciplinario que de soporte a los actores principales del proceso educativo, este equipo será responsable de la capacitación, guía, diseño y administración de la plataforma virtual de manera que los procesos educativos se ejecuten bajo estándares internacionales de calidad. Los resultados deben ser presentados en una secuencia lógica en el texto, tablas y figuras, se debe evitar la presentación repetida de los mismos datos en diferentes formas. Los resultados no deben contener material apropiado para discusión. Al describir los resultados de los experimentos de los autores, esto debe ser escrito en tiempo pasado. Los resultados deben ser explicados, pero en gran parte sin hacer referencia a la literatura.

Expone las ideas principales, las reflexiones y críticas a que diere lugar el análisis de los datos obtenidos, sustentándolas con bibliografías seleccionadas cuidadosamente a fin de mantener la calidad, coherencia y cohesión.

En cuanto a la integración de las Tic's utilizadas por docentes del campo de la administración tributaria, se presentan los siguientes resultados:

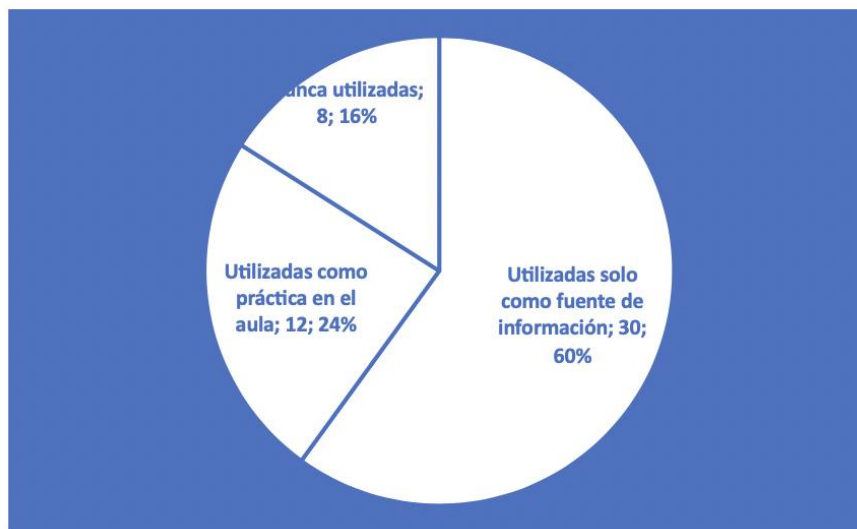


Figura 5. Utilización de las TIC's en procesos de enseñanza de la Administración Tributaria
 Fuente: Encuesta uso de las Tic's en las IES de Ecuador (2017)

Discusión de resultados

La gestión de conocimiento, el aprendizaje organizacional, y el uso del capital intelectual son conceptos relacionados y complementarios; el aprendizaje organizacional es la base de una buena gestión del conocimiento, y a su vez la gestión del conocimiento es la base para la generación de capital intelectual y capacidades organizacionales.

Al analizar las respuestas a las preguntas abiertas de la encuesta se determinó que la mayoría de encuestados coinciden en que una de las principales barreras para el uso de las TIC en la educación superior es la falta de capacitación de docentes y alumnos en el uso eficiente de estos recursos informáticos, así como también la infraestructura tecnológica limitadas en algunas IES, tanto en el acceso a Internet como en el hardware y software disponibles.

Para el funcionamiento de aulas virtuales no solamente se requiere conocer los recursos disponibles y su manejo, sino también el desarrollo de un diseño instruccional apropiado que permita el logro de los resultados de aprendizaje, aplicando la herramienta idónea, según el objetivo educativo y la audiencia del curso.

En conclusión el uso de las TIC se ha constituido en un elemento fundamental para el desarrollo de la docencia en todas sus modalidades, más aún en la modalidad a distancia en donde el estudiante necesita un acompañamiento que puede ser óptimo al utilizar correctamente estas herramientas o puede convertirse en un recurso subutilizado cuando su aprovechamiento no es eficaz.

Para garantizar la calidad de una educación a distancia basada en el uso de las TIC se requiere un equipo multidisciplinario que de soporte a los actores principales del proceso educativo, este equipo será responsable de la capacitación, guía, diseño y administración de la plataforma virtual de manera que los procesos educativos se ejecuten bajo estándares internacionales de calidad.

Confrontando estos resultados con la teoría sobre la administración tributaria, el Manual para la Administración Tributaria, elaborado por el Centro Interamericano de Administración Tributaria (CIAT) (2011), sintetiza los aspectos relativos a las nuevas tecnologías, en los siguientes términos:

Los desarrollos tecnológicos permiten el procesamiento de la información que es mucho más rápido y preciso. Las actividades manuales se están automatizando, las oportunidades de almacenamiento de datos se han expandido de manera significativa reduciendo muchísimo los costos de recolección y procesamiento de la información. Las opciones de comunicaciones inalámbricas fortalecen la tendencia hacia una fuerza de trabajo móvil, lo que probablemente resulte en importantes reducciones en costos de infraestructura e instalaciones. (p.167)

Se debe destacar también el uso generalizado de los teléfonos inteligentes se están volviendo herramientas cada vez más estándar para los contribuyentes e incluso para las administraciones, esto puede mejorar y facilitar de manera significativa la efectividad y eficiencia de los procesos de trabajo mediante aplicaciones que sirven para diversos fines, desde un recordatorio de pago, hasta emisión de boletines informativos. Considerando los aspectos académicos se podría señalar como una ventaja la disponibilidad de información, pero a la vez se presenta una limitación, cuando el investigador (docente o estudiante) requiere al Estado, información de uso reservado, ya que entran en el juego la ética y transparencia, así como el manejo correcto de la información para evitar problemas de seguridad de datos.

Esto general la necesidad de realizar investigaciones futuras sobre temas como la ética en el manejo de la información y la seguridad de datos para las administraciones tributarias.

Conclusiones

En conclusión el uso de las TIC se ha constituido en un elemento fundamental para el desarrollo de la docencia en todas sus modalidades, más aún en la modalidad a distancia en donde el estudiante necesita un acompañamiento que puede ser óptimo al utilizar correctamente estas herramientas o puede convertirse en un recurso subutilizado cuando su aprovechamiento no es eficaz.

Para garantizar la calidad de una educación a distancia basada en el uso de las TIC se requiere un equipo multidisciplinario que de soporte a los actores principales del proceso educativo, este equipo será responsable de la capacitación, guía, diseño y administración de la plataforma virtual de manera que los procesos educativos se ejecuten bajo estándares internacionales de calidad. Los resultados deben ser presentados en una secuencia lógica en el texto, tablas y figuras, se debe evitar la presentación repetida de los mismos datos en diferentes formas. Los resultados no deben contener

material apropiado para discusión. Al describir los resultados de los experimentos de los autores, esto debe ser escrito en tiempo pasado. Los resultados deben ser explicados, pero en gran parte sin hacer referencia a la literatura.

El docente vinculado al área específica de la administración tributaria, debería tener conocimientos firmes del manejo de herramientas informáticas, así como de los beneficios que incluye la administración tributaria del Estado para facilitar la aplicación del principio de simplicidad administrativa, enfocados en facilitar las actividades de asistencia a los contribuyentes orientadas a facilitar el cumplimiento y también la aceptación de las tecnologías de información que la administración pone a disposición de los ciudadanos.

Actualmente también se puede señalar como un pilar de la investigación académica en el campo de la tributación la disponibilidad de información pública que responde al principio de transparencia para el sector público en Ecuador, entonces, el proveer al estudiante de conocimientos sobre la obtención, tratamiento y exposición de estos datos es otra ventaja actual para la enseñanza a nivel superior, que viene atada a la correspondencia y solvencia con los fundamentos teóricos aportados en una clase.

Referencias

- Adell, J. (1997). Tendencias en educación en la sociedad de las tecnologías de la información. *EduTEC. Revista electrónica de tecnología educativa*, (7), a007-a007.
- Armas, M. E., & de Eizaga, M. I. C. (2007). Las nuevas tecnologías en las administraciones tributarias. *Telematique*, 6(3), 84-98.
- Bates, R. H., & Krueger, A. O. (1993). *Political economic interactions in economic policy reform*. Basil Blackwell.
- CANALS, Agustí (2003). "La gestión del conocimiento". En: Acto de presentación del libro.
- CASTAGNOLA, H. (2005). Administración Tributaria viable, estado viable. *Boletín AFIP*, (100).
- Código Orgánico de la Producción, Comercio e Inversiones, Ecuador. (2015). Quito: Corporación de Estudios y Publicaciones.
- Código Tributario del Ecuador. (2014). Quito: Corporación de Estudios y Publicaciones.
- Constitución de la República del Ecuador. (2008). Quito: Corporación de Estudios y Publicaciones.
- De Educación Superior, C. (2016). Reglamento de régimen académico consejo educación superior. Constitución de la República del Ecuador. R.O.242 del 20 de octubre del 2008.
- Erazo, D. (2012). Evolución histórica de las principales regulaciones constitucionales y legales del régimen tributario en el Ecuador. Repositorio de la Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador. Recuperado el 20 de junio de 2017, de <http://repositorio.uasb.edu.ec/bitstream/10644/3072/1/T1128-MDE-Erazo-Evolucion.pdf>
- Foucault, M., & Lynch, E. (1980). *La verdad y las formas jurídicas* (Vol. 1080). Barcelona: Gedisa.
- Gestión del conocimiento (2003: Barcelona) [en línea]. UOC. [Fecha de consulta: 01/03/2019]. <http://www.uoc.edu/dt/20251/index.html>
- Hanna, D. E. (1998). Higher education in an era of digital competition: Emerging organizational models. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, 2(1), 66-95.
- Muñoz-Repiso, A. G. V. (2007). Herramientas tecnológicas para mejorar la docencia universitaria. Una reflexión desde la experiencia y la investigación. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 10(2), 125-148.

- Nonaka, I., & Takeuchi, H. (1995). *The knowledge-creating company: How Japanese companies create the dynamics of innovation*. Oxford university press.
- Terán, J. (2014). *Principios Constitucionales y Jurídicos de la Tributación*. Quito, Ecuador: Editorial Justicia.
- Comunicación empresarial, segunda edición. María Cristina Ocampo Villegas, ECOE ediciones, 2008.
- El DirCom hoy, Dirección y Gestión de la Comunicación en la nueva economía, Joan Costa, 2da edición 2004 Editorial Trillas, México.
- UNESCO <http://www.oei.es/tic/UNESCOEstandaresDocentes.pdf>
- Oficial, R. (2012). *Reglamento de Carrera y Escalafón del Profesor e Investigador del Sistema de Educación Superior*. Quito, Ecuador.
- Salinas, J. (1997). Nuevos ambientes de aprendizaje para una sociedad de la información. *Revista pensamiento educativo*, 20, 81-104.
- Salinas, J. (2004). Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria. *International Journal of Educational Technology in Higher Education (ETHE)*, 1(1).
- Servicio de Rentas Internas. (2017). Catálogo Servicios en Línea. Recuperado el 25 de agosto del 2017 de: http://www.sri.gob.ec/DocumentosAlfrescoPortlet/descargar/634de855-da52-4de1-96ee-ae6ec63184d/catalogo_sevicios_en_linea.pdf
- Rosario, J. (2005). *La Tecnología de la Información y la Comunicación (TIC). Su uso como Herramienta para el Fortalecimiento y el Desarrollo de la Educación Virtual*. Disponible en el ARCHIVO del Observatorio para la CiberSociedad en <http://www.cibersociedad.net/archivo/articulo.php>.
- Servicio de Rentas Internas. Retención de Impuestos. Recuperado el 25 de Noviembre del 2016 de: <http://www.sri.gob.ec/de/web/10138/105>
- Torres Castro, M. (2008). *Estructura de los ingresos tributarios en el presupuesto general del Estado* (Master's thesis, Universidad Andina Simón Bolívar, Sede Ecuador).
- TRIBUTÁRIOS, C. C. I. D. A. (2000). *Manual de Administración Tributaria del CIAT*. Panamá: CIAT.
- Vargas Vargas, R. A. (2015). *Relación del cumplimiento del régimen aduanero de importación y el nivel de evasión tributaria aduanera por parte de los comerciantes del centro comercial Francisco Bolognesi en Tacna, 2014*.
- Vargas-Mendoza, J. E. (2006) *Teoría del conocimiento*. México: Asociación Oaxaqueña de Psicología A.C. En <http://www.conductitlan.net/conocimiento.ppt>

Las prácticas de responsabilidad social universitarias: aportes a la construcción de paz y tejido social

Carolina Lozano Rodríguez y Álvaro David Acosta Maldonado
Corporación Universitaria Minuto de Dios
Colombia

Sobre los autores

Carolina Lozano Rodríguez: Trabajadora Social de la Universidad Colegio Mayor de Cundinamarca y Magíster en Investigación Social Interdisciplinaria de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Docente, investigadora de la Corporación Universitaria Minuto de Dios sede virtual y a distancia en la sublínea de construcción de paz y tejido social. Actualmente docente de los cursos de sistematización en Trabajo Social y pedagogía social; líder del semillero de paz y tejido social y del grupo de investigación Trabajo Social, praxis y contextos. Experiencia en investigaciones sobre conflicto armado, memoria histórica y niñez.

Correspondencia: clozano10@uniminuto.edu.co

Álvaro David Acosta Maldonado: Antropólogo de la Universidad del Magdalena, especialista en ciencia política de la Universidad del Norte y Magister en estudios políticos de la Pontificia Universidad Javeriana en Bogotá. Docente investigador de la Corporación Universitaria Minuto de Dios sede Virtual y a Distancia y líder de investigación de Centro de Educación para el Desarrollo. Docente del área de formación humana en los cursos de constitución política, práctica en responsabilidad social y desarrollo social contemporáneo. Consultor en temas de políticas públicas, comunidades étnicas y memoria histórica.

Correspondencia: alvaro.acostam@uniminuto.edu

Resumen

Luego de la promulgación de la Ley 30 de 1992, las políticas de proyección social universitaria en Colombia toman gran importancia en los diseños curriculares y en los procesos de investigación. La Corporación Universitaria Minuto de Dios (Uniminuto), ha desplegado en sus 16 sedes las Prácticas en Responsabilidad Social, como escenarios de intervención y formación en competencias ciudadanas, en donde confluyen estudiantes, docentes, interlocutores del sector externo y comunidades. Esta confluencia se ha expresado en contribuciones para la construcción de paz en los distintos territorios donde se llevan a cabo estas prácticas. Mediante un estudio de corte cualitativo-hermenéutico efectuado en la sede virtual y a distancia de Uniminuto, se analizaron ocho entrevistas semiestructuradas y dos grupos de discusión realizadas a docentes, estudiantes e interlocutores del sector externo, donde se identificó que el trabajo conjunto entre los distintos actores de estas prácticas universitarias, constituye escenarios potentes de pedagogías para la paz, que van más allá de la idea de la ausencia de guerras y que, por el contrario, se relacionan con transformaciones culturales desde la no violencia y con los ámbitos de reconstitución del tejido social en los territorios donde transcurre la cotidianidad de las comunidades que se acompañan.

Palabras Claves: construcción de paz, pedagogías para la paz, prácticas de responsabilidad social, tejido social, transformaciones culturales.

University practices social responsibility: contributions to building peace and social fabric

Abstract

Following the enactment of Law 30 of 1992, university social policies in Colombia projection take great importance in curriculum design and research processes. Corporación Universitaria Minuto de Dios (Uniminuto) has deployed in its 16 offices Practices in Social Responsibility, as intervention scenarios and citizenship skills training in the confluence of students, teachers, external sector partners and communities. This confluence has been expressed in contributions to building peace in the different territories where they carry out these practices. Through a qualitative study nonhermeneutic cut made in the Site and distance Uniminuto eight semi-structured interviews and two focus groups conducted for teachers were analyzed.

Keywords: *peacebuilding, pedagogies for peace, social responsibility practices, social fabric, cultural transformations.*

Más allá del trabajo social, determinando las actividades de vinculación que desarrollan las universidades

Byron Fabricio Acosta Andino, Edgart Fabián Cueva Brito, Iván Alejandro Rueda Fierro
Universidad Técnica del Norte y Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Sobre los Autores

Byron Fabricio Acosta Andino: Doctor en Administración. Universidad Técnica del Norte. Ibarra-Ecuador. **Correspondencia:** byron@hotmail.com.br.

Edgart Fabián Cueva Brito: PhD (c) en Administración de Empresas. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito-Ecuador. **Correspondencia:** efcueb@puce.edu.ec.

Iván Alejandro Rueda Fierro: PhD (c) en Administración de Empresas. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Quito-Ecuador. **Correspondencia:** iarueda@puce.edu.ec.

Resumen

Esta investigación busca determinar la pertinencia y el estado de la vinculación en las universidades ecuatorianas. Para esto se analizaron los reportes de actividades de vinculación de 2016 y 2017 de las 60 universidades que funcionan actualmente en el Ecuador. Se contrastó lo reportado por cada institución y se validó con base a la literatura si las actividades desarrolladas son realmente de vinculación y de qué tipo son. Los resultados muestran que, del total de actividades reportadas por las universidades, un 75% corresponde a actividades de vinculación según lo señalado en la literatura. Se identificó que las universidades tienen un 7% de actividades de vinculación que reportan fuera de esta dimensión, aunque la consideraban parte; y un 18% reportaban actividades dentro de vinculación, aunque en sus reglamentos no las incluían. Al considerar solo las acciones que la literatura considera como actividades de vinculación, se puede observar que las IES no reportan un 37% de acciones a pesar de que las considera como parte de vinculación. Este comportamiento es el resultado del limitado conocimiento acerca del tema por parte de los *policymakers*, que transmiten concepciones parciales y equivocadas respecto a la práctica de la vinculación con la sociedad.

Palabras-clave: Vinculación con la colectividad; Transferencia de Tecnología; Universidades; Acción social; Instituciones de Educación Superior (IES)

Abstract

This research seeks to determine the relevance and status of the outreach activities in Ecuadorian universities. For this, the reports of 2016 and 2017 of the outreach activities from the 60 universities currently operating in Ecuador were analyzed. The information reported by each institution was checked and validated based on the literatura, seeking if the activities developed are really of outreach and of what type they are. The results show that, of the total of activities reported by the universities, 75% correspond to activities of outreach as indicated in the literature. It was identified that the universities have 7% of outreach activities that report outside this dimension; and 18% reported activities within outreach, although their regulations did not include them. Finally, when considering only the actions that the literature considers as outreach activities, it can be observed that universities do not report 37% of activities despite that he considers them as part of outreach. This behavior is the result of the limited knowledge about the subject on the part of the policymakers, who transmit partial and erroneous conceptions regarding the practice of outreach with society.

Key-words: *Outreach, Technology Transference, Universities, Social Action, Higher Education Institution (HEI)*

1. Introducción

Existen un sinnúmero de experiencias a lo largo y ancho del mundo que reseñan las actividades de vinculación que las universidades aplican en su entorno. Así como hay una variedad de actividades, hay una multiplicidad de definiciones que tratan de explicar la naturaleza de esta misión universitaria. Entre las definiciones clásicas están: las que tienen una visión economicista que valida las actividades de vinculación siempre y cuando representen ingresos de dinero para las universidades y; las que tienen una visión fiscalista que apunta a la reducción de la distancia entre la sociedad y la universidad, sin importar qué clase de actividad se realiza en este acercamiento (Campos Ríos, G., & Sánchez Daza, G. 2005).

Estas posiciones clásicas no abarcan lo que, en la modernidad, las universidades aplican como actividades de vinculación. Es necesario, en primer lugar dejar claro lo que se entiende por este concepto y en segundo lugar identificar las actividades que forman parte de la vinculación universitaria o tercer misión.

Reflejando la naturaleza de la tercera misión, D'Este, P., Castro Martínez, E., & Molas-Gallart, J. (2014) afirman que la vinculación es entendida como el conjunto de actividades universitarias relacionadas con: a) la generación de conocimiento y capacidades en colaboración con organizaciones y agentes no-académicos, así como b) el uso, aplicación y explotación del conocimiento y otras capacidades existentes en la universidad, fuera del entorno académico. De esta definición se extrae la clasificación de actividades de vinculación que se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Clasificación de las actividades de vinculación

		Actividades de Vinculación
Capacidades	Stock de conocimiento	Comercialización de resultados
		Emprendimiento
		Asesoría y consultoría
	Infraestructura física	Comercialización de servicios basados en infraestructura
Actividades	Investigación	Contratos de investigación
		Colaboración en proyectos de investigación
	Docencia	Movilidad de personal
		Prácticas en empresas
		Cursos y actividades de formación
		Alineamiento curricular
	Difusión	Formación de redes sociales
Diseminación no-académica		

Fuente: D'Este, P., Castro Martínez, E., & Molas-Gallart, J. (2014).

Un elemento de discusión acerca de las actividades de vinculación tiene que ver con su pertinencia, en este sentido Malagón (2006a) afirma que se debe mirar cuatro enfoques para analizar la pertinencia de las actividades de vinculación: 1) la necesidad de que las universidades se sintonicen con el mundo actual, 2) vinculación con el sector productivo, 3) la naturaleza social de la vinculación y 4) integral, poniendo como eje al currículo.

Es conveniente hablar de varias “pertinencias”, Malagón (2006a) las divide en: perspectiva política de la vinculación (la universidad insertada en un determinado contexto social), enfoque economicista (la universidad como motor de la economía de una sociedad), perspectiva social (la universidad como protagonista de los procesos sociales) y perspectiva integral (un modelo holístico)

Las actividades de vinculación que se nombraron tienen un nuevo sentido y reafirman la necesidad de sistematizar toda la gestión de vinculación de las instituciones de educación superior (IES). Al tener una guía de lo que se espera de las actividades de vinculación, las universidades logran un alineamiento de sus esfuerzos en la dirección correcta y eficiencia en uso de sus recursos.

2. El rol de las universidades y sus actividades de vinculación

De acuerdo con la UNESCO (1998), las misiones esenciales de la educación superior son: 1) educar y formar, 2) realizar investigaciones y 3) prestar servicios a la comunidad. Específicamente la tercera misión se refiere a las actividades relacionadas con la generación, uso, aplicación y explotación del conocimiento y otras capacidades universitarias fuera de los ambientes académicos (Molas-Gallart, Salter, Patel, Scott, & Duran, 2002). La tercera misión se desarrolla a partir de actividades de investigación (Laredo, 2007); como lo sostiene Campos y Sánchez (2005), no puede haber una vinculación real con la sociedad, si no existe materia prima de intercambio, que son los resultados de la investigación, con cierto grado de desarrollo y aplicabilidad. Cuando se transfiere el conocimiento desde la universidad al sector productivo, se integra a la ciencia y a la economía y se genera beneficios para toda la sociedad (Rikap, 2012). Es decir, la vinculación con la sociedad son

todos los esfuerzos que las universidades realizan para aplicar sus conocimientos generados en los *stakeholders*.

Al principio, la tercera misión se definía simplemente como cualquier actividad que no fuera el giro principal de enseñanza e investigación de las universidades; eso tenía sentido porque la mayoría de instituciones se enfocaba en el objetivo de promover nuevas funciones tales como la concesión de licencias tecnológicas o los *spin-outs* (Hatakenaka, 2005). Sin embargo, como lo menciona Hatakenaka (2005) a medida que las instituciones profundizan en estas actividades, ha quedado claro que la mayoría de las actividades de la tercera misión tienen (y deberían) fuertes vínculos con la docencia o la investigación.

Para la OEU (2006), la tercera misión de la universidad es la relación que tiene con el mundo no académico exterior e incluye actividades como: la generación de conocimiento en colaboración con la industria, patentes y licencias, creación de empresas *spin-off* y participación en la vida social y cultural. En esa misma perspectiva, para Hatakenaka (2005) son actividades de vinculación una amplia gama de actividades, incluyendo licencias, *spin-outs*, servicios de extensión para las comunidades locales, consultoría y educación empresarial. Es decir, para que exista vinculación, la universidad debe tener como insumo, resultados de investigación, para ser aplicados a la sociedad y que generen beneficios (económicos y no-económicos) para ella y su receptor. En este sentido Saavedra; María (Saavedra & María, 2009) resume en tres enfoques a las actividades de la tercera misión: enfoque economicista que consiste en la venta de servicios, el enfoque fiscalista que confunde la extensión con la vinculación y el enfoque de la vinculación como nueva función de las universidades.

Molas-Gallart et al. (2002) sostienen que el término tercera misión está sujeto a tres interpretaciones. La primera, como flujo de ingresos ya sea por fondos públicos que las universidades reciben para apoyar sus responsabilidades docentes, o fondos gubernamentales recibidos para apoyar la investigación o por fondos provenientes de fundaciones, gobiernos extranjeros o el sector privado. La segunda, como actividades de generación de recursos de la universidad a través de la comercialización de tecnologías, patentes, licencias, actividades de investigación, consultoría o generación de empresas *spin off*. La tercera, como actividades de alcance social. Desde este punto de vista, la tercera misión se ve vinculada a la generación de recursos para apoyar a la investigación, la comercialización de tecnología o transferencia de la misma y la acción social. Como lo sostiene Beltrán-Llavedor et al. (2014), las universidades buscan dar respuesta a las necesidades sociales mediante la extensión, la investigación y la transferencia tecnológica; que son formas de ejercer su responsabilidad social con la sociedad. El papel de las universidades, en lo que respecta a la acción social, no es ocupar el rol del Estado o de las ONG. Su función, por el contrario, es asumir de mejor manera su rol de formación integral de las personas con fines éticos y en búsqueda del desarrollo sostenible de su comunidad (Beltrán-Llavedor et al., 2014). La importancia del carácter social de la vinculación radica precisamente en que, sin descuidar la formación académica y científica de los estudiantes, la formación integral permite a la universidad intervenir en su entorno con la suficiencia necesaria para generar dinámicas de cambio hacia una sociedad más justa y solidaria (Malagón, 2006b). La vinculación no es simplemente ofrecer servicios sin costo a grupos vulnerables; su esencia va más allá de la gratuidad, es ofrecer servicio basados en los resultados de investigación que pueden o no generar ingresos para la universidad. Así, la tercera misión tiene dos dimensiones, una económica y otra social (Tabla 2). No obstante, dependiente de a quién va dirigida la actividad, la dimensión económica se puede transformar en social.

Tabla 2. Dimensiones de la tercera misión

Dimensión	Sub-dimensión	Enfoque
Económica	Recursos Humanos	Transferencia de conocimiento de los estudiantes de doctorado
	Propiedad intelectual	Conocimiento producido por la universidad y su gestión
	Spin-offs	Transferencia de conocimiento a través del emprendimiento
	Contratos con la industria	Coproducción de conocimiento y su transferencia a la industria
Social	Comprensión pública de la ciencia	Interacción con la sociedad
	Participación en la vida social y cultural	Participación de la universidad en la vida social
	Participación en la formulación de políticas	Participación en formulación y aplicación de políticas
	Contratos con organismos públicos	Servicio público

Fuente: Laredo (2007); OEU (2006).

Por lo tanto, para el desarrollo de la tercera misión se requiere de una transformación en los métodos de investigación y prácticas, el desarrollo de nuevas competencias y establecer nuevas carreras (OEU, 2006b). De acuerdo a la OEU (2006), la vinculación con la colectividad se da en las universidades si: a) la intensidad de la interacción entre la ciencia y la sociedad aumenta significativamente; b) el conocimiento circula entre los diferentes actores; c) la demanda de investigación universitaria produce un conocimiento sólido que se validó más allá del laboratorio porque ha sido probado en otros contextos; y, d) el cambio de los programas de estudios al considerar necesidades laborales del mercado actual y las necesidades multidisciplinares de investigación.

La vinculación con la sociedad es una función sustantiva de las instituciones de educación superior (IES); como tal, esta debe ser evaluada con el objetivo de identificar su impacto y contribuciones hacia los *stakeholders*. De esta forma, existe la necesidad de generar indicadores para apoyar la gestión de las actividades de la tercera misión, orientar la acción política y apoyar la investigación sobre su naturaleza e impacto (Molas-Gallart et al., 2002). De acuerdo con Molas-Gallart et al. (2002) la inexistencia de parámetros internacionales y estandarizados, y la falta de información que registran las IES, ha incentivado a que cada país desarrolle sus propios *frameworks*; que procuran por un lado, identificar la institucionalización de la vinculación en las universidades, y por otro lado, determinar si lo realizado por las IES realmente es vinculación y cuál es su impacto generado. La Tabla 3 presenta como los diferentes regiones y países han estructurado sus modelos de evaluación universitaria para medir las actividades de vinculación.

Tabla 3. Estructura de medición de la dimensión vinculación

Región/País	Dimensión	Criterio	Sub-criterio	Nº de indicadores
Unión Europea		<ul style="list-style-type: none"> I+D contratada con entidades no-académicas. 		4

	<ul style="list-style-type: none"> Mecanismos basados en actividades 	<ul style="list-style-type: none"> I+D en colaboración con entidades no-académicas. Movilidad de personal. Prácticas en entidades no-académicas. Cursos y actividades de formación. Alineamiento curricular. Participación en programas o redes sociales. Difusión no-académica. 	<p>7</p> <p>2</p> <p>3</p> <p>5</p> <p>3</p> <p>4</p> <p>5</p>
	<ul style="list-style-type: none"> Mecanismos basados en las capacidades 	<ul style="list-style-type: none"> Asesoramiento y consultoría. Emprendimiento (creación de empresas). Transferencia de conocimiento. Comercialización de infraestructura física. 	<p>9</p> <p>4</p> <p>8</p> <p>5</p>
Chile	<ul style="list-style-type: none"> Perfil de egreso y resultados 	<ul style="list-style-type: none"> Vinculación con el medio. 	<p>6</p>
Colombia	<ul style="list-style-type: none"> Procesos académicos 	<ul style="list-style-type: none"> Extensión o proyección social. 	<p>8</p>
	<ul style="list-style-type: none"> Investigación, Innovación y Creación Artística y Cultural 	<ul style="list-style-type: none"> Formación para la investigación, la innovación y la creación artística y cultural. Compromiso con la investigación y la creación artística y cultural. 	<p>12</p> <p>7</p>
Costa Rica	<ul style="list-style-type: none"> Proceso educativo 	<ul style="list-style-type: none"> Extensión. 	<ul style="list-style-type: none"> Política y procedimientos para actividades de extensión. Lineamientos para proyectos de extensión. Acciones de extensión que proyecten la carrera sobre el entorno social. Promover e incentivar a los académicos la realización de proyectos de extensión. Recursos para actividades de extensión. Alianzas estratégicas internas y externas. <p>1</p> <p>1</p> <p>2</p> <p>1</p> <p>2</p> <p>1</p>

			<ul style="list-style-type: none"> ● Establecer indicadores que midan la gestión de los proyectos de extensión. 	2
			<ul style="list-style-type: none"> ● Difusión de los resultados de los proyectos de extensión. 	3
			<ul style="list-style-type: none"> ● Establecer indicadores que midan el impacto de los proyectos de extensión. 	2
	● Resultados	● Proyección de la carrera.	● Producción académica proveniente del trabajo de investigación y extensión del docente.	6
Ecuador	● Vinculación	<ul style="list-style-type: none"> ● Institucionalización. ● Resultados de la vinculación. 		2
MERCOSUR	● Proyecto académico	● Extensión, Vinculación y Cooperación.		1
México	● Vinculación-Extensión	<ul style="list-style-type: none"> ● Vinculación con los sectores Público, Privado y Social. ● Seguimiento de egresados. ● Intercambio académico. ● Servicio social. ● Bolsa de trabajo. ● Extensión. 		2
				1
				1
				1
				1
				1
	● Proyecto académico	● Investigación y extensión.	<ul style="list-style-type: none"> ● Establecer metas relativas a la investigación y extensión. ● Evidenciar el cumplimiento de las metas de investigación y extensión. 	3
				8
Paraguay	● Resultados e Impacto	● Impacto social.	<ul style="list-style-type: none"> ● Mecanismos de consulta a empleadores y egresados que evalúen el perfil de egreso. ● Participación externa en sus instancias de planificación, desarrollo, revisión de planes y programas de estudio y en las relaciones de vinculación. 	5
				5

Perú	<ul style="list-style-type: none"> ● Formación profesional 	<ul style="list-style-type: none"> ● Extensión universitaria y acción social. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Generación y evaluación de proyectos de extensión universitaria y acción social. 	8
	<ul style="list-style-type: none"> ● Servicios de apoyo 	<ul style="list-style-type: none"> ● Docentes. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Labor de extensión universitaria y de acción social. 	3

Fuente: ANEAES (ANEAES, 2013)(ANEAES, 2013); ARCU-SUR (2008); CEAACES (CEAACES, 2015); CNA (CNA, 2013); CNA-CHILE (2008); CONEAU (CONEAU, 2012); COPAES (COPAES, 2012); D’Este, Castro Martínez y Molas-Gallart (D’Este, Castro Martínez, & Molas-Gallart, 2014); SINAES (SINAES, 2011); SINAES (SINAES, 2012).

Se observa que los modelos desarrollados por los diferentes países/regiones se estructuran en tres o cuatro niveles –Dimensiones, Criterios, Sub-criterios, Indicadores–. De los modelos analizados, únicamente los desarrollados por la Unión Europea, Colombia y Paraguay, integran los resultados obtenidos del trabajo de I+D como insumo necesario para realzar y medir las actividades de vinculación con la sociedad. Cada país denomina de forma diferente la relación entre universidad-sociedad como: Vinculación con el medio (Chile), proyección social (Colombia), extensión (Costa Rica, MERCOSUR y Paraguay), vinculación (Ecuador y México), impacto social (Paraguay), extensión universitaria y acción social (Perú). Además, solo los modelos desarrollados por Chile, Ecuador, MERCOSUR y México establecen una sola dimensión para medir el impacto de sus actividades con la sociedad; mientras que los otros países lo desagregan en más de una dimensión; por ejemplo, Paraguay lo mide como Proyecto académico y Resultados de impacto. Para Paleari et al. (2015) los modelos de evaluación universitaria tiene un fuerte sesgo de comparación debido a que cada país los desarrolla en función de sus necesidades para valorar la gestión de las universidades.

D’Este; Castro Martínez; Molas-Gallart (2014), proponen un manual de indicadores de vinculación de la universidad con el entorno económico, “Manual de Valencia”. El objetivo de manual es establecer un marco para el diseño de indicadores de las actividades de Tercera Misión para que las universidades cuenten con instrumentos para desarrollar estrategias de vinculación y puedan medir efectivamente su desempeño. Además, en la medida en que los gobiernos estén dispuestos a otorgar recursos para el apoyo de la vinculación, se hace necesario un sistema de indicadores, que permita a los gobiernos basar las decisiones de asignación de recursos sobre la base de evidencia práctica (D’Este et al., 2014).

En 2017, se realizó una nueva edición del Manual de Valencia. En esta edición se propone indicadores agrupados en dos dimensiones: capacidades para las actividades de vinculación y actividades de vinculación. La primera dimensión incluye aspectos relativos al stock de conocimiento y a las capacidades asociadas a la infraestructura física y organizativa de la institución y la segunda abarca lo que las universidades hacen para vincularse con su entorno (OCTS-OEI & RICYT, 2017). A su vez, la primera tiene cinco niveles: desarrollo institucional, producción científica, producción intelectual, comercialización de la infraestructura física y emprendimiento. La segunda dimensión tiene cuatro subniveles: I+D contratada con entidades no académicas, asesoramiento y consultoría, prácticas en entidades no académicas, cursos y actividades de formación, alineamiento curricular, actividades de extensión, cooperación al desarrollo, difusión no académica y participación en redes.

En síntesis, un componente importante que se observa en el Manual de Valencia, y en los modelos desarrollados por la UE, Colombia y Paraguay es el establecimiento de actividades de investigación y transferencia de tecnología como fuentes generadoras de actividades de vinculación. Es decir, la vinculación no se resume simplemente a trabajo social, actividades culturales, servicio comunitario y actividades deportivas; como algunos países lo consideran.

En lo que respecta a la transferencia de tecnología, sus mecanismos de transferencia se pueden resumir en tres grupos. El primero, está conformado por la gestión de la propiedad intelectual, solicitud y obtención de patentes basados en los resultados de la investigación, comercialización de la propiedad intelectual e ingresos provenientes de acuerdos de licenciamiento (Alessandrini, Klose, & Pepper, 2013; Feng, Chen, & Wang, 2012; González-Pernía et al., 2013; Necochea-Mondragón, Pineda-Domínguez, & Soto-Flores, 2013; Ranga, Temel, Ar, Yesilay, & Sukan, 2016; Schoen, van Pottelsberghe de la Potterie, & Henkel, 2014; Vinig & Lips, 2015). El segundo agrupa aspectos relacionados con la prestación de servicios especializados, servicios de consultoría, programas de capacitación y educación continua, asistencia técnica; gestión de contratos de investigación; servicios de planificación de negocios para inventores e investigadores; y acuerdos de investigación y desarrollo corporativo (Alessandrini et al., 2013; Martínez, Rojas, Guiilen, & Antúnez, 2012; Necochea-Mondragón et al., 2013; Ranga et al., 2016). Y el tercer grupo se relaciona con servicios de spin-out (Schoen et al., 2014), creación de spin-offs (González-Pernía et al., 2013; Ranga et al., 2016; Vinig & Lips, 2015), creación de start-up (Jonsson, Baraldi, & Larsson, 2015), y servicios de incubación de empresas y parques tecnológicos (González-Pernía et al., 2013).

Para ampliar esta visión Estébanez; Korsunsky (2003) sugieren los siguientes indicadores para medir el estado de la transferencia de tecnología en relación con la vinculación sociedad: 1) Indicador de actividad total (relaciona las actividades de vinculación que transfieren tecnología con el total de actividades de vinculación, 2) Indicador de nivel de actividad de transferencia (relaciona la cantidad de transferencias con la cantidad de unidades de análisis que declaran actividades de vinculación), 3) Indicador del tipo de actividad de transferencia (relaciona la cantidad de transferencia según tipo de actividad de la transferencia con la cantidad total de transferencia), 4) Indicador de orientación social de las transferencias (relaciona la cantidad de transferencias según tipo de destinatario con la cantidad total de transferencias), 5) Indicador de alcance territorial (relaciona la cantidad de transferencias según ámbito de alcance territorial con la cantidad total de transferencias) y, 6) Indicador de modo (relaciona la cantidad de transferencia según tipo de actividad y destinatario de transferencias con el total de actividades de transferencia).

En función de la literatura revisada, la Figura 1 presenta las actividades propias de transferencia de tecnología y de vinculación que las universidades deben desarrollar. Como se puede observar, solo la acción social y la participación en la vida social y cultural son consideradas actividades solo de vinculación; el resto de actividades están relacionadas directamente con TT que tienen como insumo principal I+D que realiza la universidad.



Figura 1. Relación entre TT y vinculación

Fuente: (Rueda, Acosta, & Cueva, n.d.)

3. Procedimientos metodológicos

Para determinar la correspondencia, pertinencia y el estado de la vinculación en las universidades se trabajó con el universo de 60 IES ecuatorianas públicas, privadas y cofinanciadas. Se recolectó la información por medio de fuente secundaria disponible en el sitio web de cada institución. La información revisada corresponde a los siguientes documentos: 1) 33 reglamentos y políticas asociados a la vinculación; 2) 102 reportes de rendición de cuentas e informes de gestión; 3) 24 reportes de vinculación; y, 4) 52 planes estratégicos vigentes en la fecha de investigación o finalizados antes del año 2017. Al acceder a la página web de cada institución para descargar los documentos, simultáneamente se verificaba si la IES presentaba un departamento de vinculación formalmente establecido; en el caso de que dicha información no estuviera disponible en el sitio, se verificaba esa información en los documentos institucionales descargados. La información fue recolectada y analizada en un periodo de seis meses.

Los datos fueron analizados a través de análisis de contenido con base a la revisión de la literatura presentada en la sección anterior, y en función de los siguientes constructos teóricos: a) La institución cuenta con un departamento formalmente establecido de vinculación; b) número y tipo de actividades que la institución desarrolla; c) coherencia de las actividades desarrolladas con el concepto de vinculación con la sociedad; d) relación de las actividades declaradas en los reglamentos frente a las reportadas en los informes de rendición de cuentas. Al analizar los datos según estos criterios los resultados mostraron: la(s) actividad(es) de vinculación más desarrolladas por la IES; las actividades que sin serlas son declaradas como de vinculación y la correspondencia entre lo planificado frente a los ejecutados en relación con la vinculación.

4. Análisis y discusión

En el Ecuador existen 60 Instituciones de Educación Superior conformadas por 52 universidades y 8 escuelas politécnicas; de las cuales 33 son públicas, 19 privadas y 8 cofinanciadas, lo que muestra que la educación superior en el país es soportada por el Estado. Del total de IES, la mitad se

encuentran ubicadas en las dos ciudades más grandes del país (Quito y Guayaquil), observando una concentración de la educación superior en dos polos urbanos.

De las 60 IES, el 82% (49) cuentan con un departamento formalmente establecido de vinculación con la colectividad en su estructura organizacional; cuya función es planificar, organizar, dirigir y controlar las actividades relacionadas con la vinculación. El nombre más utilizado para llamar a esta estructura es “Dirección de vinculación con la sociedad”. Los datos muestran que la tercera misión se encuentra institucionalizada en las IES ecuatorianas sobre todo en las universidades públicas (Tabla 2). Esta institucionalidad establecida es el resultado de la aplicación de modelos de evaluación y acreditación impuestos por las organizaciones rectoras de la educación superior desde el año 2010. Aunque existen universidades sin departamentos de vinculación, se evidenció que sí realizan actividades de vinculación en concordancia con lo establecido por organismos de control.

Tabla 2. Existencia de un departamento de Vinculación con la colectividad

Tipo de IES	Si tiene	No tiene
Pública	85%	15%
Privada	79%	21%
Cofinanciada	75%	25%

Esta institucionalización de la vinculación se la comprobó también al analizar los objetivos propuestos en sus planes estratégicos de las IES. Del total de universidades, el 58% cuenta con un plan estratégico vigente y el 25% con planes estratégicos finalizados en el periodo de esta investigación (2017). Además, todas las instituciones cuentan con al menos un objetivo estratégico relacionado con la vinculación con la colectividad (Tabla 3)

Tabla 3. Número de objetivos relacionados con Vinculación

Plan estratégico	Número de objetivos	Total IES
Vigente	1	30
	2	3
	3	2
Total		35
Finalizado	0	1
	1	11
	2	4
	6	6
Total		14

Al analizar las actividades de vinculación planteadas por las universidades, se determinó que existen 20 tipos de acciones que las IES consideran como de vinculación. De acuerdo a la literatura revisada, 10 actividades se consideran simultáneamente como de vinculación y transferencia de tecnología (V-TT), dos son acciones exclusivamente de vinculación (VC), y ocho no son actividades de vinculación, aunque las universidades las consideran como tal (NV) (Tabla 4).

Tabla 4. Actividades declaradas por las IES como de vinculación

Actividad	Vinculación	Transferencia de Tecnología	No-Vinculación
Acción social	●		
Participación en la vida social y cultural	●		
Asistencia técnica	●	●	
Capacitación	●	●	
Consultoría	●	●	
Creación de spin-offs	●	●	
Formación continua	●	●	
Investigación-vinculación	●	●	
Servicios a la comunidad	●	●	
Servicios especializados	●	●	
Solicitud y obtención de patentes	●	●	
Transferencia de tecnología	●	●	
Ayudantías de investigación			●
Deportes			●
Inserción laboral			●
Movilidad estudiantil y docente			●
Prácticas y pasantías			●
Redes			●
Relaciones internacionales			●
Seguimiento a graduados			●

Comparando las actividades que registran cada IES como vinculación se puede determinar que, del total de actividades reportadas, un 75,36% corresponde a actividades de vinculación según lo señalado en la literatura; siendo la acción social, los servicios a la comunidad y la formación continua, las actividades más aplicadas por las IES (Tabla 5). Esta concentración en únicamente tres actividades se debe a que el CEAACES (2015) dentro de su Modelo de Evaluación y Acreditación evalúa únicamente estas actividades dentro del componente de vinculación, observando que desde el Estado se tiene una visión reducida del alcance real de los procesos de vinculación.

Tabla 5. Porcentaje de correspondencia de las actividades de vinculación declaradas por las IES

Tipo	Acción	Si*	Si % **	Correspondencia
VC	Acción social	39	18,84%	Corresponde
VC	Participación en la vida social y cultural	11	5,31%	Corresponde
V-TT	Servicios a la comunidad	32	15,46%	Corresponde
V-TT	Formación continua	21	10,14%	Corresponde
V-TT	Capacitación	16	7,73%	Corresponde
V-TT	Prestación de servicios especializados	12	5,80%	Corresponde
V-TT	Transferencia de tecnología	6	2,90%	Corresponde
V-TT	Creación de spin-offs (Emprendimiento)	6	2,90%	Corresponde
V-TT	Asistencia técnica	5	2,42%	Corresponde
V-TT	Consultoría	4	1,93%	Corresponde
V-TT	Investigación-vinculación	3	1,45%	Corresponde

V-TT	Solicitud y obtención de patentes	1	0,48%	Corresponde
NV	Prácticas pre-profesionales y pasantías	18	8,70%	No corresponde
NV	Redes	11	5,31%	No corresponde
NV	Seguimiento a graduados	8	3,86%	No corresponde
NV	Inserción laboral	5	2,42%	No corresponde
NV	Movilidad estudiantil y docente	5	2,42%	No corresponde
NV	Relaciones internacionales	3	1,45%	No corresponde
NV	Deportes	1	0,48%	No corresponde
NV	Ayudantías de investigación	0	0,00%	No corresponde

*Total de IES que reportaron

**Porcentaje calculado sobre un total de 207 actividades declaradas por las IES

En la Tabla 6, se observa que las actividades que no son acciones de vinculación de acuerdo con la literatura, son declaradas en similares proporciones tanto por las IES públicas, privadas o cofinanciadas; demostrando que el sistema de educación superior en el Ecuador tiene un comportamiento similar respecto a lo que considera vinculación con la colectividad. Este comportamiento es el resultado del limitado conocimiento acerca del tema por parte de los *policymakers*, que transmiten concepciones parciales y equivocadas respecto a la práctica de la vinculación con la sociedad.

Tabla 6. Porcentaje de actividades de vinculación declaradas por tipo de IES

Tipo	Actividad	Públicas*	Privadas**	Cofinanciadas***
VC	Acción social	94%	84%	100%
VC	Participación en la vida social y cultural	48%	53%	63%
V-TT	Asistencia técnica	9%	16%	25%
V-TT	Capacitación	55%	37%	63%
V-TT	Consultoría	45%	37%	75%
V-TT	Creación de spin-offs	21%	26%	25%
V-TT	Formación continua	82%	47%	75%
V-TT	Investigación-vinculación	30%	16%	75%
V-TT	Servicios a la comunidad	67%	74%	75%
V-TT	Servicios especializados	30%	58%	75%
V-TT	Solicitud y obtención de patentes	3%	0%	0%
V-TT	Transferencia de tecnología	27%	26%	50%
NV	Ayudantías de investigación	6%	0%	0%
NV	Deportes	9%	5%	25%
NV	Inserción laboral	24%	26%	38%
NV	Movilidad estudiantil y docente	24%	21%	25%
NV	Prácticas y pasantías	67%	53%	75%

NV	Redes	48%	32%	50%
NV	Relaciones internacionales	21%	16%	13%
NV	Seguimiento a graduados	36%	42%	50%

* De un total de 33 IES

** De un total de 19 IES

*** De un total de 8 IES

Al comparar los reportes de rendición de cuentas con respecto a lo que cada IES declaraba como vinculación dentro de su reglamento o en el apartado de vinculación; se encontró que solo tres IES tienen una coincidencia total; mientras que el 28% presentaba un porcentaje de coincidencia menor al 30% entre lo que declara que hace como vinculación frente a las actividades que realmente ejecuta como parte de la vinculación. Dicho en otra manera, si una universidad declara realizar 10 actividades, al momento de evaluar su ejecución solo ha realizado 3 de las 10 propuestas inicialmente. Esto refleja que las IES no planifican, no ejecutan, ni evalúan sus actividades en función de la visión de futuro que tienen (Tabla 7).

Tabla 7. Porcentaje de actividades de vinculación que coinciden con el informe de rendición de cuentas

% vinculación	Actividades	Frecuencia	% acumulado
0%	10%	2	4%
10%	20%	7	16%
20%	30%	7	28%
30%	40%	9	44%
40%	50%	7	56%
50%	60%	11	75%
60%	70%	7	88%
70%	80%	4	95%
80%	90%	0	95%
90%	100%	3	100%
Total		57*	

*De las 60 IES se obtuvo el informe de 57

Además, se identificó que las universidades tienen un 7% de actividades de vinculación que reportan fuera de esta dimensión, aunque la consideraban parte; y un 18% reportaban actividades dentro de vinculación, aunque en sus reglamentos no las incluían (Tabla 8). Esto muestra que las universidades, sobre todo las públicas, aún no tienen claro el concepto de vinculación, debido a que en ciertos casos realizan actividades de vinculación sin saber que las están haciendo, y por tal motivo no las reportan como tal, o en caso contrario, realizan actividades que creen que son de vinculación cuando en realidad pertenece a otras dimensiones como gestión académica o investigación.

Tabla 8. Reporte de actividades de vinculación

Estado	Públicas	Privadas	Cofinanciadas	Total
Si reporta*	59%	23%	18%	47%
No reporta**	52%	30%	17%	28%

Reporta actividades fuera de vinculación, aunque las consideraban dentro***	48%	27%	24%	7%
Reporta actividades dentro de vinculación, aunque las consideraba fuera****	55%	31%	14%	18%

* De un total de 207 actividades

** De un total de 122 actividades

*** De un total de 33 actividades

**** De un total de 80 actividades

Si se analiza con mayor detalle cada una de las 20 actividades declaradas, se puede concluir que la Formación continua es la actividad que más reportan las IES por fuera de la dimensión de vinculación en sus informes de rendición de cuentas, aunque dentro de sus reglamentos la consideran como parte de la vinculación (Tabla 9). Se observa que la prestación de servicios especializados, así como la transferencia de tecnología se reportan dentro de vinculación, aunque en sus reglamentos forma parte de otras dimensiones como investigación o docencia.

Tabla 9. Reporte por actividad de vinculación

Tipo	Acción	Si	SIV**	SIA***	Si %*	SIV %*	SIA %*	Correspondencia
VC	Acción social	39	2	1	12%	1%	0%	Corresponde
VC	Participación en la vida social y cultural	11	2	4	3%	1%	1%	Corresponde
V-TT	Servicios a la comunidad	32	0	5	10%	0%	2%	Corresponde
V-TT	Formación continua	21	7	2	7%	2%	1%	Corresponde
V-TT	Capacitación	16	3	6	5%	1%	2%	Corresponde
V-TT	Prestación de servicios especializados	12	0	8	4%	0%	3%	Corresponde
V-TT	Transferencia de tecnología	6	0	7	2%	0%	2%	Corresponde
V-TT	Creación de spin-offs (Emprendimiento)	6	0	5	2%	0%	2%	Corresponde
V-TT	Asistencia técnica	5	0	0	2%	0%	0%	Corresponde
V-TT	Consultoría	4	1	2	1%	0%	1%	Corresponde
V-TT	Investigación-vinculación	3	1	5	1%	0%	2%	Corresponde
V-TT	Solicitud y obtención de patentes	1	0	0	0%	0%	0%	Corresponde
NV	Prácticas pre profesionales y pasantías	18	6	2	6%	2%	1%	No corresponde
NV	Redes	11	1	11	3%	0%	3%	No corresponde
NV	Seguimiento a graduados	8	6	4	3%	2%	1%	No corresponde

NV	Inserción laboral	5	2	4	2%	1%	1%	No corresponde
NV	Movilidad estudiantil y docente	5	1	6	2%	0%	2%	No corresponde

*Los porcentajes son calculados considerando la sumatoria de todas las actividades reportadas 320

**Actividades que las IES reportan fuera de vinculación, aunque las consideraban dentro

***Actividades que las IES reportan dentro de vinculación, aunque las consideraban fuera

Los resultados evidencian que las IES no tienen claro el concepto de vinculación con la colectividad, su alcance y correspondencia. Al observar la Tabla 10, en donde solo se incluyen las actividades de vinculación que la literatura considera, se puede apreciar que en el caso de la participación en la vida social y cultural, que es una actividad de vinculación, más de la mitad de las IES que la contemplaron ejecutarla no la hicieron. Este comportamiento se repite en mayor grado en el caso de las consultorías en donde el 83% de las IES que declararon que harían consultorías como acción de vinculación no la hicieron.

Tabla 10. Reporte de actividades consideradas como de vinculación

Tipo	Acción	Total de IES que consideraron esta acción	Total de IES que no reportaron	Porcentaje que no reportaron
V	Acción social	50	11	22,00%
V	Participación en la vida social y cultural	25	14	56,00%
VT	Consultoría	24	20	83,33%
VT	Formación continua	32	11	34,38%
VT	Investigación-vinculación	12	9	75,00%
VT	Prestación de servicios especializados	19	7	36,84%
VT	Transferencia de tecnología	11	5	45,45%
VT	Servicios a la comunidad	36	4	11,11%
VT	Capacitación	20	4	20,00%
VT	Creación de spin-offs (Emprendimiento)	9	3	33,33%
VT	Asistencia técnica	7	2	28,57%
VT	Solicitud y obtención de patentes	1	0	0,00%

Esto demuestra que las IES, ya sean en su reglamento, planificación estratégica o rendición de cuentas consideran acciones para realizar vinculación con la colectividad, pero que muchas de esas se quedan solo en declaraciones ya que se les complica llevarlas a la práctica.

5. Conclusiones

El objetivo de esta investigación fue determinar el estado de la vinculación con la sociedad en las universidades ecuatorianas. Se evidencia que el 80% de las universidades ya cuentan con un departamento de vinculación formalmente establecido, impulsado por los procesos de evaluación y acreditación instaurados desde 2010 por las instituciones que ejercen la rectoría de la educación superior. En relación al tipo de actividades, las universidades desarrollan 20 tipos que se pueden

clasificar en tres grupos: a) actividades puras de vinculación, b) actividades de vinculación y transferencias de tecnología, y c) actividades que no son de vinculación, pero las universidades las consideran como tal.

De los tipos de actividades ejecutadas, la acción social, los servicios a la comunidad y la formación continua, son las más aplicadas por las IES. A pesar de que existen más actividades de vinculación, la concentración en solamente tres tipos se debe a que las instituciones que norman la educación superior evalúan únicamente estas actividades en sus modelos de acreditación institucional; observando que desde el Estado se tiene una visión limitada del real alcance de los procesos de vinculación con la sociedad por parte de las IES. El entendimiento parcial del concepto de vinculación concibe también interpretaciones incorrectas que desencadenan en el desarrollo de actividades que no pueden ser consideradas como de vinculación con la comunidad.

Finalmente, es importante que las universidades del Ecuador no se conformen con las normas y políticas de evaluación institucional impuestas por los entes reguladores, que pueden estar limitadas e incorrectas; y busquen en otras realidades las diferentes concepciones teóricas de los procesos de docencia, investigación y por supuesto vinculación con la sociedad.

6. Referencias

- Alessandrini, M., Klose, K., & Pepper, M. S. (2013). University entrepreneurship in South Africa: Developments in technology transfer practices. *Innovation: Management, Policy and Practice*, 15(2), 205–214. <http://doi.org/10.5172/impp.2013.15.2.205>
- ANEAES. (2013). *Modelo nacional de acreditación de la educación Superior* (No. 13). Asunción, Paraguay: Agencia Nacional de Evaluación y Acreditación de la Educación Superior.
- ARCU-SUR. (2008). Dimensiones, Componentes, Criterios e Indicadores para la Acreditación Mercosur - Agronomía. Montevideo: Acreditación Regional de Carreras Universitarias MERCOSUR - ARCUSUR.
- Beltrán-Llavorador, J., Íñigo-Bajo, E., & Mata-Segreda, A. (2014). La responsabilidad social universitaria, el reto de su construcción permanente. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 5(14), 3–18. [http://doi.org/10.1016/S2007-2872\(14\)70297-5](http://doi.org/10.1016/S2007-2872(14)70297-5)
- Campos Ríos, G., & Sánchez Daza, G. (2005). La vinculación universitaria : ese oscuro objeto del deseo. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 7(2), 1–13.
- CEAACES. (2015). *Modelo de Evaluación Institucional de Universidades y Escuelas Politécnicas*. Quito: Consejo de Evaluación, Acreditación y Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior -CEAACES.
- CNA. (2013). Lineamientos para la Acreditación de Programas de Pregrado. Bogotá: Consejo Nacional de Acreditación – CNA.

- CNA-CHILE. (2008). Manual de pares evaluadores guía para la evaluación externa con fines de acreditación carreras y programas de pregrado. Santiago de Chile: Comisión Nacional de Acreditación, CNA-CHILE.
- CONEAU. (2012). Estándares para la acreditación de la carrera profesional universitaria de administración. Lima: Consejo de Evaluación, Acreditación y Certificación de la Calidad de la Educación Superior Universitaria - CONEAU.
- COPAES. (2012). Marco General para los Procesos de Acreditación de Programas Académicos del Nivel Superior. México DF: Consejo para la Acreditación de la Educación Superior-COPAES.
- D'Este, P., Castro Martínez, E., & Molas-Gallart, J. (2014). Documento de base para un “Manual de Indicadores de Vinculación de la universidad con el entorno socioeconómico” (Manual de Valencia).
- Estébanez, M. E., & Korsunsky, L. (2003). Medición de actividades de vinculación y transferencia de conocimientos científicos y tecnológicos. *RICYT: El Estado de La Ciencia. Principales Indicadores Deficiencia Y Tecnológica Iberoamericanos/interamericanos*, 83–92.
- Feng, H., Chen, C., & Wang, C. (2012). The role of intellectual capital and university technology transfer offices in university-based technology transfer. *The Service Industries Journal*, 32(6), 37–41. <http://doi.org/10.1080/02642069.2010.545883>
- González-Pernía, J. L., Kuechle, G., Peña-Legazkue, I., Gonzalez-Pernia, J. L., Kuechle, G., Pena-Legazkue, I., ... Peña-Legazkue, I. (2013). An Assessment of the Determinants of University Technology Transfer. *Economic Development Quarterly*, 27(1), 6–17. <http://doi.org/10.1177/0891242412471847>
- Hatakenaka, S. (2005). Development of third stream activity: Lessons from international experience. *HEFCE Report*, (November 2005), 35.
- Jonsson, L., Baraldi, E., & Larsson, L.-E. (2015). A broadened innovation support for mutual benefits: Academic engagement by universities as part of technology transfer. *International Journal of Technology Management & Sustainable Development*, 14(2), 71–91. http://doi.org/10.1386/tmsd.14.2.71_1
- Laredo, P. (2007). Revisiting the Third Mission of Universities : Toward a Renewed Categorization of University Activities ?, 441–456. <http://doi.org/10.1057/palgrave.hep.8300169>
- Malagón, L. A. (2006a). La pertinencia en la educación superior: elementos para su comprensión. *Revista de La Educación Superior*, XXXII(2003).
- Malagón, L. A. (2006b). La vinculación Universidad-Sociedad desde una perspectiva social. *Pedagogía Universitaria*, 9(2), 79–93.
- Martínez, C., Rojas, L., Guiilen, J., & Antúnez, N. (2012). Responsabilidad social universitaria, transferencia y mercadeo tecnológico : vinculación con el entorno social. *Revista Venezolana de Gerencia (RVG)*, 17, 512 – 528.

- Molas-Gallart, J., Salter, A., Patel, P., Scott, A., & Duran, X. (2002). Measuring Third Stream Activities: Final Report to the Russel Group of Universities. *SPRU-Science and Technology Policy Research*, (April), 85.
- Necoechea-Mondragón, H., Pineda-Domínguez, D., & Soto-Flores, R. (2013). A conceptual model of technology transfer for public universities in {Mexico}. *Journal of Technology Management and Innovation*, 8(4), 24–35.
- OCTS-OEI, & RICYT. (2017). Manual Iberoamericano de Indicadores de Vinculación de la Universidad con el Entorno Socio económico Manual de Valencia.
- OEU. (2006a). *Methodological Guide. Strategic management of University research activities*.
- OEU, O. of the E. U. Methodological Guide. Strategic management of University research activities (2006).
- Paleari, S., Donina, D., & Meoli, M. (2015). The role of the university in twenty-first century European society. *Journal of Technology Transfer*, 40(3), 369–379. <http://doi.org/10.1007/s10961-014-9348-9>
- Ranga, M., Temel, S., Ar, I. M., Yesilay, R. B., & Sukan, F. V. (2016). Building Technology Transfer Capacity in Turkish Universities: A critical analysis. *European Journal of Education*, 51(1), 90–106. <http://doi.org/10.1111/ejed.12164>
- Rikap, C. (2012). La vinculación de la universidad con el sector productivo. Transferencia tecnológica. *Ecos de Economía*, (34), 127–149.
- Rueda, I., Acosta, B., & Cueva, F. (n.d.). *Las universidades y su entorno: la vinculación con la sociedad y el rol de la transferencia de tecnología*. Quito.
- Saavedra, G., & María, L. (2009). Problemática y desafíos actuales de la vinculación universidad empresa: El caso mexicano. *Actualidad Contable FACES*, 12(19).
- Schoen, A., van Pottelsberghe de la Potterie, B., & Henkel, J. (2014). Governance typology of universities' technology transfer processes. *Journal of Technology Transfer*, 39(3), 435–453. <http://doi.org/10.1007/s10961-012-9289-0>
- SINAES. (2011). Guía para la autoevaluación de carreras. San José: Sistema Nacional de Acreditación de la Educación Superior de Costa Rica - SINAES.
- SINAES. (2012). Instrumento de Avaliação de Cursos de Graduação presencial e a distância. Brasília: Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior – SINAES.
- UNESCO. (1998). *La Educación Superior en el Siglo XXI: Visión y acción*. París.
- Vinig, T., & Lips, D. (2015). Measuring the performance of university technology transfer using meta data approach: the case of Dutch universities. *Journal of Technology Transfer*, 40(6), 1034–1049. <http://doi.org/10.1007/s10961-014-9389-0>

Foro 2. Gestión del Talento Humano

AUTORES	PONENCIA - INSTITUCIÓN
Beatriz Callejas Cuervo Andrea Catherine Alarcon Aldana Mauro Callejas Cuervo	Plan de negocio para una Spin Off: caso de estudio dispositivo de captura de movimiento Universidad Pedagógica Y Tecnológica De Colombia Tunja, Colombia
Leonardo Carpio Cordero	El fin de la eficiencia: como la destrucción de las dinámicas orgánicas acaba con la sinergia de la empresa Universidad Del Azuay Cuenca, Ecuador
Ludy Amira Flórez Montañez Marisol Maestre Delgado Luz Ángela Moreno Cueva Luis Manuel Palomino Méndez Laura Teresa Tura Ramírez	Habilidades gerenciales para la inclusión productiva de las mujeres cabeza de familia en el sector textil tejidos Universidad De Pamplona Pamplona, Colombia
Levis Leonardo Lozano Hoyos Ela Cecilia López Escudero	Intervención cognitiva para el desarrollo de las habilidades de pensamiento (clasificación y comparación) Docentes del Municipio de Montería Montería, Colombia
Zaida Yonerica Cacua Rincón	Principios éticos a partir de los imaginarios sobre la responsabilidad social que presentan los estudiantes de contaduría pública de la Universidad De Pamplona Universidad De Pamplona Pamplona, Colombia
Jhon Alexander Hoyos Quiroz Vanessa Rodriguez Lora	Universidades corporativas; una evolución de las capacidades de gestión del talento humano Instituto Tecnológico Metropolitano Medellín, Colombia

Plan de Negocio para una Spin-off: Caso de Estudio Dispositivo de Captura de Movimiento.

Beatriz Callejas Cuervo, Andrea Catherine Alarcón Aldana, Mauro Callejas Cuervo
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
Colombia

Beatriz Callejas Cuervo: Administradora de Empresas, Especialista en Contratación Estatal, Magister en Administración de Empresas. Consultora empresarial y Asesora en Gestión Pública Municipal. Profesora e integrante del Grupo de Investigación en Software de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

Correspondencia: beatriz.callejas@uptc.edu.co

Andrea Catherine Alarcón Aldana: Ingeniera de Sistemas y Computación, Especialista en Ingeniería de Software, Magister en Software Libre, Estudiante de Doctorado en Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Profesora asistente y miembro del Grupo de Investigación en Software de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

Correspondencia: andrea.alarconaldana@uptc.edu.co

Mauro Callejas-Cuervo: Ingeniero en Sistemas, Magister en Ciencias de la Computación, Doctor en Energía y Control de Procesos y Doctor en Ciencia Aplicada. Profesor asociado en la Facultad de Ingeniería y director del Grupo de Investigación en Software de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia - UPTC.

Correspondencia: mauro.callejas@uptc.edu.co

Resumen

Al interior de los grupos de investigación, se generan innovaciones que ofrecen beneficios a determinada población, pero no siempre son asequibles por ésta, denotando falta de estrategias de comercialización, quedándose sólo en ejercicios académicos. Esta investigación presenta el desarrollo de un plan de negocios para crear una Spin-off que permita la producción y comercialización de un dispositivo biomédico de apoyo a la rehabilitación física. La metodología incluyó 5 etapas, basadas en el estudio de: mercado, técnico, organizacional y legal, financiero y plan estratégico. El estudio de mercado permitió identificar los clientes, que para este caso específico son los profesionales en medicina física y rehabilitación; el estudio técnico determinó que la producción mensual será de 20 dispositivos; la etapa de legalización y organización estableció que el modelo societario será una sociedad por acciones simplificadas, y la Spin-off se denominará "DEV2LIFE S.A.S"; el análisis financiero propone una inversión inicial de \$ 75.011.531, gastos de personal de \$ 11.851.422 mensuales, precio de venta por unidad \$ 1.500.000, para obtener un margen de utilidad del 46%; finalmente el plan estratégico determinó la matriz DOFA para la Spin-off. El resultado final del plan de negocios, determinó la viabilidad comercial y financiera para DEV2LIFE SAS.

Palabras Claves: Captura de movimiento, Emprendimiento, Plan de negocio, Plataforma Tecnológica, Spin-Off.

Business Plan for a Spin-off: Case Study on Motion Capture Device.

Abstract

Within research groups, innovations are generated to offer benefits to a specific population, but these innovations are not always accessible, denoting lack of marketing strategies, remaining only as na academic exercises. This research presents the development of a business plan to create a spin-off that allows the production and commercialization of a biomedical device to support the physical rehabilitation. The methodology included 5 stages, based on the study of: market, technical, organizational and legal, financial and strategic plan. The market study allowed to identify the clients, who for this specific case are the professionals in physical medicine and rehabilitation; the technical study determined that the monthly production will be 20 devices; the stage of legalization and organization established that the corporate model will be a simplified stock company, and the Spin-off will be called "DEV2LIFE S.A.S"; the financial analysis proposes an initial investment of USD 25,000, staff costs of USD 3,950 per month, working capital for 3 months of USD 9,690, sale price per unit USD 500, to obtain a profit margin of 47%; finally, the strategic plan determined the SWOT matrix for the Spin-off. The final result of the business plan determined the commercial and financial viability for DEV2LIFE S.A.S.

Keywords: *Capture of bio-parameters, Entrepreneurship, Business Plan, Technological Platform, Spin-Off, Technology transfer.*

La muerte de la eficiencia: cómo destruir las dinámicas orgánicas reprime la sinergia de la empresa

Leonardo Carpio Cordero
Universidad del Azuay
Ecuador

Sobre el autor

Leonardo Carpio Cordero, Consultor con más de 12 años de experiencia, Magister en Dirección de Recursos Humanos y Desarrollo Organizacional, docente investigador en la Universidad del Azuay

Correspondencia: leocarpio@uazuay.edu.ec

Resumen

Las dinámicas sociales abiertas y fluidas dotan a las ciudades de una organicidad que genera una fuerte sinergia a medida que crecen. Esto ha sido validado por Bettencourt y West (entre otros) que, al estudiar estos fenómenos, han generado modelos matemáticos con un altísimo poder predictivo, algo poco común en las ciencias sociales (Bettencourt, Lobo, & Youn, 2013).

Recientemente se confirmó la existencia de estos fenómenos a nivel empresarial en Estados Unidos. Si este efecto es igual al de las ciudades, debe ser transversal a las organizaciones de todo el mundo, por lo que se replicó este estudio, en la realidad ecuatoriana. Sin embargo, luego de un profundo análisis realizado en más de 1300 empresas del Ecuador, con 200 variables distintas, no se identificaron relaciones de este tipo.

Basado en esto, el presente artículo plantea la posibilidad de que la poca organicidad actual de las empresas, no solo impide generar niveles altos de sinergia, sino que deriva en métodos poco “naturales” de estructuración de tareas y responsabilidades, afectando a su vez al clima organizacional y a la psique de las personas. El texto termina con una propuesta de métodos para solventar este problema en base a un paradigma orgánico-complejo.

Palabras Claves:

Complejidad, Gestión compleja, Escalabilidad, Organicidad, Fractal.

The dead of efficiency: How destroying organic dynamics represses the synergy of the company

Abstract:

Open and fluid social dynamics provide cities with a strong synergy-generating organicity as they grow. This has been validated by Bettencourt and West (among others) whom while studding these phenomena came to generate mathematical models with high predictive capacity, something very uncommon in the social sciences.

In recent years these kinds of phenomena have been confirmed at the organizational level in the United States. If this effect is similar to that of the cities, it should be universal to organizations all across the globe, so this methodology was replicated in Ecuador's reality. However, after a deep analysis of more than 1300 companies in Ecuador, on 200 different variables, no relationships of this kind were identified.

Based on this, this article raises the possibility that the current lack of organicity in companies, not just keep them from achieve high synergy levels, but it derives into unnatural methods to assign tasks and responsibilities, therefore affecting the organizations climate and people's psyche. This text concludes with a proposal for methods to solve this problem based on a complex-organic paradigm.

Keywords:

Complexity, Complex management, Scaling, Organicity, Fractal.

Habilidades Gerenciales para Inclusión Productiva de las Mujeres Cabeza de Familia del Sector Textil Tejidos en Pamplona Norte de Santander – Colombia

Ludy Flórez Montañez, Marisol Maestre Delgado, Luz Ángela Moreno Cueva, Luis Manuel Palomino Méndez, Laura Teresa Tuta Ramírez
Universidad de Pamplona
Colombia

Sobre los autores

Ludy Amira Flórez Montañez: Magister en Ciencias Económicas, Especialista en Pedagogía Universitaria, Administradora de Empresas, Licenciada en Comercio, Directora programa Administración de Empresas, Docente Tiempo Completo del programa Administración de Empresas, Directora grupo de investigación GRAMY, coordinadora semillero de investigación SIA, Evaluadora de Proyectos, Universidad de Pamplona. Par Académico del Ministerio de Educación Nacional.

Correspondencia: ludyfm@unipamplona.edu.co

Laura Tuta Ramírez: Postdoctorado en Gerencia de las Organizaciones, Posdoctorado en Gerencia Publica y Gobierno, Doctora en Ciencias Gerenciales, Magister en Gerencia de Empresas Mercadeo, Especialista en Gestión Educativa, Administradora de Empresas, Licenciada en Comercio, Tecnóloga en Administración Comercial y Financiera. Docente Tiempo Completo del programa Administración de Empresas de la Universidad de Pamplona. Par Académico del Ministerio de Educación Nacional.

Correspondencia: laurat@unipamplona.edu.co

Resumen

El tema de la inclusión productiva de mujeres cabeza de familia, es de gran envergadura en estos tiempos; puesto que se ha convertido en una realidad atractiva para los estudiosos de las últimas generaciones, en virtud a la magnitud de roles y capacidades a las que se ha visto expuesta la mujer hoy día, en busca del logro de una calidad de vida favorable, tanto para sí misma, como para el grupo familiar del cual se hace cargo. Es de destacar, que se ven obligadas a salir al campo de trabajo, a la vez de asumir el rol de cabeza de hogar. El propósito de analizar las habilidades gerenciales en estas, para su inclusión productiva en el sector textil en la ciudad de Pamplona, Norte de Santander – Colombia. Se recolectó la información con la aplicación de un cuestionario tipo encuesta dirigido a 258 mujeres. Los datos se analizaron con apoyo del paquete estadístico SPSS v21; el cual permitió el procesamiento de la información y resaltar los aspectos caracterizadores de las habilidades y competencias gerenciales. De dicha información, surgieron las ideas, recomendaciones, reflexiones; llegando a la conclusión, que las mujeres del estudio, efectivamente se encuentra en condición de vulnerabilidad social; pero, además, son ampliamente emprendedoras y visionarias.

Palabras clave: grupo poblacional, inclusión productiva, mujeres, productividad económica, Talento humano, vulnerable.

Managerial Skills for Productive Inclusion of Women Head of Family in Textile Sector Fabrics

Abstract

The issue of the productive inclusion of women heads of family, is of great importance in these times; since it has become an attractive reality for students of the last generations, in virtue of the magnitude of roles and capacities to which women have been exposed today, in search of the achievement of a favorable quality of life, both for herself, as for the family group she takes over. It is noteworthy that they are forced to go out to work, at the same time assuming the role of head of household. The purpose of analyzing the management skills in these, for their productive inclusion in the textile sector in the city of Pamplona, Norte de Santander - Colombia. The information was collected with the application of a survey type questionnaire aimed at 258 women. The data were analyzed with the support of the statistical package SPSS v21; which allowed the processing of information and highlight the characterizing aspects of management skills and competencies. From this information, ideas, recommendations, reflections emerged; concluding that the women in the study are in a situation of social vulnerability; but, in addition, they are broadly enterprising and visionary.

Key words: population group, productive inclusión, women, economic productivity, Human talent, vulnerable.

Intervención cognitiva para el desarrollo de las habilidades de pensamiento (clasificación y comparación).

Levis Leonardo Lozano Hoyos y Ela Cecilia López Escudero.
Docentes del Municipio de Montería. Colombia

Sobre los autores

Levis Leonardo Lozano Hoyos, profesor de la Institución Educativa Manuel Ruíz Álvarez y de la Universidad del Sinú. Magíster en Educación del Sistema Universitario del Caribe – Universidad de Córdoba. Especialista en Pedagogía para la Docencia Universitaria y Especialista en Informática y Telemática de la Fundación Universitaria del Área Andina. Licenciado en Educación Básica con Énfasis en Humanidades – inglés de la Universidad de Córdoba y Licenciado en Educación con Énfasis en Español y Literatura de la Universidad de la Guajira. Maestro Bachiller de la Normal Lácides A. Iriarte. Su trabajo le ha merecido reconocimientos a nivel nacional, entre el que se destaca “Mejor propuesta en el área de inglés y mejor propuesta por implementación de las TIC en el aula, en el Premio Compartir al Maestro”.

Correspondencia: levislozano@yahoo.com levisleonardolozano@gmail.com

Ela Cecilia López Escudero, se desempeña como rectora en la Institución Educativa San Isidro, donde se ha destacado como líder y gestora de proyectos que le han llevado a recibir estímulos y reconocimientos por parte de la Secretaría de Educación de Montería. Es Especialista en Administración de la Informática de la Universidad de Santander, Psicóloga de la Universidad del Sinú, Normalista de la Normal Superior Santa Teresita de Loricá y aspirante a Magíster en Educación del Sistema Universitario del Caribe – Universidad de Córdoba.

Correspondencia: elacecilia_lopez@gmail.com elac_1@hotmail.com

Resumen

La investigación implementó una estrategia de intervención cognitiva para mejorar el desarrollo de las habilidades de pensamiento relacionadas con la clasificación y comparación, en los estudiantes de 5° grado de la Institución Educativa San Isidro, de Montería. Es un estudio cuasi experimental, cuyos resultados fueron analizados con las pruebas de Wilcoxon y U de Mann-Whitney. Para medir el nivel cognitivo de los estudiantes (un grupo experimental y control), se diseñó un pretest y postest. Ambas pruebas incluyen 20 preguntas de lenguaje y 20 de matemáticas que requieren hacer uso de las habilidades de pensamiento de comparación y la clasificación. La intervención consistió en un trabajo sistemático basado en las dos cartillas de intervención cognitiva diseñadas a partir de las teorías de Modificabilidad cognitiva de Feuerstein, (1963). Las cartillas fueron adaptadas a las necesidades de la población objeto de estudio con preguntas y talleres. Los resultados del pretest mostraron a ambos grupos con desempeños insuficientes en el desarrollo de las habilidades de pensamiento relacionadas con la clasificación y comparación, luego de la intervención en el postest, el grupo control mantuvo un nivel similar a los arrojados previamente; mientras que el experimental, quien presentó desempeños insuficientes en el pretest, mejoró significativamente.

Palabras Claves:

Habilidades de pensamiento, comparación, clasificación, Intervención cognitiva, Modificabilidad cognitiva.

(Cognitive Intervention to develop thinking skills (Classification and comparison.))**Abstract**

The research sought to implement a cognitive intervention strategy to improve the development of thinking skills, related to classification and comparison, in the 5th grade students of the San Isidro Educational Institution of Montería. It is a quasi-experimental study, whose results were analyzed with Wilcoxon and U of Mann-Whitney tests. To measure the cognitive level of an experimental and control group, before and after the intervention a pretest and posttest were designed. Both tests include 20 questions from the language area and 20 questions from mathematics that require the use of the thinking skills related to the comparison and classification. The intervention consisted of a systematic work based on two cognitive intervention books, these were designed taking into consideration the cognitive Modifiability theories of Feuerstein, as well as complementary exercises based on the work of some authors and web resources inspired by Feuerstein, who are cited in the text. The results of the pretest showed both groups with insufficient performance in the development of thinking skills related to classification and comparison, after the intervention, in the posttest, the control group maintained a level similar to the previously one; while the experimental, who presented insufficient performance in the pretest, improved significantly.

KEYWORDS: Cognitive intervention, cognitive Modifiability, comparison, classification, thinking skills.

Introducción

El presente trabajo se enmarcó en la línea de investigación de Cognición y Aprendizaje, de la Maestría en Educación del SUE Caribe, la cual pretende:

Valorar las condiciones del contexto educativo y del papel que deben cumplir las mediaciones pedagógicas, en la perspectiva de un proceso formativo que dote a los educadores en el Caribe Colombiano de las competencias, y habilidades requeridas para el ejercicio de una labor siempre innovadora y auto-reflexiva en la práctica y en lo que el proceso educativo implica, (SUE Caribe, 2016). De igual manera, busca generar reflexiones sobre las problemáticas y los desafíos que den cuenta de los procesos de cognición y aprendizaje de los niños en la escuela. Se aplicó una intervención cognitiva para desarrollar las habilidades de pensamiento relacionadas con la **clasificación** y **comparación** en estudiantes de 5° grado de la Institución Educativa San Isidro de Montería. Es un estudio de corte cuantitativo, con diseño cuasiexperimental, con dos grupos de 20 estudiantes, uno experimental y otro control. Para la recolección de datos se aplicaron dos pruebas, un pretest y un posttest para medir el nivel cognitivo de dos grupos, antes y después de la intervención y se analizaron los resultados de la prueba saber de 2017, así como las pruebas internas de los grupos objeto de estudio; la intervención consistió en la implementación de dos cartillas estructuradas de intervención cognitiva basadas en la teoría de la Modificabilidad estructural cognitiva de Feuerstein, R. (1990); así como de ejercicios e imágenes propuestas por otros autores que se citan y referencian en la cartilla, inspirados por la teoría de la modificabilidad cognitiva.

La importancia de este trabajo, radica en evidenciar que a través de la Teoría de la Modificabilidad Cognitiva, propuesta por Feuerstein, R. (1990) se pueden lograr resultados exitosos en niños que por múltiples causas, en su entorno escolar, no tienen las mejores condiciones sociales, culturales y económicas, pues viven en situaciones de pobreza extrema, y en situación de vulnerabilidad por estar expuestos a grupos al margen de la ley que operan en la zona; lo cual afecta el desarrollo de sus potenciales y habilidades, especialmente las cognitivas.

En este sentido, es un hecho indiscutible que la función de la educación, está encaminada a mejorar la calidad de vida del estudiante, permitiendo que los niños estén expuestos en el contexto escolar a experiencias de aprendizaje mediadas, que potencien sus habilidades y destrezas, y en el caso que nos ocupa, las habilidades de pensamiento relacionadas con la *clasificación y comparación*.

La presente investigación es fundamental en el contexto investigado, por cuanto los resultados de las diferentes pruebas externas, Saber 3° y 5°, así como las internas, (procesos convencionales de evaluación de los docentes en el aula), muestran bajos resultados en las habilidades cognitivas de clasificación y comparación de los niños y niñas de grado 5° de la Institución Educativa San Isidro. Lograr mejorar los resultados posteriores a la intervención es de vital importancia, por cuanto es un camino que se abre para poder replicar la experiencia en otros contextos similares donde los niños están poco expuestos a experiencias mediadas de aprendizaje.

Varios estudios realizados a lo largo de los últimos años, especialmente en América Latina, Asia y África muestran resultados esperanzadores al intervenir cognitivamente poblaciones vulnerables para mejorar los procesos de aprendizaje, para citar sólo algunos destacamos el Programa de intervención cognitiva para el desarrollo de la observación como habilidad del pensamiento en procesos de investigación formativa, llevado a cabo en la Universidad de La Salle en Bogotá. Motta, D. (2014). Igualmente, Osorio C. L., (2018) para optar el título de Magíster En Educación en la Universidad de Antioquia, presentó el trabajo titulado Desarrollo de habilidades de pensamiento (observación, clasificación, descripción) a partir de la implementación de una propuesta pedagógica PENSANDHOTE dirigida a población con trastorno del espectro autista. Este proceso permitió identificar que para el desarrollo de habilidades de pensamiento en jóvenes con trastorno del espectro autista se hace necesario la elaboración de estrategias específicas que consideren elementos como su nivel de pensamiento, tipo de instrucciones y materiales y que dicho desarrollo se da de forma gradual con variabilidad y heterogeneidad en el ritmo.

Si bien, en el contexto colombiano algunos trabajos han contribuido a validar las tesis de la modificabilidad cognitiva, en la literatura revisada no aparecen investigaciones tendientes a mejorar las habilidades del pensamiento en población rural, por lo que esta investigación se perfila como un aporte a la comunidad académica nacional, ya que la I.E San Isidro, no solo está en un contexto rural, sino que también acoge a estudiantes en condiciones de pobreza extrema y en estado de vulneración por estar en una zona de conflicto, con presencia de grupos al margen de la ley. A su vez, la presente investigación se constituye en una alternativa para seguir validando la vigencia e importancia de crear en las escuelas, ambientes mediados de aprendizaje que logren desarrollar las habilidades cognitivas de los niños.

La ciencia ha tratado de comprender y explicar la complejidad de los procesos que se involucran en el desarrollo del pensamiento, obteniendo logros significativos con las investigaciones realizadas. No obstante, no ha sido suficiente, falta un largo camino que recorrer en lo concerniente a la construcción significativa de los conocimientos científicos y naturalistas, por esta razón se considera importante dedicar más esfuerzos investigativos que contribuyan a ampliar los conocimientos sobre esta temática.

En Colombia, cada vez hay más registros y datos de los bajos resultados en las distintas pruebas estandarizadas que son aplicadas en el contexto local, nacional e internacional. Según

informe sobre los resultados PISA, el futuro de los países de América Latina dependerá de lo que pase en sus colegios. Si no tenemos instituciones educativas de calidad que tengan procesos de aprendizajes mediados que sean efectivos, estaremos aumentando cada vez más la brecha social y económica con aquellos países y regiones que han encontrado en el sistema educativo la mejor arma para salir de la pobreza y encarar los nuevos desafíos con confianza. Hanushek, (2015).

“En las pruebas en las que los jóvenes fueron evaluados en lectura, matemáticas y ciencia el país ocupó el puesto número 61 entre 65. En la evaluación de solución creativa de problemas los resultados fueron vergonzosos: de 44 países que aceptaron hacer un test optativo para resolver problemas cotidianos, Colombia quedó en el último lugar y, en general, Latinoamérica quedó mal parada, pues Uruguay ocupó el puesto 42, Brasil el 38 y Chile el 36. En 2014 la situación no mejoró: los estudiantes colombianos obtuvieron el peor resultado en la evaluación sobre educación financiera, con sólo 379 puntos, quedando nuevamente en el último lugar de la tabla”. (Revista Semana, 2014 párr. 1-2).

Según Lozano L., (2017) las dificultades lectoras de los estudiantes colombianos son evidenciadas año tras año en los resultados de las diferentes pruebas de estado, así como en pruebas internacionales como PISA. Tal como se registra en la gráfica 1, Prueba PISA 2009, Colombia se ubica entre los países con más bajo porcentaje a nivel mundial en cuanto a la habilidad de comprensión de lectora.

En el 2015, la prueba Pisa fue tomada por 72 países. Los resultados muestran que Colombia, mejoró un poco con relación a la Prueba de 2009. En lectura se evaluó la comprensión de textos escritos. Esta competencia implica también, según la OCDE "facultades de interpretación, reflexión y capacidad de utilizar la lectura para realizar objetivos personales. Aunque Colombia mejoró sus resultados en las pruebas, sigue estando rezagado en comparación con el promedio de los países miembros de la OCDE en las tres áreas evaluadas (Matemáticas, lenguaje y ciencias). Singapur se ubicó en el primer lugar de todas las pruebas; en el caso de lectura, con 535 puntos. Colombia obtuvo 425 en lectura, el puntaje más alto de las tres áreas, y el promedio general de la OCDE fue de 493 en esa misma. Chile obtuvo 459. Los mejores países en esta materia son, en su orden, Singapur, China, Canadá, Finlandia, Irlanda, Estonia, Corea del Sur, Japón, Noruega, Nueva Zelanda y Alemania. A nivel general, Colombia pasó de tener 376 a 390 puntos, y ascendió una posición, ocupando el puesto 54 por debajo de Argentina, Chile y Uruguay, y por encima de México, Brasil, Perú y República Dominicana. Periódico El Tiempo, (2016).

Así mismo, los resultados evidenciados en las Pruebas Saber que anualmente aplica el ICFES en el país a miles de estudiantes de grado 3°, 5° 9° y 11°, muestran bajos resultados, en cuanto a los desempeños de áreas tan fundamentales como Lenguaje, Matemáticas y Ciencias.

Las pruebas son calificadas con metodología psicométrica, estas permiten valorar los logros de los evaluados, usando Modelos de Teorías de Respuesta al ÍTEM (TRI). Estos crean la relación entre el rango no observable directamente como una competencia o el dominio de ciertos conocimientos, y la probabilidad de responder correctamente al ítem. Los resultados de una persona pueden predecirse y aplicarse por un conjunto de factores personales llamado en conjunto “habilidades”. Así mismo, las relaciones entre la ejecución de la persona evaluada y la habilidad que le soporta pueden describirse por una función. Mutis, J. (2010).

Además, los resultados de las Pruebas Saber 5° de 2017, muestran que en lenguaje, en la competencia comunicativa lectora, el 37% están en nivel insuficiente, a nivel nacional. En el municipio de Montería, está en un 39%, y a nivel de la Institución Educativa San Isidro, se encuentra en un 48%. En la competencia comunicativa escritora, el 42% están en nivel insuficiente, a nivel nacional. En el municipio de Montería, está en un 45%, y a nivel de la Institución Educativa San Isidro, se encuentra el 58% en nivel insuficiente, lo que quiere decir en ambas competencias la I.E San Isidro está por debajo de la media nacional y municipal.

En cuanto al área de matemáticas, en la competencia comunicación, los resultados de las Pruebas Saber 5° de 2017 muestran que el 39 % de los estudiantes a nivel nacional están en insuficiente. En el municipio de Montería, el 42%, y a nivel de la Institución Educativa San Isidro, se encuentra 48%. En la competencia de resolución, el 42% están en insuficiente a nivel nacional. En el municipio de Montería, está en un 45%, y a nivel de la Institución Educativa San Isidro, se encuentra el 52 en nivel insuficiente. La competencia de razonamiento muestra que el 44 % de los estudiantes a nivel nacional están en insuficiente. En el municipio de Montería, el 47%, y a nivel de la Institución Educativa San Isidro el 53% tienen insuficiente; lo que quiere decir en las tres competencias que se miden en el área de matemáticas la I.E San Isidro también está por debajo de la media nacional y municipal.

Lo anterior demuestra que existe un grave problema en el contexto escolar estudiado, especialmente en las áreas de lenguaje y matemáticas, lo cual implica un grave retroceso en la competitividad de los niños de la Institución Educativa San Isidro (IESI), frente a sus pares que estudian, por ejemplo, en el mismo grado en escuelas privadas de las ciudades.

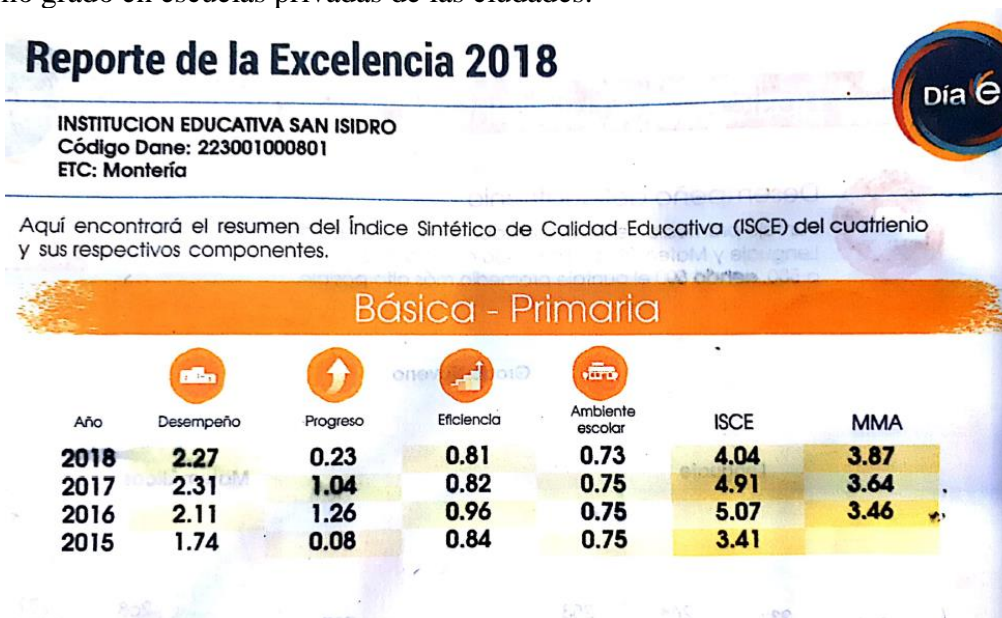


Tabla 1: Índice Sintético de Calidad en la Básica Primaria de la I.E San Isidro, 2015-2018

En cuanto al índice sintético de calidad, como se puede apreciar en la tabla # 1, la I.E San Isidro, en la Básica Primaria, aunque cumple con lo planteado subir 0.5 como Meta Mínima Anual, viene bajando el promedio, es decir en 2015 cuando se inicia el cuatrienio actual, la Institución estaba en 3,41 subiendo a 5.07 en el 2016 (superando la meta que era de 3,46). Más a partir de aquí su promedio ha disminuido: De 5.07 bajó a 4.91 en el 2017 (aunque superó la meta que era de 3.64) y finalmente en 2018 pasó de 4.91 a 4.04, bajó (aunque superó la meta que era de 3.87). Por ello se requiere asumir estrategias que permitan aumentar el índice sintético de calidad. Ante ello, el presente estudio, intervención cognitiva para el desarrollo de las habilidades de pensamiento relacionadas con la comparación y la clasificación surge como escenario de mediación para favorecer ambientes escolares que permitan plantear rutas metodológicas como alternativa a la superación de estas dificultades. Vale la pena indicar que las mayores dificultades académicas según estadísticas ICFES, se registra en la Básica Primaria y en la Básica Secundaria, ya que el índice sintético de la Media va en aumento desde el año 2015.

Los resultados de evaluación de los procesos de enseñanza de aprendizaje de la I.E San Isidro, según el sistema de evaluación del año 2017, muestran que el 20% de los estudiantes y

docentes manifestaron en las reuniones de consejo académico, reunión de promoción y evaluación las dificultades que presentan los alumnos para asimilar, procesar y aplicar el conocimiento de aprendizaje o lo que les dificulta la calidad del aprendizaje en las aulas y como consecuencia de esto, la alta reprobación en las Pruebas Saber.

Las habilidades de pensamiento están inmersas en los procesos de enseñanza -aprendizaje y su desarrollo depende de la exposición que tengan los niños y niñas a diferentes ambientes significativos mediados por los profesores y el contexto mismo de la escuela.

Desde la teoría de la Modificabilidad cognitiva de Reuven Feuerstein, Avendaño, C. W., Parada, T. A. (2013) expresa que en el campo de la acción pedagógica se debe atender a las características físicas, psíquicas, emocionales, socio-históricas, políticas, de los estudiantes. Así por ejemplo, la situación de pobreza, inequidad y la miseria como estados de vulneración de los estudiantes debe generar una constante reflexión. Por cuanto los factores genéticos, biológicos, emocionales, culturales y demás aspectos propios de quienes aprenden influyen su capacidad o incapacidad para responder de forma adecuada y precisa a los estímulos. Lo anterior corrobora la importancia que tiene el ambiente escolar, el rol de los padres, las intervenciones y acción del maestro para potenciar en los niños las distintas habilidades de pensamiento, especialmente la **clasificación** y **comparación**, las cuales examinaremos en el presente estudio.

Por tanto, es importante destacar aquí las condiciones en la que se desarrolló la presente investigación. La I.E San Isidro, es una institución de carácter oficial ubicada en el kilómetro 32 vía al Municipio de Tierralta, (Córdoba) en zona rural. Este corregimiento ha sido por mucho tiempo, golpeado por la violencia a partir de la presencia en los años 80 de la guerrilla del EPL. Posteriormente, por los grupos de extrema derecha (paramilitares) que retomaron el control a sangre y fuego del territorio, y en la actualidad después del proceso de “desmovilización” de los paramilitares, la región sigue sometida a la influencia de las bandas criminales.

Grandes terratenientes hacen presencia en la zona, por lo que la economía de los habitantes depende de las haciendas donde laboran. Otros se dedican a la agricultura en sus pequeñas parcelas cultivando maracuyá, yuca, frutas, plátano y hortalizas. El entorno del corregimiento es muy precario en cuanto a necesidades básicas insatisfechas. No existe servicio de agua potable, el fluido eléctrico es ineficiente, no hay gas natural, ni servicio de internet. Solo los visita el médico general 2 días por semana. Los niños del grado 5° de primaria son un grupo heterogéneo, el 50% viven en veredas aledañas y deben caminar entre 30 minutos y 1 hora para poder llegar a la escuela, tienen escasos recursos económicos, en su mayoría no tienen útiles escolares, ni uniforme completo. Su alimentación no es balanceada ya que los recursos económicos de los padres no son suficientes para brindárselas.

En cuanto al nivel educativo de los habitantes, la gran mayoría, incluyendo a los padres de familia, solo cursaron los primeros años de primaria, y algunos son completamente iletrados. Las familias son numerosas y las casas son hechas en tablas con techos de palma. En muchas ocasiones pueden dormir todos, adultos y niños en el mismo cuarto. El ambiente escolar en el que los niños trabajan es muy precario. Como la gran mayoría de las instituciones de carácter público y más en la zona rural, la I.E San Isidro no está dotada de materiales suficientes y adecuados que estimulen el desarrollo cognitivo de los niños, cuenta con una infraestructura que está en mal estado. Solo hay 50 computadores para 300 alumnos, no hay material pedagógico que apoye el desarrollo de las clases de los docentes, y muchos de ellos tampoco tienen el interés y quizás la preparación para llevar a cabo bien su labor. De igual manera, no existen espacios recreativos para los niños y niñas del grado 5° de primaria. En síntesis, el contexto en el que se inscribe la presente investigación tiene muchos elementos que influyen de manera decidida en los bajos niveles de desarrollo de los niños, especialmente en las habilidades cognitivas. Niños con hambre, sin padres que los apoyen, maestros muy desinteresados en la investigación pedagógica, hogares disfuncionales, con poca formación

académica y con bajos niveles de exposición a mediaciones efectivas, inciden en el bajo rendimiento académico de los estudiantes.

Por tal motivo, la presente investigación, busca implementar una estrategia de intervención cognitiva para mejorar el desarrollo de las habilidades de pensamiento relacionadas con la clasificación y comparación, en los estudiantes de 5° grado de básica primaria. Igualmente, como valor agregado se perfila como referente para la formulación de nuevas investigaciones que contribuyan a refinar los conocimientos de los procesos del pensamiento.

La problemática anteriormente planteada originó un problema de investigación que parte de la siguiente pregunta:

¿Cuál es la influencia de un plan de intervención cognitiva en el desarrollo de las habilidades de pensamiento relacionadas con la clasificación y la comparación, en estudiantes de 5° grado de la Institución Educativa San Isidro, de Montería?

Metodología:

Este estudio se desarrolló desde el **paradigma cuantitativo**; buscó **establecer el valor de una estrategia al intervenir una problemática educativa específica**: el desarrollo de las habilidades de pensamiento relacionadas con la clasificación y comparación, en una población específica, (estudiantes de 5° grado). Se consideró que el diseño más apropiado es el de la **comparación de los resultados entre dos grupos**, uno control y otro experimental. La muestra fueron estudiantes de la Institución Educativa San Isidro de la Ciudad de Montería, (Córdoba-Colombia). Una de las expectativas a partir de los resultados de la investigación fue generar un **marco interpretativo y explicativo de la interacción entre variable independiente y dependiente** dado que el trabajo giró alrededor de la implementación de un conjunto de actividades soportadas a manera de intervención cognitiva con pretensión de intervención y mejora de las habilidades de pensamiento de comparación y clasificación. El sistema de **hipótesis se planeó con fines de comprobación** para obtener evidencia empírica sobre el efecto de la intervención en el estado del desarrollo de las habilidades de pensamiento relacionadas con la clasificación y comparación de los estudiantes. Es un estudio es **cuasi-experimental**; por cuanto se tomaron dos grupos intactos con características similares, del mismo nivel de escolaridad, en relación con la edad, contexto sociocultural y económico, formado previamente al iniciar el año del escolar. (Control de variables por equivalencia inicial de los grupos). Se aplicó una técnica incidental. Los sujetos no se asignaron al azar a los grupos ni se emparejaron, sino que dichos grupos ya estaban formados antes del experimento. (Hernández, 2010, p. 148), se organizaron dos grupos (control y experimental).

La población beneficiada con el proyecto son los estudiantes de grado 5°, dicha población son jóvenes entre los 8 y los 10 años de edad pertenecientes a una comunidad rural de vocación agrícola y pecuaria, que se ubica en el estrato 1 (uno) de la escala socioeconómica. La I.E San Isidro viene realizando diferentes proyectos y programas para aportar al desarrollo integral de los estudiantes, específicamente este estudio nace como aporte a estas acciones.

Para la aplicación del pretest y postest se seleccionó una muestra probabilística por azar simple, dos grupos de 5°, testigo y experimental, de 20 alumnos, para un total 40 estudiantes.

En la presente investigación **la variable independiente es la estrategia de intervención cognitiva** y **la variable dependiente el desarrollo de las habilidades de pensamiento relacionadas con la clasificación y comparación**. Para el control de variables extrañas, se controló la familiaridad con las pruebas pretest y postest, por parte de los estudiantes, (experimental y control) pertenecen al mismo grado (5°1 y 5°2), y contexto escolar, con edades que van de los 8 a los 10 años. Esto evidencia que los miembros de la muestra son equivalentes de entrada (prueba la comparación de medias entre O_1 y O_3). Igualmente, para realizar el control de las variables se tuvo en

cuenta, garantizar condiciones del aula de clase, y espacios donde se aplicaron los instrumentos, pretest postest, y las cartillas de intervención cognitiva.

Aunque el contexto inicial de la Modificabilidad Estructural Cognitiva (MEC) de Feuerstein (1963), estuvo centrado en el contexto de los niños judíos sobrevivientes del holocausto nazi, y en sus problemas de aprendizaje y adaptación, en donde la modificabilidad actuó como un estímulo, se considera que es probable poder hacer uso de su sustento teórico y de las implicaciones de la teoría en el contexto de la I.E San Isidro, puesto que tiene algunos elementos muy singulares que pueden ayudar a explicar el problema de los bajos rendimientos en la parte cognitiva de los niños, y que según la teoría, pueden ser modificados a través de una intervención guiada. Dentro de esos elementos, podemos mencionar los factores endógenos como la cultura, psicológicos, emocionales y genéticos que viven los niños y que los llevan a tener dificultades en el desarrollo de las habilidades cognitivas. La precariedad de estos factores, lleva a los niños a responder de manera inadecuada y precisa a los estímulos que se dan en la clase y el contexto escolar. También podemos mencionar los factores de exclusión, inequidad, pobreza y miseria en los que se desenvuelven los niños de la I.E San Isidro. La existencia de estos factores se observa en las dificultades socioeconómicas de los padres, la insuficiente dotación de la escuela en términos de materiales didácticos, infraestructura, maestros cualificados, lo cual demuestra la inequidad de los colegios públicos rurales frente a los urbanos que, si bien no están cien por ciento dotados, tienen mejores instalaciones que los de las zonas de la periferia. Es en este contexto, en donde la investigación pretende intervenir cognitivamente a los estudiantes de 5° de la I.E San Isidro, atendiendo a los argumentos de los expertos anteriormente referenciados, y especialmente a la teoría de la Modificabilidad Estructural Cognitiva de Feuerstein, (1963) con la **intención de verificar si los niños de la I.E San Isidro, que viven en ambientes de privación cultural, si son sometidos a estrategias mediadas de aprendizaje de manera sistemática, planificada y mediada, obtendrán mejores resultados que aquellos que no son expuestos a las mismas estrategias.** Esto permite plantear las siguientes hipótesis:

H₁: La intervención cognitiva en los estudiantes de 5° grado de básica primaria, en la Institución Educativa San Isidro, de Montería produce diferencias significativas entre pruebas antes y después en cuanto al desarrollo de las habilidades de pensamiento relacionadas con la clasificación y comparación en los estudiantes del grupo experimental, **comparado con los niveles de comprensión** de los estudiantes del grupo control.

H₀: La intervención cognitiva en los estudiantes de 5° grado de básica primaria, en la Institución Educativa San Isidro, de Montería no produce diferencias significativas entre pruebas antes y después en cuanto al desarrollo de las habilidades de pensamiento relacionadas con la clasificación y comparación en los estudiantes del grupo experimental, comparado con los niveles de comprensión de los estudiantes del grupo control.

Dadas las sugerencias de expertos se diseñaron los instrumentos de pretest y postest para conocer el nivel de competencias de habilidades de pensamiento relacionadas con la comparación y la clasificación de cada uno de los grupos experimental y control, antes y después de la intervención. Ambas pruebas incluyen **20 preguntas del área de lenguaje y 20 de matemáticas** que requieren en su resolución la necesidad de hacer uso de las habilidades de pensamiento relacionadas con la comparación y la clasificación. Esto permitió medir la variable dependiente, es decir, las habilidades de pensamiento relacionadas con la clasificación y comparación de la población objeto de estudio.

El segundo instrumento utilizado, corresponde a **dos cartillas estructuradas de intervención cognitiva**, basadas en las teorías de Modificabilidad cognitiva de Feuerstein, (1990). Así mismo en el trabajo de otros autores que son referenciados en la misma, atendiendo a sus aportes.

La cartilla parte de imágenes y talleres tomados de diferentes tipos de fuentes, con adaptaciones hechas por la investigadora, atendiendo a la edad de los grupos intervenidos y propósitos de la investigación; con su utilización se pretende fortalecer las habilidades de pensamiento a través de actividades y ejercicios guiados.

Antes de aplicar los instrumentos se llevaron a cabo las siguientes pruebas de validación:

1. Una prueba piloto fue realizada con una sub-muestra seleccionada del grupo control, con el objetivo de observar la claridad de las preguntas, los estudiantes fueron seleccionados teniendo en cuenta algunas características comunes entre ellos; tales como su desempeño en el área de inglés e interés hacia la lectura, fueron 6 participantes en total.

2. Previamente a este proceso, estos instrumentos pasaron por una etapa de validación a través del juicio de expertos. “La cual se refiere al grado en que aparentemente un instrumento de medición mide la variable en cuestión, de acuerdo con voces calificadas” (Hernández et al, 2010, p. 204) en este caso se contó con la colaboración de especialistas, magísteres y doctores del Facultad de Educación, psicología y psicopedagogía de la Universidad de Córdoba, y de la Universidad del Sinú, los cuales cuenta con la experiencia necesaria para dar aprobación a los instrumentos aplicados. A cada experto se le entregó un formato para la validez de los instrumentos pertenecientes a la investigación, el cual contiene las generalidades de la misma. Dentro de la revisión, los expertos consideraron 5 aspectos, así:

1. Relación de la pertinencia de las preguntas con los objetivos de la investigación,
2. Relación de la pertinencia de las preguntas con las variables,
3. Relación de la pertinencia de las preguntas con las dimensiones
4. Relación de la pertinencia de las preguntas con los niveles de competencias relacionadas con las habilidades de pensamiento de clasificación y comparación,
5. y finalmente, la redacción de las preguntas. Estos aspectos fueron valorados dentro de un rango de (1. Suficiente, 2. Medianamente Suficiente, 3. Insuficiente). El análisis y contraste de esta información arrojó un 100% de validación de los instrumentos (Pretest y Postest) dentro del rango de suficiente para cada uno de los anteriores ítems.

La confiabilidad puede ser definida como la ausencia relativa de error de medición en el instrumento; es decir, en este contexto, el término confiabilidad es sinónimo de *precisión* (Ruiz, C (s.f). En este sentido, se puede decir que la confiabilidad nos da la certeza de la claridad del instrumento y la precisión de las respuestas del mismo sobre lo que queremos valorar. Igualmente, se puede relacionar con el término seguridad, al medir los resultados obtenidos luego de la aplicación de un instrumento. La confiabilidad de un instrumento se expresa mediante un coeficiente de correlación: rtt, que teóricamente significa correlación del test consigo mismo. Sus valores oscilan entre cero (0) y uno (1.00). Ruiz, C. (S.f). Una manera práctica de interpretar la magnitud de un coeficiente de confiabilidad puede ser guiada por la escala siguiente:

RANGOS	MAGNITUD
0,81 a 1,00	Muy alta
0,61 a 0,80	Alta
0,41 a 0,60	Moderada
0,21 a 0,20	Baja
0,01 a 0,20	Muy baja

Tabla 2. Escala de confiabilidad _ Kuder-Richardson

Fuente: Ruiz, C. Confiabilidad. Programa Interinstitucional Doctorado en Educación. cruibol@intercable.net.ve

El coeficiente de confiabilidad utilizado es el conocido como Kuder-Richardson, este modelo es aplicable en las pruebas de ítems dicotómicos en los cuales existen respuestas correctas e incorrectas, aplicado a dos grupos. El cuál era el modelo más pertinente en este estudio, al analizar las respuestas dadas por los estudiantes y teniendo en cuenta la discriminación entre correctas e incorrectas.

Pruebas de confiabilidad de los Cuestionarios Pretest de matemática y lenguaje

Al evaluar la confiabilidad del instrumento usando el test de Kuder-Richardson encontramos una puntuación de 0.553 en el Pretest de matemática y 0,568 en el Pretest de lengua; el cual se encuentra en el rango 0.41 a 0.60 como se puede observar en la tabla anterior corresponde a una magnitud moderada. Según la teoría, en el caso de instrumentos con coeficientes de confiabilidad moderados, una manera de saber hasta dónde los mismos pueden ser aceptables, consiste en comparar la desviación estándar de la distribución de puntajes S_y con el error estándar de medición EEM. (Ruiz, C. s.f).

Se recurre al criterio del error estándar de medición para decidir sobre la aceptabilidad de un coeficiente de confiabilidad moderado, se requiere que se cumpla la condición de que $S_y > EEM$. En el caso del este instrumento (Pretest de matemática), por ejemplo que el resultado fue de 0,565 y (Pretest de lengua fue de 0,55) tenemos duda acerca de su aceptación. El estudio arrojó, además que $S_y = 1,1$ para matemática y $S_y = 1,16$ para lengua Si aplicamos la fórmula para estimar el valor del EEM, tenemos:

$$EEM = 1,1 * \sqrt{1 - 0,565} = 0,7255 \text{ para matemática y } EEM = 1,16 * \sqrt{1 - 0,55} = 0,7781$$

Como se puede observar en ambos casos anteriores el EEM (0,73) y el EEM (0,78) no excede el valor de la S_y (1,1) y de la $S_y = 1,16$ en cada caso respectivamente; es decir que se cumple la condición de aceptabilidad señalada anteriormente ($S_y > EEM$). En consecuencia, se puede afirmar que el instrumento teniendo en cuenta su nivel de confiabilidad puede ser utilizado. Igualmente al aplicar el Alfa de Cronbach, basada en los elementos estandarizados en el pretest, tenemos:

Estadísticas de fiabilidad Pretest de matemática			Estadísticas de fiabilidad Pretest de lengua		
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandariza dos	N de elementos	Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandariza dos	N de elementos
0,565	0,553	20	0,550	0,553	20

Tabla 3. Estadística de Confiabilidad del Pretest.

Como se puede observar el valor del R20 es 0,56 y 0,55, lo que indica una confiabilidad moderada, sin embargo en el análisis desagregado de la influencias que tienen cada ítems el valor de la confiabilidad la tabla de estadísticas totales de elementos, nos sugiere que si suprimimos la pregunta número 1, la confiabilidad del cuestionario seria de 0,646 en el pretest de matemática y si suprimimos la pregunta número 13 en el pretest de lengua la confiabilidad seria de 0,61, lo que nos daría una confiabilidad alta, como nos lo referencia la Tabla 6. Escala de confiabilidad _ Kuder-Richardson

Estadísticas de total de elemento Pretest de matemática

	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Correlación múltiple al cuadrado	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
Compara teniendo en cuenta las competencias de Comunicación, representación y modelación en el componente numérico variacional	8,40	9,516	-,150	.	,646
Compara teniendo en cuenta el Planteamiento y la resolución de problemas en el componente geométrico métrico	8,40	8,358	,328	.	,532
Compara teniendo en cuenta la competencia de Razonamiento en el componente espacial métrico	8,30	8,326	,279	.	,537
Compara teniendo en cuenta la competencia de razonamiento y argumentación en el componente aleatorio	8,05	7,734	,462	.	,503
Clasifica teniendo en cuenta la competencia de razonamiento en el componente geométrico métrico	8,20	8,063	,347	.	,524
Clasifica teniendo en cuenta la competencia de razonamiento y argumentación en el componente espacial métrico	7,80	9,221	-,034	.	,581

Clasifica teniendo en cuenta la competencia de Comunicación, representación y modelación en el componente en el componente geométrico métrico	8,45	8,576	,277	.	,542
Compara teniendo en cuenta las competencias de Razonamiento y argumentación en el componente geométrico métrico	8,15	8,450	,200	.	,550
Compara teniendo en cuenta las competencias de Comunicación, representación y modelación en el componente geométrico métrico	8,00	8,632	,143	.	,559
Clasifica teniendo en cuenta las competencias de Comunicación, representación y modelación en el componente aleatorio	8,30	9,274	-,066	.	,590
Compara teniendo en cuenta el Planteamiento y la resolución de problemas en el componente aleatorio.	8,25	8,724	,118	.	,563
Clasifica teniendo en cuenta la competencia de razonamiento y argumentación en el componente aleatorio	8,15	7,608	,510	.	,494
Clasifica teniendo en cuenta la competencia de razonamiento y	7,95	8,366	,247	.	,542

argumentación en el componente aleatorio					
Clasifica teniendo en cuenta las competencias de Comunicación, representación y modelación en el componente numérico variacional	8,15	8,766	,092	.	,568
Clasifica teniendo en cuenta las competencias de Comunicación, representación y modelación en el componente espacial métrico	7,70	9,063	,080	.	,565
Clasifica teniendo en cuenta el Planteamiento y la resolución de problemas en el componente geométrico métrico	8,50	8,895	,172	.	,555
Clasifica teniendo en cuenta el Planteamiento y la resolución de problemas en el componente aleatorio.	8,05	7,629	,502	.	,495
Compara teniendo en cuenta el Planteamiento y la resolución de problemas en el componente espacial métrico	8,15	8,134	,313	.	,530
Compara teniendo en cuenta las competencias de Comunicación, representación y modelación en el componente espacial métrico	8,25	9,355	-,097	.	,596

Compara teniendo en cuenta la competencia de razonamiento y argumentación en el componente aleatorio	8,20	9,116	-,021	.	,586
--	------	-------	-------	---	------

Tabla 4. Estadísticas de total de elemento Pretest de matemática

Estadísticas de total de elemento Pretest de lengua					
	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Correlación múltiple al cuadrado	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
Clasifica teniendo en cuenta la competencia de escritura propositiva en el componente pragmático.	8,65	9,082	,444	.	,494
Compara teniendo en cuenta la competencia de lectura interpretativa en el componente semántico.	8,60	10,147	,072	.	,554
Clasifica teniendo en cuenta la competencia de lectura interpretativa en el componente semántico.	8,45	10,576	-,062	.	,575
Compara teniendo en cuenta la competencia escritura propositiva en el componente semántico.	8,55	9,945	,132	.	,545
Compara teniendo en cuenta la competencia de escritura propositiva en el componente pragmático.	8,60	9,832	,174	.	,538
Clasifica teniendo en cuenta la competencia de lectura interpretativa en el	8,50	9,632	,231	.	,528

componente pragmático. Compara teniendo en cuenta la competencia de escritura propositiva en el componente sintáctico	8,55	10,366	,002	.	,565
Clasifica teniendo en cuenta la competencia de lectura interpretativa en el componente sintáctico.	8,55	8,997	,449	.	,491
Clasifica teniendo en cuenta la competencia de escritura argumentativa en el componente pragmático.	8,45	10,787	-,124	.	,585
Clasifica teniendo en cuenta la competencia de lectura propositiva en el componente pragmático.	8,60	9,726	,208	.	,532
Compara teniendo en cuenta la competencia de escritura propositiva en el componente pragmático.	8,70	9,800	,207	.	,533
Clasifica teniendo en cuenta la competencia de escritura argumentativa en el componente sintáctico.	8,65	9,187	,406	.	,500
Clasifica teniendo en cuenta la competencia de escritura argumentativa en el componente semántico.	8,60	11,305	-,274	.	,615
Clasifica teniendo en cuenta la competencia de lectura propositiva en el componente semántico.	8,55	9,313	,340	.	,510

Compara teniendo en cuenta la competencia escritura argumentativa en el componente semántico.	8,60	10,674	-,090	.	,579
Compara teniendo en cuenta la competencia de lectura propositiva en el componente semántico.	8,45	9,418	,304	.	,516
Clasifica teniendo en cuenta la competencia escritura propositiva en el componente semántico.	8,55	9,103	,412	.	,497
Compara teniendo en cuenta la competencia de escritura argumentativa en el componente semántico.	8,55	10,366	,002	.	,565
Clasifica teniendo en cuenta la competencia escritura propositiva en el componente sintáctico.	8,50	9,000	,445	.	,491
Compara teniendo en cuenta la competencia de escritura propositiva en el componente semántico.	8,35	9,187	,406	.	,500

Tabla 5: Estadísticas de total de elemento Pretest de lengua

Aplicando nuevamente el R20 sin la pregunta número 1, obtenemos una confiabilidad del 0,646, lo que quiere decir que estaríamos trabajando con una fiabilidad alta.

Estadísticas de fiabilidad Pretest

matemática		
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elements
,646	,650	19

Estadísticas de fiabilidad Pretest

lengua		
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elements
,615	,602	19

Tabla 6: Estadística de Fiabilidad Pretest.

Pruebas de Fiabilidad del Cuestionario Postest de matemáticas y lenguaje

Con relación a la fiabilidad del POSTEST, se aplicaron los mismos estadísticos:

Estadísticas de fiabilidad Postest matemática			Estadísticas de fiabilidad postest de lengua		
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos	Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,866	,864	20	,879	,867	20

Tabla 7. Estadística de Fiabilidad Postest.

Como se puede observar en la prueba, el sistema estadístico SPSS arroja un valor del R20 de 0,866 y de 0,88 lo que indica una confiabilidad muy alta para los cuestionarios.

Lo anterior nos da suficiente evidencia estadística para decir que el cuestionario es altamente confiable.

Descripción de la Intervención:

Esta investigación tuvo presente el principio causa-efecto, pues se cuestiona la influencia de las estrategias de intervención cognitiva en el desarrollo de las habilidades de pensamiento relacionadas con la comparación y la clasificación; para ello se aplicó una evaluación diagnóstica que se denominó Pretest, tanto al grupo control como el experimental para determinar la influencia de un plan de intervención cognitiva en el desarrollo de las habilidades de pensamiento relacionadas con la clasificación y comparación, en los estudiantes de 5° grado de básica primaria, en la Institución Educativa San Isidro, de Montería. Dicho instrumento contó con 20 preguntas del área de matemáticas y 20 del área de lenguaje. Las preguntas fueron tomadas de los cuestionarios de la prueba Saber 5 que el ICFES ha aplicado en los últimos 5 años, en todo caso el instrumento se sometió a juicio de validación de expertos y se aplicaron las pruebas de confiabilidad descritas anteriormente.

Aplicado el pretest, se procedió con la aplicación del estímulo experimental a través de la implementación de las dos cartillas de intervención cognitiva, diseñadas a partir de las teorías de Modificabilidad cognitiva de Feuerstein, (1963) y en los ejercicios complementarios para el PEI de Feuerstein, propuestos por otros investigadores que se citan en la misma, quienes desarrollaron sus trabajos a partir de las teorías de Feuerstein. Una tiene ejercicios que potencian la habilidad de comparación y la otra de clasificación, estas cartillas fueron adaptadas a las necesidades de la población objeto de estudio con preguntas y talleres prácticos desarrollados en el transcurso de 5 meses, que corresponde aproximadamente a 100 horas clases. La intervención partió de la socialización del proyecto con la comunidad educativa, específicamente con el grupo experimental, en primera instancia se dieron detalles de las etapas y fases de la investigación: Fase Preparatoria (Momento Diagnóstico, revisión estadísticas ICFES- Conducta de Entrada, Fase de Aplicación del Pretest a ambos grupos (experimental y control), Fase de Intervención Cognitiva al Grupo

Experimental, Fase de aplicación del postest a ambos grupos, hasta finalizar con la fase de análisis de resultados, discusión conclusiones y recomendaciones.

Finalizada la intervención, para verificar la presencia de diferencias significativas entre el grupo intervenido cognitivamente (grupo experimental) y los estudiantes que desarrollan sus procesos bajo modelos de enseñanza convencional (Grupo control) se aplicó una evaluación similar al pretest, esta se denomina postest, a ambos grupos. La información obtenida fue analizada y tabulada **utilizando el programa estadístico SPSS v 7.0** y el **R Statistics/for Date Science**, teniendo en cuenta pruebas no paramétricas tales como prueba Wilcoxon y U de Mann-Whitney. A su vez, para determinar la fiabilidad, confiabilidad de los instrumentos se usó el test de Kuder-Richardson. Kuder, G. F., y Richardson, M. W. (1937) y Ruiz, B. C. (s.f).

Fases de la Intervención:

Fase Preparatoria (Momento Diagnóstico- Conducta de Entrada)

En esta fase se observaron los dos grupos, se llevó a cabo el análisis estadístico de la prueba Saber 5 de la institución, se aplicaron encuestas a los docentes, finalmente se identificó el problema. Todo el proceso de diagnóstico reveló las necesidades prioritarias de los estudiantes con relación al aprendizaje, lo cual contribuyó en la toma de decisiones sobre intervenir cognitivamente a los estudiantes de 5° para el desarrollo de las habilidades del pensamiento relacionadas con la comparación y la clasificación, delimitándose así la temática de esta investigación.

Fase de Aplicación Pretest.

En esta fase se aplicó el pretest a los dos grupos (testigo y experimental) hecho esto se realizó el análisis y comparación de resultados de ambos grupos. Para la ejecución de este cuestionario, se perpetraron las pruebas pertinentes de validación, tal como se referenció en apartes anteriores. La aplicación del pretest (Prueba de lenguaje y matemática con ejercicios relacionados con las habilidades de pensamiento de comparación y clasificación) a los estudiantes de los grupos seleccionados permitió establecer comparaciones entre los resultados de las dos aplicaciones (pretest/postest) y sacar conclusiones referentes a la influencia de la intervención cognitiva para el desarrollo de las habilidades de pensamiento relacionadas con la comparación y la clasificación.

Fase de Diseño

Primeramente, se clasificaron diferentes actividades e imágenes relacionadas con la propuesta de intervención cognitiva o PEI de Feuerstein, (1991); Villar, (1995); tomadas de diferentes fuentes web (Ver Anexo 3 y 4). Hecho esto, se amplió el rango de actividades y preguntas adaptando las cartillas al contexto escolar de la I.E San Isidro.

Fase de Intervención:

Con el propósito de favorecer el desarrollo de las habilidades de pensamiento relacionadas con la clasificación y comparación de los estudiantes de 5° grado de la Institución Educativa San Isidro, de Montería se intervino cognitivamente al grupo, tal como se describió anteriormente, se implementaron dos cartillas, diseñadas a partir de las teorías de Modificabilidad cognitiva de Feuerstein, (1963) y en los ejercicios complementarios para el PEI de Feuerstein, tomados de diferentes fuentes. La organización responde a trabajos por rutas y temas. En primera instancia se trabajó la cartilla de comparación, finalizada las actividades de esta, se da inicio a las de la cartilla de clasificación. Cada sesión de trabajo empieza con una lectura de imágenes a propósito de la intervención, seguidamente se les invita a hablar libremente de las mismas y a través de preguntas concretas se les lleva a alcanzar cada objetivo propuesto por actividad. A continuación, se describen las etapas de la intervención, las cuales contribuyeron a la integración sistemática y organizada de cada una de las sesiones para alcanzar los objetivos propuestos a través una metodología dinámica de trabajo.

Primera etapa:

Durante la implementación de esta etapa lo primero que se hizo fue la explicación de cómo se iba a trabajar la Cartilla de Intervención Cognitiva: Comparación, explicando al inicio de cada sesión la ruta de trabajo, y desarrollando las actividades propuestas para las mismas.

Segunda Etapa

Durante la implementación de esta etapa, los estudiantes resolvieron ejercicios para el desarrollo de las habilidades de pensamiento relacionadas con la clasificación, se enfrentaron a actividades un poco más complejas que las propuestas en la cartilla anterior.

Plan de Acción-Despliegue de la intervención por sesiones

Actividades tendientes al desarrollo de habilidades de pensamiento relacionadas con la comparación

Sesiones	Tiempo estimado	Actividad	Objetivos
Sesión 1	2 horas	Actividad 1: Semejanzas y diferencias entre diferentes tipos de imágenes. Ejercicios para ejercitar las habilidades del pensamiento relacionadas con la comparación:	Afianzar las habilidades del pensamiento relacionadas con la comparación, favoreciendo el desarrollo de los procesos académicos y del contexto cotidiano de los estudiantes de 5° de la I.E San Isidro de Montería.
Sesión 2	2 horas	Actividad 2: Lo común y diferente entre figuras geométricas y otros objetos. Ejercicios para ejercitar las habilidades del pensamiento relacionadas con la comparación:	Ejercitar las habilidades del pensamiento relacionadas con la comparación, favoreciendo el desarrollo de los procesos académicos y del contexto cotidiano de los estudiantes de 5° de la I.E San Isidro de Montería.
Sesión 3	2 horas	Actividad 3: Lo común y diferente en pares de palabras. Ejercicios para ejercitar las habilidades del pensamiento relacionadas con la comparación:	Desarrollar las habilidades del pensamiento relacionadas con la comparación, favoreciendo el desarrollo de los procesos académicos y del contexto cotidiano de los estudiantes de 5° de la I.E San Isidro de Montería.
Sesión 4	2 horas	Actividad 4: Lo común y diferente en pares de palabras. Ejercicios para ejercitar las habilidades del pensamiento relacionadas con la comparación:	Establecer lo común y diferente entre pares de objetos, cosas, lugares y personas, favoreciendo el desarrollo de las habilidades del pensamiento relacionadas con la comparación de los estudiantes de 5° de la I.E San Isidro de Montería.

Sesión 5	2 horas	<p>Actividad 5: Actividad 1: Cosas comunes y diferentes en pares de imágenes.</p> <p>Ejercicios para ejercitar las habilidades del pensamiento relacionadas con la comparación:</p>	<p>Acrecentar la conducta comparativa, favoreciendo el desarrollo de los procesos académicos y del contexto cotidiano de los estudiantes de 5° de la I.E San Isidro de Montería.</p>
Sesión 6	2 horas	<p>Actividad 6: Cosas comunes y diferentes en pares de dibujos.</p> <p>Ejercicios para ejercitar las habilidades del pensamiento relacionadas con la comparación:</p>	<p>Enriquecer la compilación de atributos por los cuales se pueden comparar estímulos (personas y figuras), favoreciendo el desarrollo de los procesos académicos y del contexto cotidiano de los estudiantes de 5° de la I.E San Isidro de Montería.</p>
Sesión 7	2 horas	<p>Actividad 7: Identifica en un grupo el par de imágenes idénticas.</p> <p>Ejercicios para ejercitar las habilidades del pensamiento relacionadas con la comparación:</p>	<p>Desarrollar las habilidades del pensamiento relacionadas con la comparación, favoreciendo el desarrollo de los procesos académicos y del contexto cotidiano de los estudiantes de 5° de la I.E San Isidro de Montería.</p>
Sesión 8	2 horas	<p>Actividad 8: Establecimiento del grado de semejanza entre objetos.</p> <p>Ejercicios para ejercitar las habilidades del pensamiento relacionadas con la comparación:</p>	<p>Aislar parámetros relevantes para la comparación, que son característicos y críticos para las necesidades que generaron la conducta comparativa., favoreciendo el desarrollo de los procesos académicos y del contexto cotidiano de los estudiantes de 5° de la I.E San Isidro de Montería.</p>
Sesión 9	2 horas	<p>Actividad 9: Identificación de elementos y atributos de los objetos.</p> <p>Ejercicios para ejercitar las habilidades del pensamiento relacionadas con la comparación:</p>	<p>Desarrollar las habilidades del pensamiento relacionadas con la comparación, favoreciendo el desarrollo de los procesos académicos y del contexto cotidiano de los estudiantes de 5° de la I.E San Isidro de Montería.</p>
Sesión 10	2 horas	<p>Actividad 10: Establece diferencias entre elementos de un paisaje.</p> <p>Ejercicios para ejercitar las habilidades del pensamiento relacionadas con la comparación:</p>	<p>Estimular la flexibilidad en el uso de parámetros para la comparación, incrementando la habilidad del estudiante para diferenciar entre elementos, favoreciendo el desarrollo de los procesos académicos y del contexto cotidiano de los estudiantes de 5° de la I.E San Isidro de Montería.</p>
Sesión 11	2 horas	<p>Actividad 11: Establece diferencias entre diferentes</p>	<p>Convertir el acto de la comparación en una actividad automatizada, de modo que el estudiante, de forma</p>

		<p>tipos de objetos e imágenes de personas, animales etc. Ejercicios para ejercitar las habilidades del pensamiento relacionadas con la comparación:</p>	<p>espontánea, perciba y describa la relación entre objetos, sucesos e ideas, en términos de sus semejanzas y diferencias, favoreciendo el desarrollo de los procesos académicos y del contexto cotidiano de los estudiantes de 5° de la I.E San Isidro de Montería.</p>
Sesión 12		<p>Actividad 12: Reproduce diferentes tipos de imágenes a partir de atributos sugeridos. Ejercicios para ejercitar las habilidades del pensamiento relacionadas con la comparación:</p>	<p>Proveer conceptos, denominaciones, operaciones y relaciones en las cuales describe semejanzas y diferencias, favoreciendo el desarrollo de los procesos académicos y del contexto cotidiano de los estudiantes de 5° de la I.E San Isidro de Montería.</p>
Sesión 13	2 horas	<p>Actividad 13: Reproducción de imágenes a partir de modelos y atributos dados. Ejercicios para ejercitar las habilidades del pensamiento relacionadas con la comparación:</p>	<p>Proveer conceptos, denominaciones, operaciones y relaciones en las cuales describe semejanzas y diferencias, favoreciendo el desarrollo de los procesos académicos y del contexto cotidiano de los estudiantes de 5° de la I.E San Isidro de Montería.</p>

Tabla 8. Cronograma de Actividades tendientes al desarrollo de habilidades de pensamiento relacionadas con la comparación

Actividades tendientes al desarrollo de habilidades de pensamiento relacionadas con la clasificación.

Sesiones	Tiempo estimado	Actividad	Objetivos
Sesión 1	2 horas	<p>Actividad 1: Lectura de imágenes 1 – La rana golosa, identificación, clasificación y síntesis de la información contenida en imágenes. Ejercicios para ejercitar las habilidades del pensamiento relacionadas con la clasificación:</p>	<ul style="list-style-type: none"> Estimular la habilidad de clasificación, partiendo de la percepción analítica y proyección del universo de objetos y hechos, más allá de repartirlos o aparearlos, sino de agruparlos de acuerdo a principios fundamentales e integrarlos en sus apropiados conjuntos o subconjuntos.
Sesión 2	2 horas	<p>Actividad 2: Lectura de imágenes: Trabajo en equipo. Ejercicios para ejercitar las habilidades del pensamiento relacionadas con la clasificación:</p>	<ul style="list-style-type: none"> Convertir el acto de la comparación en una actividad automatizada, de modo que el estudiante, de forma espontánea, perciba, describa y decodifique simbólicamente objetos, sucesos e ideas para la reducción en el número

Sesión 3	2 horas	Actividad 3: Lectura de imágenes – El ratón y el queso. Ejercicios para ejercitar las habilidades del pensamiento relacionadas con la clasificación:	<p>de estímulos individuales con los cuales se debe tratar.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar las habilidades del pensamiento relacionadas con la clasificación, favoreciendo el desarrollo de los procesos académicos y del contexto cotidiano de los estudiantes de 5° de la I.E San Isidro de Montería.
Sesión 4	2 horas	Actividad 4: Lectura de imágenes – La vida es tan pesada o liviana como la quieras llevar. Ejercicios para ejercitar las habilidades del pensamiento relacionadas con la clasificación:	<ul style="list-style-type: none"> • Estimular la flexibilidad en el uso de parámetros para la clasificación, estableciendo la relación que va con los estímulos con elementos simples hasta la proyección de relaciones entre conceptos más extensos.
Sesión 4	2 horas	Actividad 5. Lectura de imágenes - Entrenando a los cachorros. Ejercicios para ejercitar las habilidades del pensamiento relacionadas con la clasificación:	<ul style="list-style-type: none"> • Entender la clasificación como una operación mental que implica procesos de comparación, diferenciación y discriminación de elementos, objetos e ideas.
Sesión 6	2 horas	Actividad 6: Hablemos de la familia. Ejercicios para ejercitar las habilidades del pensamiento relacionadas con la clasificación:	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar las habilidades del pensamiento relacionadas con la clasificación partiendo de la organización de conjuntos formados en base a las semejanzas compartidas por objetos o hechos y de subconjuntos contruidos con base a las diferencias entre los miembros del grupo.
Sesión 7	2 horas	Actividad 7: Somos familia. Ejercicios para ejercitar las habilidades del pensamiento relacionadas con la clasificación:	<ul style="list-style-type: none"> • Proveer conceptos, denominaciones, operaciones y relaciones para la ejecución de operaciones lógico verbales que implican la clasificación.
Sesión 8	2 horas	Actividad 8: Relaciones familiares. Ejercicios para ejercitar las habilidades del pensamiento relacionadas con la clasificación:	<ul style="list-style-type: none"> • Afianzar la habilidad de clasificación partiendo del principio de relación o agrupación de los elementos de un todo.
Sesión 9	2 horas	Actividad 9: ¿Quién es tu familia? Ejercicios para ejercitar las habilidades del pensamiento relacionadas con la clasificación:	<ul style="list-style-type: none"> • Ejercitar la habilidad de clasificación, estableciendo la relación entre elementos distintos, siendo conscientes de la posibilidad de creación un orden mediante la organización de diversos elementos

Sesión 10	2 horas	Actividad 10: Relaciones familiares 2. Ejercicios para ejercitar las habilidades del pensamiento relacionadas con la clasificación:	<ul style="list-style-type: none"> • Desarrollar las habilidades del pensamiento relacionadas con la clasificación al reunir información y organizarla para la realización de trabajos sistemático.
Sesión 11	2 horas	Actividad 11: Adivinanzas. Ejercicios para ejercitar las habilidades del pensamiento relacionadas con la clasificación:	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitarse en el uso de estrategias y medios que representan las relaciones internas entre los datos para organizarlos y clasificarlos.
Sesión 12		Actividad 12: Géneros familiares. Ejercicios para ejercitar las habilidades del pensamiento relacionadas con la clasificación:	<ul style="list-style-type: none"> • Ejercitarse en los procesos de abstracción y análisis de información que requieren la comparación y la clasificación.
Sesión 13	2 horas	Actividad 13: árbol genealógico. Ejercicios para ejercitar las habilidades del pensamiento relacionadas con la clasificación:	<ul style="list-style-type: none"> • Concienciar a los estudiantes acerca de la importancia y necesidad de seguir parámetros de clasificación, tanto en actividades académicas como aquellas que impliquen el proceso en la vida diaria.
Sesión 14	2 horas	Actividad 14: Relaciones familiares 3. Ejercicios para ejercitar las habilidades del pensamiento relacionadas con la clasificación:	<ul style="list-style-type: none"> • Fortalecer la habilidad de clasificación partiendo del principio de división de un conjunto en dos o más subconjuntos y utilizando un criterio para agrupar elementos.
Sesión 15	2 horas	Actividad 15: Roles familiares. Ejercicios para ejercitar las habilidades del pensamiento relacionadas con la clasificación:	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitarse en el uso de estrategias y medios que representan las relaciones internas entre los datos para organizarlos y clasificarlos.
Sesión 16		Actividad 16: Identifico roles familiares. Ejercicios para ejercitar las habilidades del pensamiento relacionadas con la clasificación:	<ul style="list-style-type: none"> • Ejercitarse en los procesos de abstracción y análisis de información que requieren la comparación y la clasificación.
Sesión 17	2 horas	Actividad 17: árbol genealógico 2. Ejercicios para ejercitar las habilidades del pensamiento relacionadas con la clasificación:	<ul style="list-style-type: none"> • Concienciar a los estudiantes acerca de la importancia y necesidad de seguir parámetros de clasificación, tanto en actividades académicas como aquellas que impliquen el proceso en la vida diaria.
Sesión 18	2 horas	Actividad 18: Relaciones familiares 3. Ejercicios para ejercitar las habilidades del	<ul style="list-style-type: none"> • Fortalecer la habilidad de clasificación partiendo del principio de división de un conjunto en dos o

		<p>pensamiento relacionadas con la clasificación:</p> <p>Sesión 19 2 horas Actividad 19: Una familia, múltiples generaciones. Ejercicios para ejercitar las habilidades del pensamiento relacionadas con la clasificación:</p>	<p>más subconjuntos y utilizando un criterio para agrupar elementos.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Concienciar a los estudiantes acerca de la importancia y necesidad de seguir parámetros de clasificación, tanto en actividades académicas como aquellas que impliquen el proceso en la vida diaria.
		<p>Sesión 20 2 horas Actividad 20: Mi generación. Ejercicios para ejercitar las habilidades del pensamiento relacionadas con la clasificación:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Fortalecer la habilidad de clasificación partiendo del principio de división de un conjunto en dos o más subconjuntos y utilizando un criterio para agrupar elementos.

Tabla 9. Cronograma de Actividades tendientes al desarrollo de habilidades de pensamiento relacionadas con la clasificación

Fase de Aplicación de la Prueba Postest

En esta fase ambos grupos (testigo y experimental) tomaron una prueba similar al pretest, esta vez denominada postest para determinar la influencia de la intervención cognitiva en el desarrollo de las habilidades de pensamiento relacionadas con la comparación y la clasificación. Al analizar y contrastar sus resultados se demuestra el impacto y efectividad de la intervención. En el análisis de resultados del postest, tanto del grupo testigo como experimental se establecieron comparaciones en los grupos mediante la aplicación de las pruebas de Wilcoxon y la U de Man-Whitney respectivamente. Este instrumento fue previamente validado y su confiabilidad verificada según lo establecido en la descripción de los instrumentos.

Plan de Análisis

Se realizó un análisis siguiendo las diversas formas para interpretar los resultados de la aplicación de cada uno de los instrumentos. El nivel de medición de la variable determina cuál es la medida de tendencia central apropiada para interpretar (Hernández et al., 2010). Estos datos son mostrados a través de gráficas para detallar con claridad información relevante con relación a las variables. La información obtenida fue analizada desde una perspectiva descriptiva para mostrar si los estudiantes de la muestra transitan de un nivel de competencias a otro, al resolver ejercicios, preguntas y problemas tanto de lenguaje como de matemáticas en los que tienen que hacer uso de sus habilidades de pensamiento de comparación y clasificación y luego desde los criterios de estadística inferencial, aplicando las pruebas estadísticas no paramétricas de Wilcoxon para evaluar diferencias intragrupo (antes y después del tratamiento del mismo grupo) y la U de Mann Whitney, al comparar los resultados de las pruebas de los grupos independientes, es decir, el grupo control y el experimental ($5^{\circ}1$ y $5^{\circ}2$).

Resultados:

Se ha planteado que el desarrollo y mejoramiento de las habilidades de pensamiento relacionadas con la comparación y la clasificación es un trabajo complejo, riguroso y sistemático y que su accionar puede facilitar el desarrollo de otros procesos de pensamiento. Por tanto, existe la necesidad de mejorar estos niveles de competencia en los estudiantes; labor que se ve afectada, tanto, por procesos como los estilo de aprendizaje, el poco hábito de estudio, la creación de espacios institucionales que generen placer por aprender, los recursos disponibles, así como situaciones propias de los estudiantes, inherentes al contexto, sus familias y condiciones que los identifican en estado de vulnerabilidad y que fueron descritas anteriormente. Al respecto, puede decirse que luego de la intervención cognitiva para el desarrollo de las habilidades de pensamiento relacionadas con

la comparación y la clasificación queda claro que si bien esta es una labor compleja, existen muchas posibilidades para facilitarla y brindar herramientas que permitan a los estudiantes mejorarlas; igualmente, las cartillas de intervención cognitiva reseñadas, al estar contextualizadas permitieron responder a las necesidades propias de los estudiantes, partiendo de sus niveles de competencias y guiándoles hasta desarrollar mayor potencial y capacidad para responder a los ejercicios planteados. Teniendo en cuenta los resultados se precisa señalar que en el grupo control, en la prueba Pretest en los niveles de comparación y clasificación la mayor parte de los estudiantes se ubicó en un nivel bajo tal como se describió anteriormente, y aunque hubo mejora en los rangos en los diferentes niveles en la prueba postest, estas son mínimas y se siguen evidenciando las dificultades en las habilidades de comparación y clasificación al contrastar la información; lo cual se debe tal vez, a que este grupo tomó el postest después de un determinado tiempo, sin implementar ningún tipo de intervención cognitiva. Por el contrario, al analizar los resultados en los niveles de comparación y clasificación en la prueba de matemática y lenguaje del grupo experimental se observan avances significativos después de la intervención, los porcentajes son más altos a los del grupo control, esto muy posiblemente es debido al trabajo que se realizó con la aplicación de la intervención, a la práctica constante a la cual se expuso el grupo durante el tiempo establecido, practicando y profundizando en cómo mejorar los niveles de comparación clasificación a través de las cartillas de intervención cognitiva; lo cual demuestra con facilidad que la intervención realizada arrojó un cambio significativo en el proceso de estas habilidades de pensamiento. El mejoramiento significativo de estos niveles representa una gran ventaja para el desarrollo de las clases, no sólo de matemáticas y lenguaje, sino de las demás áreas donde los estudiantes deberán valerse de sus habilidades de pensamiento para acceder a conocimiento específico, desarrollar su pensamiento crítico, comprendiendo mejor no solo asuntos académicos, si no aquellos que tienen que ver con su vida y entorno.

Al contrastar el presente estudio, y los resultados de las investigaciones que le sirvieron de referente, se puede expresar que en esta investigación al igual que las referenciadas en el Estado del Arte, permitieron definir estrategias para mejorar los niveles de competencias en cuanto a las habilidades de pensamiento relacionadas con la comparación y la clasificación, más en este caso se puede observar que se obtuvieron resultados significativos; igualmente se aportó en el diseño y selección de recursos que componen las cartillas de intervención cognitiva las cuales se podrán seguir usando para la práctica y perfeccionamiento de las habilidades de comparación y clasificación, y sin duda serán referente para otros trabajos de investigación no solo en estas, sino en las demás habilidades de pensamiento.

Además, en esta investigación se profundizaron los referentes existentes y se aportaron nuevos soportes teóricos que muy seguramente servirán de base para la elaboración del marco teórico-conceptual y antecedentes de futuras investigaciones.

A partir de la lectura y análisis de los hallazgos de la presente investigación, y a la luz de la teoría de la modificabilidad cognitiva en cuanto a que toda experiencia vivida posibilita incorporar el nuevo conocimiento a su esquema mental, lo cual modifica las estructuras intelectuales por la influencia del entorno; al ser “el organismo humano es un sistema abierto que en su evolución adquirió el potencial para modificarse a sí mismo, siempre y cuando exista un acto humano mediador”. Feuerstein (1963), se puede plantear que la estrategia de intervención cognitiva para el desarrollo de las habilidades de pensamiento relacionadas con la comparación y clasificación, fue trabajo efectivo tal como se evidencia en los datos estadísticos que arrojó el estudio y que fueron refenciados anteriormente, al darse avances significativos en el grupo experimental, quienes luego de la intervención pasaron de un nivel bajo en su capacidad para resolver ejercicios tanto de matemáticas como de lenguaje que requieren de la comparación y la clasificación a un nivel básico,

alto, y aunque muy pocos al superior, es evidente la efectividad de la intervención ya que muchos transitaron de un nivel inferior a otro.

Este mismo hecho permite respaldar lo expuesto por Avendaño, C. W., Parada, T. A. (2013) cuando expresa que en el campo de la acción pedagógica se debe atender a las características físicas, psíquicas, emocionales, socio-históricas, políticas, de los estudiantes. Así por ejemplo, la situación de pobreza, inequidad y la miseria como estados de vulneración de los estudiantes debe generar una constante reflexión permanente en el profesorado. Por cuanto los factores genéticos, biológicos, emocionales, culturales y demás aspectos propios de quienes aprenden influyen su capacidad o incapacidad para responder de forma adecuada y precisa a los estímulos. Sus planteamientos y los resultados de la presente investigación exhortan a continuar la labor de intervenir cognitivamente, tanto al grupo control con las estrategias implementadas en el grupo experimental; lo cual sería otra forma de medir la efectividad de la intervención misma. Así mismo, serviría como punto de partida para idear otras estrategias que aporten tanto al desarrollo de las competencias de comparación y clasificación como de las otras habilidades de pensamiento.

Finalmente, es importante resaltar que en el ámbito Colombiano y regional, es poco el trabajo investigativo que parte de intervenciones cognitivas para mejorar las habilidades de pensamiento o procesos de aprendizaje; por tanto, el presente estudio se convierte en un referente para el desarrollo de programas tendientes a estudiar estos campos. Específicamente, partiendo de los resultados obtenidos, la propuesta podrá ser replicada, tanto en la básica primaria y secundaria como en la media, adaptando las cartillas de intervención cognitiva con ejercicios acordes a la edad, grado y necesidades de los estudiante de la I.E San Isidro, y por parte del investigador queda la gestión para que las estrategias y el proyecto en general sea un referente en el Municipio de Montería, proyectándose hacia la comunidad académica del país.

Referencias bibliográficas

- Arguelles, P., Denise C., y Nagles N.(2010). Estrategias para promover procesos de aprendizaje autónomo. Bogotá-Colombia. Universidad EAN, Cuarta edición.
- Avendaño, C. W., Parada, T. A. (2013). Ámbitos de aplicación de la teoría de la Modificabilidad Estructural Cognitiva de Reuven Feuerstein. En AGO.USB. V. 13 N 2 PP. 279- 539. Doi: <http://doi.org/10.21500/16578031.103>. Recuperado de <http://goo.gl/2MSqaO>
- Báez Alcaíno, J., & Onrubia Goñi, J. (2015). Una revisión de tres modelos para enseñar las habilidades de pensamiento en el marco escolar. *Perspectiva Educacional*, 55(1), 94-113
- Bara S.P y Sánchez M.E , (2001). “Estrategias metacognitivas y de aprendizaje: estudio empírico sobre el efecto de la aplicación de un programa metacognitivo, y el dominio de las estrategias de aprendizaje en estudiantes de ESO, BUP y universidad. En: Universidad Complutense de Madrid. Recuperado de: <http://scholargoogle.co.com>.
- Barroso, C. (2013). Detección y programa de entrenamiento en Infantil para las dificultades visuales, auditivas, motrices, y de lateralidad influyentes en la lectoescritura. Universidad Internacional de la Rioja. Trabajo de Maestría. Madrid. Recuperad de: <https://reunir.unir.net/handle/123456789/2072>.
- Belmonte, L. (2003): El perfil del profesor mediador. Aula XXI, Santillana, Madrid.
[Versión electrónica].
- Bisquerra, R. (2005). Métodos de investigación educativa. Guía práctica. Ediciones CEAC. Barcelona.
- Campbell, D & Stanley, J. (1982). Diseños experimentales y cuasi-experimentales en la investigación social. Buenos Aires: Amorrortu editores.

- Carvalhoda Vaiga E. y García García, E. (s,f). Programa de Intervención Cognitiva (PIC) basado en la teoría modular de la mente. Recuperado de: <http://eprints.ucm.es/1618/1/bet.pdf>
- Cedillo Q. I., (2010). El Aprendizaje Mediado y las Operaciones Mentales de Comparación y Clasificación. Tesis de Maestría. Universidad de Cuenca. Recuperado de: <http://dspace.ucuenca.edu.e/handle/123456789/3296>
- De Bono, E. (1994). El pensamiento lateral. Manual de creatividad. Madrid: Paidós.
- Delors, J., Unesco. La Educación Encierra un Tesoro. Editorial: Santillana. Capítulo 4. Los cuatro pilares de la educación. Año 1996. pp. 91-103
- El Tiempo, (2016). Resultados de Colombia en la Prueba PISA. Artículo publicado en el Periódico Nacional El Tiempo. 06 de diciembre 2016, 04:14 p.m. Recuperado de: <http://www.eltiempo.com/vida/educacion/los-mejores-paises-en-las-pruebas-pisa-2016-42082> y <http://www.eltiempo.com/vida/educacion/resultado-de-colombia-en-las-pruebas-pisa-2016-43510>
- Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe (OREALC/UNESCO). “E2030: Educación y habilidades para el siglo XXI”. Argentina. 2017. Recuperado de: <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Santiago/pdf/Informe-Reunion-Buenos-Aires-2017-E2030-ALC-ESP.pdf>.
- Fuentes, S., (2013). Implementación de un programa de intervención para el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico. Tesis de Maestría. SUE Caribe/Universidad de Sucre. Sincelejo. Recuperado de: www.edunexos.edu.co/doc_download
- Feuerstein, R. (1990). Evaluación dinámica del potencial de aprendizaje LPAD. Canadá Research Institute.
- Feuerstein, R. (1980). Instrumental Enrichment. Baltimore: University Park Press.
- Feuerstein, R. (1990). The theory of structural cognitive modifiability. In B.Presseisen (Ed.), Learning and Thinking Styles: Classroom Interaction. Washington, DC: National Education Association.
- Feuerstein, R. y Kozulin, A. (2002). Nuevo enfoque de evaluación dinámica del potencial de aprendizaje. II Congreso para el Talento de la Niñez, Ciudad de México.
- Fundación Cadah, (2018). Test de Inteligencia para niños de Witchsler WISC IV. Recuperado de: <https://www.fundacioncadah.org/web/articulo/tdah-evaluacion-escala-de-inteligencia-de-wechsler-para-ninos-iv-wisc-iv-.html>.
- García J. (2009). Estimulación Cognitiva. OCW Universidad de Murcia.
- Gardner, H., (2005). Inteligencias Múltiples, la teoría en la práctica. Bogotá: Edición colección Surcos.
- Gardner, H. (1983). *Frames of mind: The theory of Multiple Intelligences*. New York: Basic Books.
- Gardner, H., (2013). Inteligencias Múltiples. La teoría en la práctica. México. Ediciones Culturales Paidós.
- Ghiglione, M.E, Arán, F.V, y Apaz, A., (2011). Programa de intervención, para fortalecer funciones cognitivas y lingüísticas, adaptado al currículo escolar en niños en riesgo por pobreza. En: Revista Interdisciplinaria, vol 28, num. 1, 2011, pp 17-36. Argentina.
- Guevara G., Habilidades básicas del pensamiento. (HBP). Universidad de Veracruz. Pp. 33-44. Recuperado de: <http://repository.unad.edu.co>
- Harpen, D. F., (1996) Assessing the effectiveness of critical thinking instruction. The Journal of General Education, 42 (4), 449-455.

- Hernández, R., Fernández, Collado, C., & Baptista, Lucio, P. (2007). Metodología de la investigación (4^oed.). México: Mc Graw-Hill.
- Kaufman, A.S. & Kaufman, N.L., (2000). K-BIT, Test Breve de Inteligencia de Kaufman. Recuperado de: www.pearsonclinical.es.
- Koffka, K. (1969). Principios de la psicología de la forma. Buenos Aires: Paidós. Matlin, P. A. y Foley, M. A. (1996). Sensación y percepción. México: Prentice Hall. Wertheimer, M. (1912). Estudios experimentales sobre la visión del movimiento. Zeitschrift der Psychologie, 61, 161-265. Versión en castellano: Sahakian, W. S. (1968). Historia de la psicología. México: Trillas.
- Kuder, G. F., y Richardson, M. W. (1937). The theory of estimation of test reliability. Psychometrika, 2, 151-160.
- Lizano, K. y Umaña, M., (2008). La Teoría de las Inteligencias Múltiples en la Práctica Docente en Educación Preescolar. Trabajo De Maestría En Psicología. Universidad Estatal a Distancia San José, Costa Rica. Revista Educare Vol. XII, N° 1, 135-149, ISSN:1409-42-58, 2008
- Marín, R. (1995). Escala de Valoración Cualitativa del Desarrollo Infantil. (Coautor), ICBF.
- Marín, R., (1985). Manual de Psicometría. Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- Myers, D. (2005). Psicología. Buenos Aires: Medica Panamericana. 980 p.
- Parada, A., y Avendaño, W., (2013). Ámbitos de aplicación de la teoría de la modificabilidad estructural cognitiva de Reuven Feuerstein. AGO.USB Medellín-Colombia V. 13 N 2 PP. 279-539 Julio - Diciembre 2013 ISSN: 1657-8031.
- Rosseli-Cock M. Et Al. (2004). Evaluación Neuropsicológica Infantil (ENI): Historia y Fundamentos teóricos de su validación. Un acercamiento práctico a su uso y valor diagnóstico. Revista Neuropsicología, Neuropsiquiatría y Neurociencias, Enero-Junio 2014, Vol.14, N°1, pp. 68-95.
Recuperado de: <https://revistannn.files.wordpress.com/2014/07/6-la-evaluacion-neuropsicologica-infantil-eni-historia-y-fundamentos-teoricos-de-su-validacion-un-acercamiento-practico-a-su-uso-y-valor-diagnostico-esmeralda-matute.pdf>.
- Maquilón, J., (2003) “Diseño y evaluación del diseño de un programa de intervención, para la mejora de las habilidades de aprendizaje de los estudiantes universitarios. Tesis doctoral. Universidad de Murcia. España. Recuperado de: <http://scholar.google.es>
- Monereo, C. y Pozo, J., (1999). “El aprendizaje estratégico”. Aula XXI. Santillana, Madrid.
- Lozano, L., (2017). Entornos Personales de Aprendizaje para el desarrollo de competencias de lectura en los estudiantes de 10^o de la Institución Educativa Manuel Ruíz Álvarez, de Montería. Tesis de Maestría. SUE-Caribe/Universidad de Córdoba. 2017.
- MEN, (1999). Ley 115 de 1994, o Ley General de Educación.
- Lozano, L., y Sierra I. (2018). La gestión de la enseñanza y el valor de los entornos personales de aprendizaje como mediación para las competencias de lectura en inglés. En: Revista de Educação, Ciência e Cultura. Recuperado de <http://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Educacao>.
- Motta, D. (2014). Programa de intervención cognitiva para el desarrollo de la observación como habilidad del pensamiento en procesos de investigación formativa. Universidad de La Salle. Bogotá-Colombia. 2014.
- Oficina Regional de Educación de la UNESCO para América Latina y el Caribe

(OREALC/UNESCO). “E2030: Educación y habilidades para el siglo XXI”. (2017).

Recuperado

de <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Santiago/pdf/Informe-Reunion-Buenos-Aires-2017-E2030-ALC-ESP.pdf>.

Mutis, J. (2010). Las teorías de los modelos test: teoría clásica y teoría de respuesta a los ítems.

En: Sistema de Información Científica. Red de Revistas científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal. pp 57-66. Recuperado de: <http://www.redalyc.org>

Orro, S (2003). Reuven Feuerstein y la teoría de la modificabilidad cognitiva estructural. Revista de Educación, N° 332.

Osorio C. L., (2018). Desarrollo de habilidades de pensamiento (observación, clasificación, descripción) a partir de la implementación de una propuesta pedagógica PENSANDHOTE dirigida a población con trastorno del espectro autista. Tesis de Maestría. Universidad de Antioquia. Recuperado de:

http://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/9479/1/OsorioLuisa_2018_HabilidadesPedagogicaTrastornoAutista.pdf

Oviedo, G., (2004). La definición del concepto de percepción en psicología con base en la teoría Gestalt. Revista de Estudios Sociales, Recuperado de

<file:///C:/Users/MARUAL/Desktop/LEVIS%20LEONARDO%20LOZANO%20HOYOS/ELA%20L%C3%93PEZ/GESTALT.pdf>.

Patiño J., (2008). Impacto de un programa de intervención cognitiva en el desarrollo del pensamiento en estudiantes de grado 6° de la Institución Educativa Escuela Normal Superior de Montería. Tesis de pregrado, no publicada). Universidad del Sinú. Montería.

Rivas, A. (2000-2015). América Latina después de PISA. Lecciones aprendidas de la educación en 7 países (2000-2015). Recuperado de <http://goo.gl/8YPMUx>

Ramírez V.C. y Ricardo R.D. (2007). Test de Inteligencia para niños de Witsler WISC III.

Normas de estandarización Chilena. Recuperado de:

<https://mmhaler.files.wordpress.com/2014/09/wisc-iii-v-ch-manual-de-administracion-y-puntuacion.pdf>

Ruiz, B. C, (s.f). Confiabilidad. Recuperado de: <http://200.11.208.195/blogRedDocente/alexisduran/wp-content/uploads/2015/11/CONFIABILIDAD.pdf>.

Rosselli, M., Mattute, E. y Ardila, A. (2010). Evaluación Neuropsicológica Infantil (ENI): batería para la evaluación de niños entre 5 y 16 años de edad. Estudio normativo colombiano. Revista de Neurología. (REV NEUROL 2004; 38 (8): 720-731). En: <https://www.neurologia.com/articulo/2003400>.

Santrock, John. (2006). *Psicología de la educación*. Segunda edición. México: McGraw-Hill.

Segura, C.A. (2003). Los diseños cuasiexperimentales. Facultad Nacional de Salud Pública. Universidad de Antioquia. Recuperado de <http://goo.gl/6vgVNs>

Serrano, M. y Tormo, R. (2000). Revisión de programas de desarrollo cognitivo. El Programa de Enriquecimiento Instrumental (PEI). RELIEVE, vol. 6, n. 1. Consultado en

http://www.uv.es/RELIEVE/v6n1/RELIEVEv6n1_1.htm en 11/07/2018.

Sistema de Universidades Estatales del Caribe Colombiano. SUE Caribe, (2016). Recuperado de: <http://www.edunexos.edu.co/emasued/index.php/perfil-profesional>

- Stake R. E. (1988). Investigación con estudio de caso. Recuperado de: <http://goo.gl/G5U9O9>
- Swearingen, A. y Calder, T. (2009). La escritura necesita habilidades motrices visuales y de percepción. (número 138). USA: Super Duper Publications. Recuperado de: https://www.superduperinc.com/handouts/pdf/138_Spanish.pdf. (26/07/2018)
- Torres, V. E. (2011). Habilidades de pensamiento crítico en los estudiantes de Ingeniería de Sistemas, Contaduría y Administración de Empresas de la Fundación Universitaria San Martín (sede Montería). Tesis de Maestría, Suecaribe, Montería.
- De acuerdo Velásquez, B. B., Remolina de Cleves N. y Graciela C. M., (2013).
Habilidades de pensamiento como estrategia de aprendizaje para los estudiantes universitarios.
Revista de investigaciones UNAD Bogotá - Colombia No. 12, julio – diciembre. Recuperado de <file:///D:/Documentos/0.%20HOJA%20DE%20VIDA/UNAD.pdf>
- Valle Arias et. Al. (2009) Diferencias en rendimiento académico según los niveles de las estrategias cognitivas y de autoregulación . SUMMAPsicológica UST.Vol. 6, N°2, pp. 31-42.
- Valle, A., González, C. R., Cuevas, G. L., y González, S. A., (1998) Las estrategias de aprendizaje: características básicas y su relevancia en el contexto escolar. En: Revista de Psicodidáctica, núm. 6, pp. 53-68. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/175/17514484006.pdf>.
- Weinstein, C. E., Taylor, W. A. y Jung J., (2011). Self regulation and learning strategies. En: New Directions for Teaching and Learning/ Volome 2011, Issue 126. Wiley Online Library. <http://doi.org/10.1002/tl.443>
- Zárate E., (2009). Estrategias de enseñanza para desarrollar habilidades del pensamiento en la Escuela Básica Estadal Caura. Universidad Nacional Experimental de Guayana. Tesis de Maestría. Venezuela. Recuperado en: http://www.cidar.uneg.edu.ve/DB/bcuneg/EDOCs/TESIS/TESIS_POSTGRADO/MAESTRIAS/EDUCACION/TGMLZ37S882009ZarateSusana.pdf.

Universidades corporativas; Una evolución de las capacidades de gestión del talento humano

Jhon Alexander Hoyos Quiroz, Vanessa Rodríguez Lora,
Instituto Tecnológico Metropolitano
Colombia

Sobre los autores

Jhon Alexander Hoyos Quiroz: Ingeniero de producción con más de cinco años de experiencia en planeación y programación de producción, manejo de indicadores de gestión, optimización y mejoramiento de procesos, desarrollo de proveedores bajo metodologías como ANPQP, dirección de personal y sistemas de gestión de calidad. Me he desempeñado en gestión de proyectos de mejora continua con impacto económico, bajo metodologías como Six Sigma, Lean Manufacturing, Gestión del conocimiento y TPM

Correspondencia: Jhohoyos305@gmail.com

Vanessa Rodríguez Lora: Docente universitario, Docente de carrera ITM, Investigador Junior COLCIENCIAS, Par evaluador COLCIENCIAS. Líneas de investigación en gestión e ingeniería del conocimiento, aprendizaje organizacional.

Docente tiempo completo. Coordinadora de los cursos del área Informática.

Asignaturas introducción a la gestión tecnológica, Inteligencia tecnológica, Tecnologías de información y Comunicación aplicada, introducción a la Investigación. Coordinadora semillero Gestión del conocimiento

Correspondencia: vanessarodriguez@itm.edu.co

Resumen

La aceleración de los sistemas productivos requiere un avance significativo en materia de tecnologías que faciliten la formación del personal al interior de las compañías, que no permita que el conocimiento este concentrado tan solo en algunas personas de las organizaciones.

Por otra parte, el cambio organizacional como resultado de las necesidades del entorno, pretende crear una estrategia centrada en los procesos y sus metas, mejorar el clima organizacional, transformar la cultura y disminuir las pérdidas operacionales. Es por esto, que el papel del capital humano es fundamental en todo proceso de construcción de capacidades de formación y transmisión del conocimiento.

En esta investigación se estudiaron múltiples técnicas para la formación de los colaboradores en las plantas de producción modernas, además de las experiencias desarrolladas en el sector automotriz para el mejoramiento continuo de sus procesos de gestión del talento humano, se empleó un estudio exploratorio - descriptivo con el propósito de identificar las brechas existentes y proponer lo que sería un proceso exitoso de gestión del talento humano a través de herramientas de desarrollo de habilidades y gestión del conocimiento en la industria.

El resultado fue la identificación de las variables clave para fomentar los procesos co-creacion y mejoramiento de las capacidades, habilidades y destrezas del personal en toda la cadena de valor compartiendo la responsabilidad con todos los actores y ejerciendo roles de liderazgo en una comunidad de conocimiento activa.

Palabras Claves: Gestión, talento humano, conocimiento, habilidades, destrezas.

Corporate universities; An evolution of human talent management capabilities.

Abstract

The acceleration of the productive systems requires a significant advance in the matter of technologies that facilitate the formation of the personnel inside the companies, that does not allow that the knowledge is concentrated only in some people of the organizations.

On the other hand, organizational change as a result of the needs of the environment, aims to create a strategy focused on the processes and their goals, improve the organizational climate, transform the culture and reduce operational losses. This is why the role of human capital is fundamental in any process of building training and knowledge transmission capacities.

In this research we studied multiple techniques for the training of employees in modern production plants, in addition to the experiences developed in the automotive sector for the continuous improvement of their human talent management processes, an exploratory - descriptive study was used. the purpose of identifying the existing gaps and propose what would be a successful human talent management process through skills development and knowledge management tools in the industry.

The result was the identification of the key variables to promote the processes co-creation and improvement of the skills, abilities and skills of the personnel throughout the value chain, sharing responsibility with all the actors and exercising leadership roles in a knowledge community active.

Keywords: Management, human talent, knowledge, skills.

Introducción

La constante evolución de los sistemas productivos requiere un avance significativo en materia de tecnologías que faciliten la formación del personal al interior de las compañías. Por otra parte, el cambio organizacional como resultado de las necesidades del entorno, demanda la creación de una estrategia fundamentada en los objetivos operacionales, mejoramiento del clima organizacional y transformación de la cultura. Es por esto, que el papel del capital humano es fundamental en todo proceso de construcción de capacidades de formación y transmisión del conocimiento.

En la actualidad se le ha dado un papel preponderante a la administración del personal, anteriormente, las empresas que tenían mayor acceso al capital y las innovaciones tecnológicas contaban con mayores ventajas competitivas, sin embargo, en la actualidad esto ha cambiado considerablemente. “Hoy, las compañías que ofrecen productos con la más alta calidad son las que van un paso adelante de la competencia, pero lo único que mantendrá la ventaja de la compañía para el día de mañana es el calibre de la gente que esté en la organización (Monday & Noe, 1997).

La literatura relevante destaca la importancia del capital humano para el progreso económico que afecta el crecimiento no solo de manera directa sino también indirectamente a través de la interacción con otros factores (Kottaridi & Karkalakos, 2018), así mismo el capital humano tiene un papel prominente y ha sido objeto de mucha investigación en literatura económica y de administración (Carkovic & Levine, 2005).

En el presente artículo se describe la importancia de la capacitación y el desarrollo humano dentro de las compañías. Que además de ser un gran beneficio para estas, también lo es para cada colaborador; permite desarrollar cualidades que aumentarían sustancialmente la productividad y permitirá generar ideas innovadoras las cuales se ven reflejadas en crecimiento personal y laboral. Es una estrategia que ha permitido a las compañías en los últimos años recuperar la inversión en mediano plazo. Las empresas en la actualidad le están dando al capital humano la importancia que merece, proporcionando aprendizaje continuo y acompañamiento adecuado con el fin de aumentar el conocimiento y crecimiento personal de los individuos (Mariz, Tejeiro, & Garcia, 2012).

En Colombia se han adoptado sistemas y culturas de formación implementadas en países desarrollados, que pretenden hacer de cada individuo una pieza fundamental en el engranaje de la compañía, donde cada persona realice actividades coherentes con la misión, visión y valores corporativos de la compañía. Lo que buscan hoy en día las organizaciones es que todos esos aprendizajes y experiencias adquiridas por las personas los lleven a la hora de ejecutar de sus labores, pero que papel están cumpliendo las empresas frente al tema de la capacitación y de la retroalimentación de las personas, en ocasiones cuando se empiezan a desempeñar las funciones dentro de cada área o cargo para el que se fue contratado, las personas se vuelven muy mecánicas dedicadas a cumplir únicamente su función y no optan por ampliar sus conocimientos o adquirir más habilidades que les permita crecer dentro de la misma organización.

A esto es lo que le deben apuntar todo tipo de compañías, a que cada persona se sienta motivada a crecer desde el cargo que se encuentre, que se conviertan en personas con visiones grandes, que se sientan respaldados por la empresa a la que pertenezcan. Las personas no deben sentirse como un recurso más de la compañía, las empresas deben darle el valor que cada persona tiene sin importar si posee un cargo alto o bajo dentro ella pues todos en conjuntos trabajan para ir en pro de su visión, las empresas deben motivar tanto a los empleados que ellos solo deseen incorporarse en ella porque encuentran allí la posibilidad de crecer tanto personal como profesionalmente, además que piensen que todas sus necesidades puedan ser atendidas por la organización (Mariz et al., 2012).

Metodología: Las características del presente estudio se enmarcaron en un tipo de investigación exploratorio-descriptivo de enfoque cualitativo.

Análisis de resultados o Desarrollo

En la nueva economía del conocimiento, el capital humano constituye la base esencial para el desarrollo de ventajas competitivas sostenibles en la organización (Becker & Huselid, 2009). Por esta razón, las organizaciones necesitan más que nunca considerar cuidadosamente la gestión de recursos humanos con el fin de incrementar su capacidad para atraer, desarrollar y retener a los trabajadores más valiosos (Cappelli, 2000).

Es evidente que todos los empleados poseen habilidades que pueden crear valor para la organización si estas son canalizadas de manera correcta, ahora bien también existen individuos que se diferencian del resto por su capacidad de contribución a los objetivos estratégicos (Rivero & Dabos, 2017). En este sentido la diferenciación de la fuerza laboral es un aspecto clave para la gestión estratégica del talento humano (Cappelli & Keller, 2014). Por lo cual se plantea un enfoque de grupos multidisciplinarios para gestionar de manera estratégica los grupos de personas que componen una organización, Por otro lado, la gestión del talento es un concepto generado en la práctica (a partir del reporte de la consultora McKinsey sobre «guerra de talentos») que hace referencia al proceso a través del cual las organizaciones anticipan y satisfacen sus necesidades de recursos humanos, especialmente de talentos en puestos de trabajo estratégicos (Cappelli & Keller, 2014).

En este sentido, el personal que haga parte de las organizaciones debe sobresalir por su capacidad de desarrollo, es decir, las personas deben tener la habilidad para día a día aprender y adquirir nuevos conocimientos y destrezas que les ayuden a mejorar su desempeño dentro de las mismas organizaciones, además las empresas deben ser el medio para que las personas logren obtener las actitudes y aptitudes para desempeñar mejor su labor dentro del trabajo.

A continuación, se referenciarán los principales conceptos que permitirán ampliar el marco referencial del presente artículo.

Desde la década de 1960, el concepto de capital humano ha tomado diferentes definiciones, donde han variado sus componentes y alcances. (Rodríguez, 2005) “El concepto y valor del capital humano como factor económico primario se reconoció ampliamente por primera vez en 1964 con la publicación del libro de Gary. Becker ganador del Premio Nobel, con el acertado título de “CAPITAL HUMANO”. Hoy en día, el capital humano está reconocido ampliamente como la fuente principal para la creación de la riqueza en esta “Era del Conocimiento” en la que vivimos y trabajamos”

De acuerdo con Feijoo (2011). A comienzos de la segunda década del siglo XXI, el mundo se enfrenta a una serie de Desafíos sin precedentes en la historia de la humanidad: el agotamiento de los alimentos y la energía. recursos, cambios climáticos, devastación de hábitats, superpoblación, urbanización y Envejecimiento global, y profundas alteraciones en el orden económico y político mundial. Este cambio transforma inevitablemente a las organizaciones como agentes económicos y sociales. Estos cambios también requieren Respuestas innovadoras a la forma en que las organizaciones gestionan su capital humano, los trabajadores y los conocimientos que poseen y aplican en el ejercicio de sus actividades.

Por su parte Villalobos & Pedroza (2009) atribuyen al acervo de capital humano la atracción de inversión en capital físico, sobre todo mediante la inversión extranjera directa. Señalan que el capital humano por sí solo no garantiza el éxito de la innovación o las nuevas tecnologías, es necesario el capital social (capacidades tecnológicas, organizativas y sociales), es decir, para que haya un crecimiento rápido se tiene que combinar la educación con las tecnologías empleadas en organizaciones bien estructuradas para su aprovechamiento.

La teoría del capital humano distingue dos formas posibles de formación: La formación general, adquirida en el sistema educativo, formativo. Su transferibilidad y su compra al trabajador explica el que esté financiada por este último, ya que puede hacerla valer sobre el conjunto del mercado de

trabajo. La formación específica adquirida en el seno de una unidad de producción o de servicio, permite desarrollar al trabajador su productividad dentro de la empresa, pero nada, o bien poco, fuera de ésta. En este caso, la financiación se asegura al mismo tiempo por la firma y por el trabajador.

A partir de la década de 1970, surgió el concepto de administración de recursos humanos (ARH), aunque todavía sufría de la vieja miopía de ver a las personas como recursos productivos o meros agentes pasivos cuyas actividades deben ser planeadas y controladas a partir de las necesidades de la organización. A pesar de que la ARH abarcaba todos los procesos de administración de personal que se conocen ahora, partía del principio de que las personas debían ser administradas por la organización o por un área central de ARH. Sin embargo, con las nuevas características del tercer milenio (globalización de la economía, fuerte competitividad en el mundo de los negocios, cambios rápidos e imprevisibles y el dinamismo del ambiente), las organizaciones que tienen éxito ya no administran recursos humanos ni tampoco administran a las personas, ya que eso significa tratarlas como agentes pasivos y dependientes; ahora administran con las personas. Eso significa tratarlas como agentes activos y proactivos, dotados de inteligencia y creatividad, de iniciativa y decisión, de habilidades y competencias, y no sólo de capacidades manuales, físicas o artesanales. Las personas no son recursos que la organización consume y utiliza, y que producen costos. Al contrario, las personas constituyen un poderoso activo que impulsa la creatividad organizacional, de la misma manera que lo hacen el mercado o la tecnología (Chiavenato, 1983).

En el caso del capital humano, Bernal (2011) considera que para muchas empresas consiste en el principal factor de generación de ingresos y de posicionamiento, e incluso de la valoración comercial de la organización, se trata de personal seleccionado cuidadosamente por su nivel de calificación y aptitudes personales, que en forma permanente se está actualizando individualmente y a través de los programas de formación en el trabajo que las compañías diseñan para propiciar mejores interacciones y resultados del personal.

Una diferencia fundamental entre los activos reales y el capital humano es que los activos reales se pueden comprar, mientras que el capital humano se alquila. Por lo tanto, puede ser difícil realizar sinergias de capital humano en las fusiones porque es difícil retener y redistribuir las fuerzas de trabajo de las empresas que se fusionan o despedir a los trabajadores duplicados y / o menos productivos. Sin embargo, argumentamos que la relación con el capital humano (es decir, la superposición de empleados con habilidades laborales similares) aumenta el poder de negociación de la empresa adquirente sobre las fuerzas laborales de las empresas fusionadas, lo que le otorga una mayor capacidad para extraer rentas de los empleados en forma de salarios más bajos y / o la opción de retener solo los componentes más productivos de las fuerzas de trabajo que se superponen. Además, la empresa también tiene la opción de mantener intactas las fuerzas de trabajo combinadas para capitalizar las economías de escala o para elegir las mejores ideas y nuevos productos o servicios (Lee & Mauer, 2018).

Por otro lado, se encuentran otras definiciones que encajan con el concepto que se maneja de capital humano en las empresas.

“El Capital humano es el conocimiento que posee, desarrolla y acumula cada persona en su trayectoria universitaria o de formación, así como la laboral y organizacional. La diferencia entre mano de obra y capital humano estriba en que la primera se cotiza por la fuerza física y la segunda por la fuerza mental, lo cual implica acumulación de conocimiento, competencias y habilidades. A partir de las precisiones anteriores. Este Análisis se realiza con las teorías del capital humano, la primera es la economista, la otra es la de la Gestión del Capital Humano (Torres, 2009).

“El capital humano (CH) de una empresa, organización, región o país es la piedra angular, es la fuente de desarrollo y por lo consiguiente es uno de los factores que generan la competitividad. Está comprobado que los países que invierten en capital humano se encuentran entre los más

desarrollados, los casos de Alemania, Suecia, Canadá, entre otros son fiel testimonio de los que invierten en educación de su capital humano.”

” El capital humano proporciona un importante beneficio tanto a escala individual como colectiva. Por lo que se refiere al individuo, Becker (1964) apunta que la opción individual de formarse es una inversión que conlleva unos importantes gastos, pero que también supone beneficios. Cuanto mayor es el capital humano acumulado, mayor es la empleabilidad ya que una persona que posea un nivel de estudios más alto y una formación mejor es capaz de ofrecer un mayor esfuerzo productivo. Además, la formación permite al individuo adaptarse a tareas más complejas y puede aspirar a un puesto de trabajo con mayor salario y con menor probabilidad de pasar a situación de desempleo. Asimismo, un mayor conocimiento redundará en una mayor productividad lo que genera mayores beneficios para las empresas. La mayor productividad permite a las empresas pagar mayores salarios sin pérdida de competitividad.”(J. J. García, 2011).

En términos generales cada una de estas definiciones o conceptos que se han mencionado anteriormente permite una clara percepción de lo que significa el capital humano dentro de las organizaciones y como son de gran relevancia para las mismas.

Ahora bien, en que se basa una empresa para calificar a su personal y que estas sean aptas para hacer parte de ellas, para eso se entrará a hablar de la cualificación de las personas dentro de las organizaciones, según el Ministerio de educación y formación Profesional de España (2002) en su primer capítulo define cualificación profesional “como el conjunto de competencias profesionales con significación para el empleo que pueden ser adquiridas mediante formación modular u otros tipos de formación, así como a través de la experiencia laboral.” Es decir, la cualificación profesional se podrá obtener mediante la adquisición de capacidades obtenidas a través del ejercicio de una determinada actividad profesional, o bien por la obtención de esas capacidades por medio de diferentes vías de formación.

Por su parte José García y Ana Bueno (2010) afirman que la importancia de obtener una o varias cualificaciones, se puede traducir en la necesidad de la sociedad postmoderna de adquisición de mayores niveles de formación, o en la acreditación mediante un documento sellado por profesionales, sobre las aptitudes que se poseen para el ejercicio de una determinada actividad profesional.

Lo anterior considerando las posturas de los autores mencionados con relación a la cualificación del personal de acuerdo a sus capacidades y habilidades como entradas para medir su desempeño organizacional teniendo en cuenta un referente esencial como las dimensiones del desarrollo humano, ilustradas en la siguiente figura:

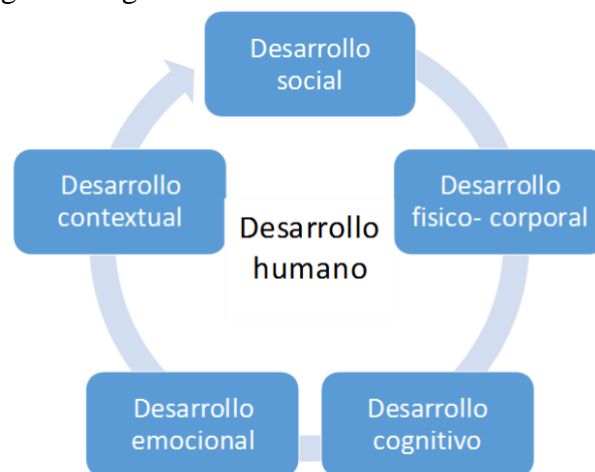


Figura 1: Dimensiones del desarrollo humano

Fuente: Elaboración propia a partir de (Tamayo, Cortina, & Garcia, 2014)

La figura anterior proporciona un punto de partida para realizar un análisis de los colaboradores, antes de iniciar todo el proceso de cualificación del personal.

En la actualidad se evidencia como la sociedad siente la necesidad de continuar adquiriendo unos niveles de formación que lo ayuden a acreditarse como persona con el objetivo de volverse mucho más competentes dentro del desempeño de sus funciones en las organizaciones, debido a que no es suficiente con tener un título en un papel que certifique a las personas como profesionales, se tiene que ir más allá, demostrando todos los conocimientos, aptitudes, actitudes y habilidades adquiridas a lo largo de su formación, llevándolos al desarrollo en sus labores, labores que también permiten que las personas obtengan una mayor cualificación y todo esto se da a partir de la experiencia que logran alcanzar las personas con el tiempo ejecutando las diferentes tareas o funciones.

Resultados:

Impacto de la capacitación interna en la productividad

En los últimos veinte años, el comercio mundial ha registrado un crecimiento promedio anual del 5.3% (World Trade Organization, 2014) lo que sugiere que el mundo se está volviendo más integrado económicamente, lo que genera más oportunidades para que las empresas se beneficien de la internacionalización. Sin embargo los principales protagonistas de este fenómeno serán las industrias con altos niveles de productividad, en este sentido el grupo de talentos de los empleados proporciona la base para el desarrollo de capacidades a nivel de empresa, y las inversiones en capital humano de los empleados pueden dar como resultado una ventaja de productividad necesaria para una internacionalización exitosa (Benfratello & Razzolini, 2008), (Mefford, 2009). Sin embargo, su competitividad también está basada en los menores costos relativos de producción. En consecuencia, esta estrategia mezcla aspectos de competitividad real y espuria. Un mayor enfoque en innovación y en actividades de mayor valor agregado le permitiría transitar hacia una mayor competitividad real (Juárez & Padilla Pérez, 2006).

De acuerdo con el párrafo anterior, la visión de la empresa basada en los recursos se centra en comprender el vínculo entre los recursos de la empresa valiosos, raros y costosos para imitar (idiosincrásicos), el rendimiento de la empresa y la ventaja competitiva sostenida (Barney, 1991), En otras palabras se fundamenta los conocimientos y habilidades de las personas descritas como capital humano, como una piedra angular en la generación de una ventaja competitiva.

Impacto de la capacitación interna en la productividad y estandarización de procesos productivos (empresa FRISA empresa líder en el ámbito mundial en la industria de la forja.)

En la actualidad, la gerencia calidad y mejora continua de FRISA, se encuentra liderando un proyecto enfocado a desarrollar competencias de personal empleado y sindicalizado en temas relacionados con el sistema de calidad FRISA y con la estandarización de sus procesos, con el fin de formar instructores internos que apoyen en los procesos de capacitación que se deban realizar dentro de la empresa. En FRISA, la capacitación interna de sus empleados está enfocada a formar instructores internos que posean las herramientas y experiencia necesaria dentro de la empresa para capacitar a otros en diversas áreas. Esto tiene un doble propósito: por un lado, disminuir los costos asociados a la formación y entrenamiento del personal que regularmente se hacía a través de organizaciones externas, y por el otro, valorar y aprovechar el conocimiento de su personal, especialmente de aquellos que por su experiencia y formación conocen a fondo cada uno de los procesos de la organización.

Los resultados obtenidos con la presente investigación demostraron que el desarrollo de programas de capacitación interna fortalece al personal de las empresas y les da las herramientas necesarias

para capacitar a los demás miembros de la organización. En este sentido se resalta en primer lugar que la capacitación de personal, es una actividad que no sólo debe circunscribirse a un momento específico planificado para esto, sino que la empresa debe considerar que las personas que allí laboran deben sentirse en todo momento y de manera constante apoyadas por una cultura y un ambiente donde cada día pueda representar una nueva oportunidad para saber, conocer y aprender, en donde además se tenga presente que se obtienen diversos beneficios para la empresa y para los empleados (Diez & Abreu, 2009).

Empresas colombianas

Por otro lado, en el ámbito local nos encontramos con la siguiente información, En la actualidad en Colombia la empresa nacional, está representada significativamente en proporciones disímiles según su tamaño en micro, pequeñas y medianas empresas denominadas Mí pymes. Las cuales, contribuyen sustancialmente con el aparato productivo que da fuerza a la economía nacional, generando desarrollo y crecimiento a este nivel; de esta manera, fueron concebidas desde la visión social para la reducción de la pobreza y la generación de empleo,

Desde la perspectiva de los mejores lugares para trabajar, las organizaciones y empresas colombianas según los resultados de Great Place To Work de 2012, han catalogado a las empresas de belleza, productos de aseo y alimenticios, como aquellas que promueven el trabajo en equipo y llevan a cabo gestión del ambiente laboral, Por otra parte, resaltan el nivel de participación que tienen las personas en aspectos decisivos de la empresa. En este sentido, las empresas de servicios incluyen en sus planes estratégicos al ambiente laboral como un objetivo estratégico a desarrollar. Es así y en el caso colombiano, el último estudio publicado sitúa para el 2013, a Ecopetrol en el primer puesto y a Bancolombia en el segundo. Por otra parte, los diez primeros lugares los ocupan el Grupo Nutresa, Bavaria, EPM, Coca cola, Nestlé, alpina y pontificia universidad javeriana, siendo todas ellas y de diferentes estudios, aquellos lugares que, por tradición, han conservado este honroso lugar en el ranking de reconocimiento empresarial (Pardo & Díaz, 2014).

Por otra parte es fundamental reconocer la importancia de una herramienta que contribuye a incrementar el valor de la empresa, representada por la planificación y gestión de los planes de carrera, pues con estos programas se impacta directamente la motivación de los empleados, lo que tiene efectos positivos en la productividad, la retención de talentos y en la reducción de los niveles de ausentismo y rotación (Maldonado & Perruca, 2008), en el siguiente apartado se amplía el concepto y su aporte para esta investigación.

Plan Carrera Dentro De Las Organizaciones

A continuación, se empezará a tomar como referencia el concepto de plan de carrera dentro de las organizaciones, un tema de gran importancia en la actualidad,

El concepto de planificación de carrera dentro de una empresa es una práctica que motiva al personal a permanecer en ella, cuando esta práctica se realiza sistemáticamente se muestra la política de promociones como una realidad que permitirá al individuo transitar un camino desde el puesto actual hacia otros de mayor categoría y de mayor responsabilidad, la planificación y desarrollo de carrera se presenta entonces como una oportunidad para ganar el compromiso de los empleados al darles la facilidad de tener una carrera satisfactoria y exitosa, todo esto cuando se desarrolle dentro de las organizaciones será de gran beneficio pues el objetivo del desarrollo profesional es ampliar, desarrollar y perfeccionar al hombre para el crecimiento profesional en determinada carrera en la empresa, o para estimular su eficiencia y productividad en el cargo que realiza (Zubillaga, 2010).

Los planes de carrera no son más que un conjunto de pasos y niveles distribuidos en años de experiencia, niveles académicos, calidad del desempeño y otros factores de importancia relativa que se le ofertan al neo-empleado y al trabajador activo con la firme intención de motivarlo y ofrecerle un futuro próspero basado principalmente en su esfuerzo.

Para Gelvis Hernández, Molano Gamboa, & Riaño Tunjano (2018) “El plan carrera permite a la organización y a sus colaboradores obtener beneficios mutuos como la satisfacción de necesidades y el continuo crecimiento, donde la empresa obtiene por medio del conocimientos de su recurso humano mejor posicionamiento en el mercado y frente a sus competidores y el colaborador cumple con sus expectativas de vida, mejora su desempeño y se convierte en un base importante de la empresa.”

Este plan debe ser tenido en cuenta en las diferentes organizaciones como una estrategia para atraer y retener al talento humano, pues con esto se les está dando la oportunidad a las personas que mejoren su cualificación dentro de las empresas, aportando ellas también a la productividad de la organización, por eso es necesario que dentro de los ambientes laborales hayan también espacios para el entrenamiento, capacitación y crecimiento de los colaboradores, que hayan espacios que propicien la motivación y el desarrollo de sus objetivos, también es muy importante que los colaboradores identifiquen cuales son las posibles oportunidades que le permitirán tener un mayor crecimiento y desarrollo tanto personal como profesional dentro de la organización y su entorno.

Realizar un plan carrera dentro de las organizaciones es de gran beneficio para las dos partes, a los colaboradores les permite obtener una mayor cualificación y a los empleadores se les verá reflejado en el resultado de sus diferentes operaciones con una mayor productividad.

Según (Cárdenas, 2013) Grandes empresas multinacionales como lo es Schneider Electric realizan los planes de carrera al ver los grandes beneficios que se obtienen en su implementación como la fidelización de los empleados, el compromiso, la puesta en práctica de su experiencia, aumento de la productividad y lo más importante hacer de la empresa un excelente lugar de trabajo, de desarrollo profesional y personal.

Formar, motivar, desarrollar y retener el talento es una de las funciones de Management más retadoras que existen. Ante nosotros tenemos una nueva generación caracterizada por nuevas formas de comunicación, aprendizaje y cultura que exigen a las organizaciones transformar sus modelos de desarrollo y formación (Pardo & Díaz, 2014). Con esto podemos dimensionar los grandes beneficios que se pueden obtener si se llega a pensar en desarrollar planes de carrera dentro de las organizaciones, que la convertirían en una organización mucho más competitiva.

Según el estudio del Corpes (1995) en ese año sólo el 35% de las empresas estudiadas tenían plan de carrera, esto era una situación común pues a pesar de que la legislación protegía al empleado de despidos injustificados, la falta de planeación de largo plazo de los recursos humanos hacía infrecuente la formulación de planes de carrera. Con la flexibilización de la vinculación y la desvinculación de las plantas de personal generada en los procesos de cambio ocurridos en los últimos años, la situación se ha vuelto más crítica pues los planes de carrera han dejado de ser empresariales para volverse profesionales, es decir, son más del individuo quien trata de forjarse una carrera en un mercado laboral, antes que en una empresa específica.

Sin embargo, un resultado curioso se presenta en una investigación reciente. “Aunque son relativamente pocas las empresas que afirman tener planes de carrera formalizados para sus empleados, existe una mayor proporción de empresas (el 46.7%) que ofrecen programas de desarrollo para facilitarle a su personal la posibilidad de promoción interna mediante la valoración del rendimiento, las capacidades y las habilidades frente a la antigüedad al momento de decidir las promociones y los movimientos internos de personal (Calderón, Naranjo, & Álvarez, 2007).

Finalmente. con el fortalecimiento del capital intelectual se pretende que exista un flujo de conocimiento al interior de la organización en donde cada uno de los actores pueda tener la información en el lugar y momento preciso, además de preservar el conocimiento empírico de la organización. Así mismo está diseñado de forma sistémica enfocado en las personas de la organización que representan las fuentes de conocimiento y se fundamenta el análisis de los factores claves que intervienen en la CI lo cual garantiza su transversalidad en el sistema y es una propuesta

construida con base en una recopilación de procesos de otros modelos de capital intelectual y lo encontrado en trabajo de campo, que además de ser muy particular de la organización también es un punto de partida para ser implementado en cualquier empresa.

Conclusiones

- La apertura económica fundamento un precedente en Colombia para el desarrollo de estrategias de actualización en la gestión del talento humano, las cuales se concentraron en la capacitación de los empleados a todo nivel, sin embargo muchos otros aspectos han sido descuidados, como la participación de los colaboradores en los sistemas de remuneración de acuerdo al logro de los objetivos y el intercambio de información de manera transversal en las organizaciones, es por esto que es fundamental reenfocar las estrategias de gestión en el uso intensivo del conocimiento en las compañías para que se conviertan activos intangibles que no pertenecen a las personas si no a las corporaciones.
- Contar con programas de carrera en las organizaciones, permite continuar adquiriendo y desarrollando competencias que permitan agregar valor y afecten positivamente la empleabilidad, además de contribuir a que la organización mejore su capacidad de adaptación e innovación, al aumento de la productividad y al logro de un mayor compromiso de los trabajadores con una organización que se preocupa por su desarrollo, resultados basados en los efectos motivacionales que la implementación exitosa de este tipo de planes trae y al considerar la actualización e incorporación de nuevas habilidades en el personal.
- Las personas son de gran importancia para las organizaciones, ya que son seres inteligentes con capacidad de razonamiento, captar información, cambiar hábitos y lo más importante, desarrollar habilidades y metodologías para mejorar el entorno. Y de eso es lo que debe sacar provecho las empresas utilizar todo el potencial de las personas, reforzarlos y capacitarlos para que mejoren sus destrezas y por ende mejoren también su desempeño dentro de la organización.
- Cada día las empresas muestran más interés por capacitar y desarrollar habilidades en sus colaboradores; descubrir y aprovechar el potencial en cada individuo. Es ahí donde logran identificar las capacidades, actitudes y aptitudes con el fin de crear estrategias que permitan desarrollar personas y por consiguiente fortalecer cada área de la compañía, teniendo el personal idóneo en cada cargo.
- Las empresas que tienen incorporado en su plan de trabajo capacitación y desarrollo para sus empleados, tiende a ser productiva y a mantenerse en el tiempo. Explotar el potencial de los colaboradores es una inversión que a mediano y largo plazo se verá reflejada en ganancias tangibles y más que eso en un gran clima laboral.

Referencias:

- Barney, J. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99–120.
- Becker, B., & Huselid, M. (2009). *The Differentiated Workforce. Transforming Talent into Strategic Impact*. Harvard Business School Press.
- Benfratello, L., & Razzolini, T. (2008). Firms' productivity and internationalization choices: evidence for a large sample of Italian firms. Working Paper, University of Turin.

Calderón, G., Naranjo, J., & Álvarez, C. (2007). La gestión humana en Colombia: Características y tendencias de la práctica y de la investigación. *Estudios Gerenciales*, 23(103), 39–64. [https://doi.org/10.1016/S0123-5923\(07\)70009-8](https://doi.org/10.1016/S0123-5923(07)70009-8)

Cappelli, P. (2000). A market-driven approach to retaining talent. *Harvard Business Review*, 78(1), 103–111.

Cappelli, P., & Keller, J. (2014). Talent management: Conceptual approaches and practical challenges. *Annual Review of Organizational Psychology and Organizational Behavior*, 1(1), 305–331.

Cárdenas, M. (2013). Formulación del plan de carrera para el personal operativo de la planta Dexson Electric S.A.S. de Schneider Electric de Colombia.

Carkovic, M., & Levine, R. (2005). Does foreign direct investment accelerate economic growth? Does Foreign Direct Investment Promote Development?

Chiavenato, I. (1983). Administración de recursos humanos. El capital humano de las organizaciones, 519.

Corpes. (1995). Estudio de la Capacidad Tecnológica de la Industria Manufacturera del Occidente Colombiano. Pereira.

Diez, J., & Abreu, J. (2009). Impacto de la capacitación interna en la productividad y estandarización de procesos productivos: un estudio de caso. *International Journal of Good Conscience*, 4(2), 97–144.

Fejoo, J. P. (2011). People and Knowledge Management in Organizations Challenges of the Next Decades. *JANUS.NET, E-Journal of International Relations*, 2(1), 93–113.

García, J., & Bueno, A. (2010). ¿QUÉ IMPORTANCIA TIENE LA ACREDITACIÓN DE CUALIFICACIONES PROFESIONALES EN LA ACTUALIDAD? ¿QUÉ SON LAS CUALIFICACIONES PROFESIONALES? *Revista de La Facultad de Educación de Albacete*, 24. Retrieved from <http://www.uclm.es/ab/educacion/ensayos>

García, J. J. (2011). El capital humano [<http://purl.org/dc/dcmitype/Text>].

Hernández, G., Molano, J., & Riaño, A. (2018). Plan carrera en las organizaciones.
 reponame:Expediitio Repositorio Institucional UJTL.
<https://doi.org/http://hdl.handle.net/20.500.12010/3451>

Juárez, M., & Padilla Pérez, R. (2006). Efectos de la capacitación en la competitividad de la industria manufacturera. México, DF: Naciones Unidas, CEPAL, Unidad de Comercio Internacional e Industria.

Kottaridi, C., & Karkalakos, S. (2018). Human capital, skills and competencies: Varying effects on inward FDI in the EU context. *International Business Review*, 28(2), 375–390. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ibusrev.2018.10.008>

Lee, K., & Mauer, D. (2018). Human capital relatedness and mergers and acquisitions. *Journal of Financial Economics*, 129(1), 111–135. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2018.03.008>

Maldonado, P., & Perruca, P. (2008). La Motivación de los Empleados en Organizaciones con Planes de Desarrollo de Carrera. Universidad de Chile. Retrieved from <http://repositorio.uchile.cl/handle/2250/107921>

Mariz, R., Tejeiro, M., & Garcia, T. (2012). The relevance of human capital as a driver for innovation. *Cuadernos de Economía*, 35(98), 68–76. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0210-0266\(12\)70024-9](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0210-0266(12)70024-9)

Mefford, R. (2009). Increasing productivity in global firms: the CEO challenge. *J. Int. Manag.*, 15, 262–272.

Ministerio de educación y formación Profesional. (2002). La Cualificación Profesional. Retrieved from <http://incual.mecd.es/la-cualificacion-profesional>

Monday, R., & Noe, R. (1997). Administración de personal. (P. Hall, Ed.) (6a edición). México, D. F.

Pardo, E., & Díaz, O. L. (2014). Desarrollo del talento humano como factor clave para el desarrollo organizacional, una visión desde los líderes de gestión humana en empresas de Bogotá D.C. *Suma de Negocios*, 5(11), 39–48. [https://doi.org/10.1016/S2215-910X\(14\)70018-7](https://doi.org/10.1016/S2215-910X(14)70018-7)

Rivero, A. G., & Dabos, G. E. (2017). Human resources differential management: A review and an integration of the literature. *Gestão diferencial de recursos humanos: uma revisão e integração da literatura. Estudos Gerenciais*, 33(142). <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.estger.2016.12.003>

Rodríguez, M. V. (2005). El capital humano, otro activo de su empresa. *Entramado*, 1(2), 20, 33.

Tamayo, Y., Cortina, A., & Garcia, D. (2014). Model of Organizational Management Based on the Achievement Of Objectives. *Suma de Negocios*, 5(11), 70–77.

Tinoco Bernal, S. S. (2011). “capital humano” | Criterio Libre.

Torres, B. E. M. (2009). Capital humano e intelectual: su evaluación. *Observatorio Laboral Revista Venezolana*, 2(3), 65–81.

Villalobos Monroy, G., & Pedroza Flores, R. (2009). PERSPECTIVA DE LA TEORÍA DEL CAPITAL HUMANO ACERCA DE LA RELACIÓN ENTRE EDUCACIÓN Y DESARROLLO ECONÓMICO. *Tiempo de Educar*, 10(20).

World Trade Organization. (2014). Modest trade growth anticipated for 2014 and 2015 following two year slump. Retrieved December 10, 2014, from http://www.wto.org/english/news_e/pres14_e/pr721_e.htm

Zubillaga, I. N. (2010). Planes de carrera: ¿mito o realidad? Observatorio Laboral Revista Venezolana, 3(5), 75–92.

Foro 3. El Docente en la Sociedad de la Información y las Competencias para la Educación.

AUTORES	PONENCIA -INSTITUCIÓN
Lina María Montoya Suárez	Gamificación en la enseñanza de técnicas de elicitación de requisitos Universidad Católica Luis Amigó Medellín, Colombia
Miguel Ángel Cedillo Fajardo	Educación superior en línea: Desafíos de las universidades ecuatorianas en su gestión pública versus la satisfacción estudiantil Universidad Estatal De Miagro Milagro, Ecuador
Mónica Rocha Carrascal Carlos Alberto Torres Madrid Ingrid González Arteta	Uso y apropiación de las TIC en docentes de medicina de una Universidad de Cartagena. 2019 Corporación Universitaria Rafael Núñez Cartagena, Colombia
Karla Emilia Cervantes Collado Manuel Alejandro Ibarra Cisneros Mayra Yesenia Nava Rubio	Caracterización de las competencias emocionales- sociales en universitarios Universidad Autónoma De Baja California Mexicali, México
Viacheslav Kalashnikov Nataliya Kalashnykova	Resolución Eficiente del Toll Optimization Problem (TOP) Tecnológico De Monterrey – UANL Monterrey, México
Maria De Lourdes Rojas Armadillo Elizabeth Balcazar Rueda Gabriel Ángel Montero Lara Isabel Méndez Domínguez Neftaly Ricardo Muñiz Quintero	Implementacion de la seguridad del paciente en la curricula de las carreras del area de la salud Universidad De Quintana Roo Chetumal, México
Alvaro Andrés Navarro Pérez José Bestier Padilla Bejarano Ramiro Arango	Mejoramiento en el proceso de monitoreo de calidad de agua aplicada a estanques piscícolas mediante herramientas de redes de sensores inalámbricos Universidad Del Quindío Armenia, Colombia
Nixon Duarte Acosta Jonathan Bertelh Castro Luisa Jiménez Ramos	Estrategia pedagógica empleada para el fortalecimiento de la competencia investigativa Corporación Universitaria Remington Medellín, Colombia
Myriam Leonor Torres Pérez	Prisma: El desafío de la tele salud en escenarios de aprendizaje basados en TIC Universidad Nacional Abierta Y A Distancia – UNAD

Gamificación en la enseñanza de Técnicas de Elicitación de Requisitos

Lina María Montoya Suárez, MSc
Universidad Católica Luis Amigó
Medellín, Colombia

Víctor Daniel Gil Vera, PhD(C)
Universidad Católica Luis Amigó
Medellín, Colombia

Sobre los autores

Lina María Montoya Suarez: Ingeniera de Sistemas, Especialista en Ingeniería de Software, Máster en Ingeniería de Software perteneciente al grupo de Investigación SISCO. Docente de la Universidad Católica Luis Amigo. Investigadora Asociada.

<https://orcid.org/0000-0003-4381-1164>

http://scienti.colciencias.gov.co:8081/cvlac/visualizador/generarCurriculoCv.do?cod_rh=0001456255

Correspondencia: lina.montoyasu@amigo.edu.co

Víctor Daniel Gil Vera: Ingeniero Administrador, Magister en Ingeniería de Sistemas, PhD(C) en Ingeniería de Sistemas perteneciente al grupo de Investigación SISCO. Docente de la Universidad Católica Luis Amigo. Investigador Asociado.

<https://orcid.org/0000-0003-3895-4822>

Correspondencia: victor.gilve@amigo.edu.co

Resumen

Los estudiantes de Ingeniería de Software están en la capacidad de desarrollar proyectos aplicando procesos de desarrollo y estándares que les permitan garantizar la calidad de los productos generados, a su vez tener habilidad para liderar grupos de trabajo con creatividad, eficiencia, eficacia y responsabilidad profesional. Estas destrezas poco se pueden desarrollar en un aula de clase de forma magistral. En la actualidad, es fundamental que los docentes estén en la capacidad de generar estrategias de enseñanza que les permita a los estudiantes desarrollar competencias.

El objetivo de este trabajo es presentar el método de enseñanza basado en lúdica para enseñar “técnicas de elicitación de requisitos”, diseñadas e implementadas en la asignatura “Ingeniería de

Software” en el periodo 2018-01 para el programa Ingeniería de Sistemas, Medellín, Colombia que permita generar un insumo de apoyo para los docentes en el aula de clase.

Se empleó para la metodología una los siguientes pasos: selección de los contenidos temáticos, aplicación de la técnica en el aula de clase mediante lúdica, desarrollo de la técnica en grupos de trabajo y por último se evaluó. Al hacer el análisis de los resultados obtenidos del método de enseñanza basado en lúdica permiten concluir que son útiles en el proceso de enseñanza–aprendizaje en un aula de clase además permiten que el estudiante desarrolle habilidades, destrezas y capacidad de análisis.

Palabras claves: técnicas de requisitos, ingeniería de software, enseñanza en la ingeniería de requisitos lúdica, estrategias didácticas.

Abstract

Students of software engineering are in the capacity to develop projects by applying the development processes and work deadlines, the results of the production of the products generated, in turn having the ability to lead work groups with creativity, efficiency, efficiency and professional responsibility. These little skills can be developed in a classroom in a masterly manner. Currently, it is essential that teachers are able to generate teaching strategies that allow students to develop skills.

The objective of this work is to present the method of teaching based on the ludic for teaching "techniques of elicitation of requirements", the implementation and implementation in the subject "Software Engineering" in the period 2018-01 for the program Systems Engineering, Medellin, Colombia has allowed to generate an input of support for teachers in the classroom.

The following steps are: selection of the thematic contents, application of the technique in the classroom of the class through logic, development of the technique in the work groups and finally in its evaluation. Clicking on the analysis of the results in the sense of teaching in the employment in the useful life in the useful life in the process of teaching-learning in the classroom of the class in the performance in the teaching of the student, skills and analysis capacity.

Introducción

Enseñar Ingeniería de Requisitos es fundamental para los proyectos de desarrollo de software, debido a que los estos marcan el punto de inicio y fin de las actividades como la planeación (Arias, 2005; Baker, Navarro, & Van Der Hoek, 2005). Para esto se necesitan técnicas que se incorporen en el proceso de enseñanza en el área de Ingeniería de software, con el propósito de crear métodos de enseñanza que permitan abordar la complejidad inherente a los sistemas de desarrollo, para esto es fundamental comprender varias temáticas en especial el área de requisitos (Suárez & Arias, 2013). El objetivo de investigación es presentar los resultados de la medición de la satisfacción de los estudiantes referente a el método de enseñanza para técnicas de elicitación de requisitos basados en

lúdica y lograr en los estudiantes la adquisición y el desarrollo de habilidades de aprendizaje (Monsalve, Werneck, & Leite, 2010, Suarez, Gómez, & Hincapié, 2014).

En el curso de Ingeniería de Software, desde el 2014 viene implementando un método de enseñanza y aprendizaje basado en lúdica para las técnicas de elicitación de requisitos, el objetivo principal de esta investigación es analizar el uso y el impacto que genera en los estudiantes el método de enseñanza basado en lúdica para programa de Ingeniería de Sistemas en la asignatura de Ingeniería de Software.

Este presente trabajo de investigación se estructura de la siguiente manera: en el capítulo 2 se presentan el referente teórico haciendo una revisión exhaustiva de la enseñanza en la ingeniería de software, técnicas de elicitación de requisitos. En el capítulo 3 la metodología empleada. En el capítulo 4 el análisis de los hallazgos sobre el instrumento utilizado y aplicado. Finalmente se presentan las conclusiones relacionadas con el ejercicio de búsqueda y el análisis de la percepción de la encuesta aplicada.

Marco Teórico

1. Enseñanza en la Ingeniería de software.

El desarrollo de software ha sido desde sus inicios una actividad caótica, complejo de entender e ingenieril. En efecto, si se observa años atrás, se encuentran más problemas que aciertos. Es común que los proyectos de software se atrasen, no terminen a tiempo, se liquiden y que los presupuestos destinados a ellos se desborden sin límite; es común que los esfuerzos en la gestión de esos proyectos caiga en terrenos estériles y que en ocasiones parezca que esos proyectos van a la deriva (Arango & Zapata, 2006).

La ingeniería de software como apoyo al mejoramiento de las empresas con un fin: la integración de factores técnicos, gerenciales y organizacionales permitiendo mejorar la práctica del desarrollo en las organizaciones como principios y estrategias. Propone en su trabajo dos puntos básicos: uno es que los profesores deben tener una vista unificada acerca del cuerpo de conocimiento que soporta esta área y lo segundo, la universidad debe tener una percepción de la realidad de las prácticas en las organizaciones de software y los problemas que enfrentan, por la falta de aplicación de las buenas prácticas de ingeniería de software (Anaya, 2012).

Los profesionales de la ingeniería de software deben tener aptitudes de tipo administrativo, que poco se cultivan en la enseñanza tradicional (Zapata & Duarte, 2008). Hoy en día, la enseñanza no se basa solo en los conceptos impartidos por el maestro, sino que se inclina hacia el estudiante como elemento central de la clase. Es por ello que ahora se emplean los juegos como herramienta pedagógica (Zapata, Calderón, & Rivera, 2012).

El papel que juega la ingeniería del software, es fundamental realizar una estructuración a los contenidos en la manera de enseñar y aprender apostando a incorporar de forma transversal en toda la carrera de informática una perspectiva de ingeniería (Ruiz, 2007).

Para los objetivos generales de aprendizaje, se distinguen tres grandes tipos (Guitart, Rodríguez, Cabot, & Serra, 2006):

Figura 2: Objetivos generales de aprendizaje (Guitart, Rodríguez, Cabot, & Serra, 2006).



Para el desarrollo de la asignatura en ingeniería de software se desarrolló una aplicación interactiva hipertextual y se adoptó la técnica basada en el desarrollo de prototipos informáticos de Kendall (Kendall & Kendall, 2005) y de Whitten orientándola a la producción de material didáctico interactivo (Whitten, Barlow, & Bentley, 1997; Mariño, López, & Golobisky, 2001).

Guitart, Rodríguez, Cabot, & Serra (2006) estructuran y hacen una elección del modelo de evaluación como caso práctico para asignaturas de ingeniería del software, con base al planteamiento inicial del proceso de evaluación, que debe de ser coherente con los objetivos de aprendizaje. Para esto tuvieron en cuenta las características fundamentales de la asignatura y como influía en el modelo de evaluación, generando los siguientes descriptores: objetivos generales de aprendizaje, secuencialidad, semestre en que se sitúa la asignatura, metodología de aprendizaje a seguir, tipología de la asignatura y número de aulas por asignatura. Para ello siguieron los siguientes pasos:

Figura 3: Paso de enseñanza Guitart, Rodríguez, Cabot, & Serra, 2006).



2. Técnicas de elicitación de requisitos.

Una vez que se hayan identificado las fuentes de los requisitos, los ingenieros de requisitos pueden comenzar a obtener requisitos de ellos. Este asunto se concentra en las técnicas, es un área muy difícil y los ingenieros de requisitos necesitan sensibilizarse al hecho, en razón a que los usuarios pueden tener dificultad para describir sus tareas, pueden dejar la información importante sin especificar, pueden estar poco dispuestos o cooperar, no contar con el tiempo suficiente, no alcanzar a describir lo que busca. En este contexto los stakeholders y los ingenieros de requisitos trabajan en forma conjunta para identificar “qué”, “dónde” y “cómo” (Ruiz, Ríos, & Correa, 2018; Sevilla, Zapata, Torres, & Giraldo, 2018)

Es particularmente importante entender que la captura de requisitos no es una actividad pasiva y que ingenieros de requisitos tienen que trabajar arduamente para extraer la información adecuada. Existe un número de técnicas a continuación, se describirá algunas de ellas (Suárez, Mejía, & Gómez, 2014):

Entrevistas:

Se definen cuatro fases para la realización de entrevistas (Toro & Jiménez, 2000):

- Identificación de candidatos
- Preparación
- Desarrollo de la entrevista
- Continuación

La técnica busca información detallada de un individuo, para lograr su correcta aplicación se requieren habilidades de comunicación, capacidad para escuchar (Tuffley, 2008). En el proceso de la entrevista es fundamental tener presente:

Figura 3: Proceso de la entrevista (Tuffley, 2008).



Lluvias de Ideas

La técnica se basa en reunir un grupo de personas, las reuniones se realizan con 4 a 10 personas; una de ellas deberá representar el papel de líder, con base a esto se generan varios puntos de vista y se estimula el pensamiento creativo (Tuffley, 2008). La lluvia de ideas presenta algunas reglas:

Figura 4: Reglas de lluvias de ideas (Tuffley, 2008).

No está permitida la crítica y el debate.

Dejar que la imaginación vuele.

Generar la mayor cantidad de ideas posibles.

Cambiar y combinar las ideas. Reducción de ideas:

- Eliminar las ideas que claramente no pertenecen al contexto
- Agrupar las ideas similares en un súper tópico.

Priorizar las ideas restantes.

Prototipo

Es un proceso iterativo el cual permite la definición del comportamiento del sistema, y en particular la apariencia del mismo. Esta técnica es realmente útil cuando el prototipo puede ser construido rápidamente (Tuffley, 2008). El prototipo es el proceso de creación de un sistema que ilustra las características relevantes del mismo. Comienza por el estudio preliminar de los requerimientos del usuario y concluye con una serie de requerimientos formulados y un prototipo desechable (Toro & Jiménez, 2000).

Grupos Focales.

Es una técnica de exploración donde se reúne un pequeño número de personas guiadas por un moderador que facilita las discusiones, el número de participantes para el grupo focal es de ocho a diez personas. Además, maneja aspectos cualitativos donde los participantes hablan libre, espontáneamente sobre temas que se consideran de importancia para la investigación. Generalmente los participantes se escogen al azar y se entrevistan previamente para determinar si califican o no dentro del grupo (Reyes, 1999).

Grupo focal es dirigida por un moderador que utiliza una guía de discusión para mantener el enfoque de la reunión y el control del grupo, la guía contiene los objetivos del estudio e incluye preguntas de discusión abierta, luego para determinar cuántos grupos se necesitan, primero es necesario recopilar la información pertinente, generar hipótesis del tema en estudio y continuar la organización de grupos hasta que la información obtenida este completa.

JAD (Joint Application Design)

Según Jennerich (1990) JAD define una serie de actividades pre-workshop a llevar a cabo, entre las que se puede mencionar:

Figura 5: Paso para aplicar JAD (Yatco, 1999).



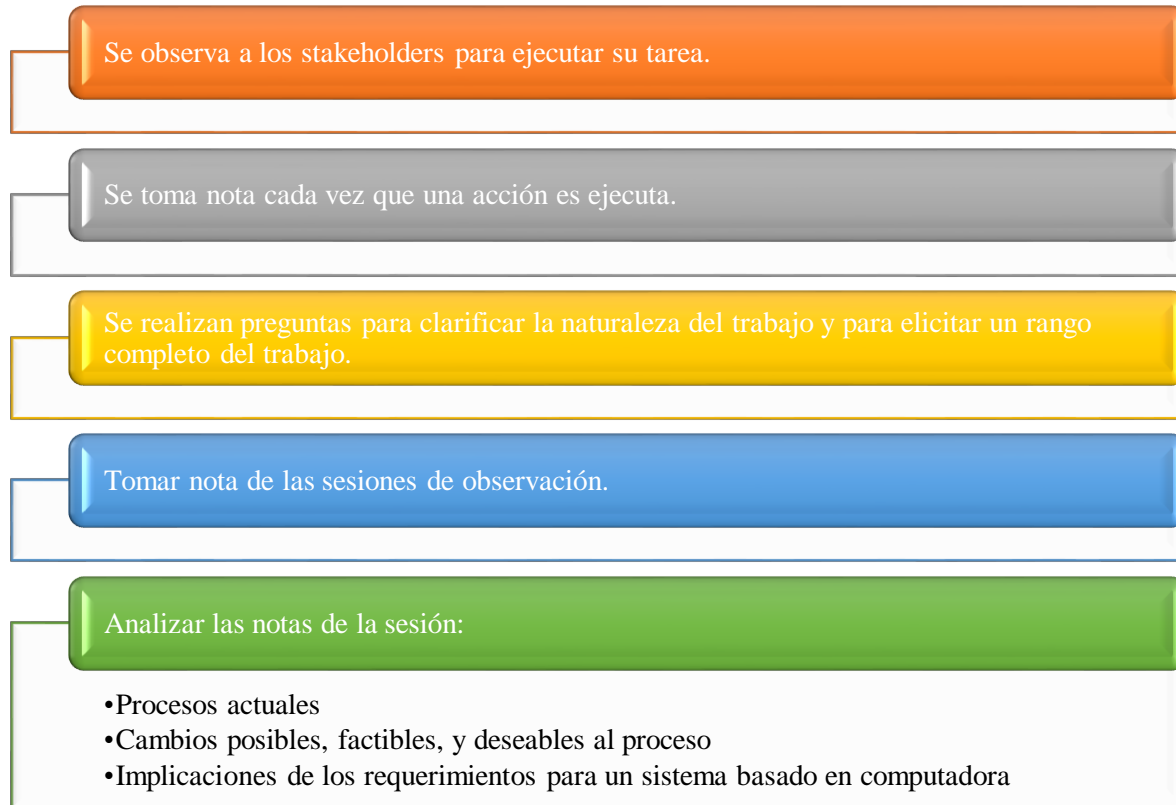
Originalmente JAD fue diseñado para reunir a desarrolladores de sistemas y usuarios y obtener distintas opiniones en un ambiente productivo y creativo. Las reuniones fueron una manera de obtener requerimientos y especificaciones de calidad (Yatco, 1999).

Observación o etnografía

La técnica de observación posee un enfoque en el cual la base es que el mundo social está ordenado. Este orden social puede no ser obvio, y difícil de describir por el sentido común. No puede asumirse que el orden social posee una estructura a priori. El orden social es logrado sobre una base

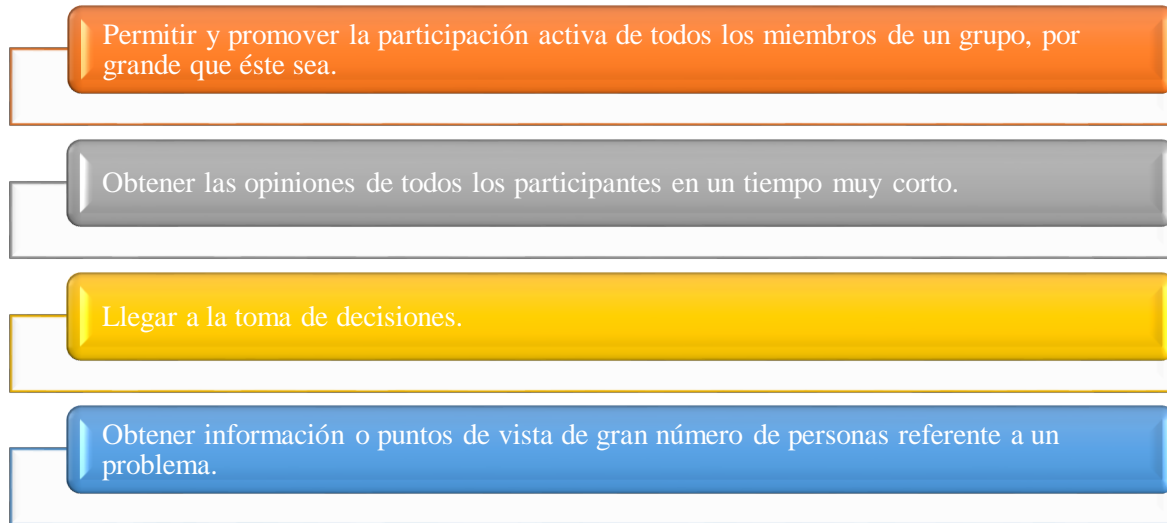
de momento a momento a través de acciones colectivas de los participantes (en vez de a través de cualquier estructura preexistente). El orden social será solo observable en el caso que el observador se sumerja en él. La observación debe realizarse en un ambiente natural (Nuseibeh & Easterbrook, 2000). El observador pasa tiempo con el sujeto a observar, hasta poder convertirse en un miembro del grupo. Y por lo tanto poder realizar estudios longitudinales apropiados (Easterbrook, 1994). Pasos a seguir en la observación (Green, 2003).

Figura 6: Paso para realizar la técnica (Green, 2003)



Phillips 66.

¿La técnica se basa en que 6 personas discuten un tema durante 6 minutos, es útil en grupos grandes de más de 20 personas y sus objetivos los siguientes (Applegate & Osborn, 1988):

Figura 7: Paso para realizar Phillips 66 (Applegate & Osborn, 1988)

Metodología

Para esta investigación se diseñó una estructura para aplicar el método de enseñanza basado en lúdica, después de realizar este proceso se selecciona la temática y teniendo en cuenta el método, para el desarrollo de la misma se trabajó la temática: técnica de elicitación de requisitos, se definieron los recursos, los objetivos a trabajar y las estrategias aplicar. Se aplicó lo siguiente:

1. Explicación de la dinámica del proceso: Se explicó en que consiste la clase, cual era los objetivos alcanzar, las estrategias a trabajar y los resultados esperados.
2. Conformación de equipos de trabajo: se conformaron 5 grupos de estudiantes de manera equitativa en los dos grupos.
3. Entrega o asignación de casos: a cada grupo conformado se les entregó una técnica a desarrollar y a estructurar en clase de manera creativa y novedosa.
4. Estudio y discusión del caso en equipo: Cada grupo se apropió de la técnica socializándolo al interior de su equipo de trabajo de forma que se retroalimentara y estructurara el papel dicha técnica.
5. Modelado del caso: Con base a la discusión del equipo de trabajo, plasmaron la técnica en papel de forma estratégica.
6. Socialización: Cada equipo tuvo 5 minutos para socializar la temática asignada.
7. Realimentación: Hubo discusión y debate con intercambio de conocimiento por parte del docente y de estudiantes.

8. Evaluación: Al finalizar la clase se hizo un instrumento de evaluación de conceptos y otro de percepción de la aplicación de método en el aula.

Resultados y Análisis

Para la evaluación del método se diseñó una encuesta donde se hace una percepción del uso y el impacto para la enseñanza y aprendizaje del método basado en lúdica en el curso de Ingeniería de Software I, donde se utilizó una encuesta como instrumento de recolección de información, atendiendo a las orientaciones de los autores Baptista & Hernández (2006), como objeto de estudio se busca que el instrumento aplicado sea congruente con el problema de investigación que se pretende abordar (Baptista et al., 2006).

Para la recolección de los datos, se utilizó la encuesta de satisfacción de estudiantes universitarios hacia la formación, cuestionario realizado a los estudiantes mediante correo electrónico anexando el link de la encuesta elaborado en google formulario. La encuesta está conformada por 25 preguntas que evalúan diferentes dimensiones: donde el estudiante tiene 4 opciones de Respuesta valorado de 1 a 4, definidos así: «Muy Bajas» (1), «Bajas» (2), «Altas» (3) y «Muy altas» (4).

El estudio se realizó a varios grupos de estudiantes del curso de Ingeniería de Software donde se invitó a los estudiantes a participar de manera voluntaria, diligenciando una encuesta, cumpliendo la siguiente característica: que sean estudiantes matriculados en el programa de Ingeniería de Sistemas 2018-02.

A continuación, se puede observar en la tabla 1, la percepción emitidas por los estudiantes con una escala de valoración de 1 a 4, respondieron la encuesta 26 estudiantes, el 65.75 % eran hombres y el 34.25 % mujeres.

Tabla 3: Resultado de medición de percepción de estudiantes del curso de Ingeniería de Software para la temática de técnicas de elicitación de requisitos

Enseñanza basado en lúdica	Media	Desv.
1. Las explicaciones dadas en clase facilitan la comprensión de la temática.	3,23	0,75
2. La información suministrada en la clase es clara.	3,15	0,86
3. La forma como se abordó la temática ¿Ha satisfecho mis expectativas?	3,04	0,91
4. El método empleado facilita la comprensión de la temática.	3,15	0,83
5. El método empleado proporciona retroalimentación.	3,05	0,88
6. El trabajo en equipo favorece la construcción de conocimiento.	3,05	0,85
7. La temática abordada permite capturar la atención dirigida del estudiante.	3,24	0,79
8. En la clase “Técnicas de elicitación de Requisitos” Considera que el conocimiento adquirido es:	2,92	0,96
9. Con lo visto en clase, considera que tiene los criterios para identificar “Técnicas de elicitación de Requisitos”.	3,02	0,9
10. La clase que recibió le genera motivación por aprender.	3,15	0,79
11. El interés que le despierta por aprender la temática “Técnicas de elicitación de Requisitos”. Es:	3,21	0,83
12. La metodología accede el aprendizaje sentirse competente para aprender.	3,18	0,83

Enseñanza basado en lúdica	Media	Desv.
13. Lo explicado en clase favorece su atracción por aprender “Técnicas de elicitación de Requisitos”.	3,22	0,81
14. La forma de abordar la clase profundiza los contenidos de los temas.	3,10	0,79
15. Se observa énfasis en la interacción entre el docente y el estudiante.	3,12	0,78
16. Se observa énfasis en la interacción entre los estudiantes.	3,19	0,77
17. La clase se trabaja los conceptos previos.	3,12	0,8
18. La clase se trabaja las conductas previas.	3,09	0,81
19. El tiempo utilizado en la clase considera que es suficiente.	3,20	0,77
20. Considera que la verificación de lo aprendido en clase está acorde con la metodología utilizada para la enseñanza.	3,16	0,76
21. Antes de la clase su interés, motivación y expectativa eran:	3,12	0,79
22. Cómo califica su satisfacción de la clase frente a la expectativa que tenía.	2,93	0,97
23. Considera que el objetivo planteado para la clase y lo desarrollado se cumple en qué medida:	2,89	0,95
24. El material utilizado dentro de la clase es adecuado.	3,08	0,84
25. Califique la clase en forma integral.	2,99	0,94
Valoración	3,10	

Se observa en la Tabla 1, para la pregunta “La temática abordada permite capturar la atención dirigida del estudiante”, la calificación promedio de los estudiantes fue de 3,24, lo que significa que fue la calificación más alta.

- Para la pregunta “Las explicaciones dadas en clase facilitan la comprensión de la temática”, la calificación promedio de los estudiantes fue de 3,23, lo que significa la segunda calificación más alta.
- Para la pregunta “Lo explicado en clase favorece su atracción por aprender “Técnicas de elicitación de Requisitos”, la calificación promedio de los estudiantes fue de 3,22.
- Para pregunta “El interés que le despierta por aprender la temática “Técnicas de elicitación de Requisito, es:” la calificación promedio de los estudiantes fue de 3.21.
- El resto de la pregunta fue calificado con un promedio de 3.10 con tendencia «Alta» la valoración de los estudiantes.

Conclusiones

Programa de Ingeniería de Sistemas no es ajeno a los cambios de estrategias de enseñanza y que, gracias a esto, el aprendizaje con apoyo de las lúdicas proporciona un ambiente centrado en el estudiante, además de ofrecer escenarios interactivos, eficaces y fácilmente accesibles ayudan al proceso académico como apoyo a la enseñanza magistral.

En el curso de Ingeniería de Software se viene fomentando el uso de las nuevas estrategias didácticas para la enseñanza de Ingeniería de Software entre sus procesos académicos. En el último año, se ha incidido para la enseñanza y aprendizaje la utilización de las lúdicas, dado su éxito e impacto en los diferentes cursos de áreas de ingeniería de sistemas en la sede de Medellín

La percepción que tienen los estudiantes del programa de Ingeniería de Sistemas es buena, el promedio de calificación está por encima de 3 lo que representa «Alta», para una escala de

valoración de 1 a 4. Esta percepción puede estar determinada por las características de las estrategias didácticas que el docente ha implementado en los cursos.

Con respecto al análisis de los hallazgos del presente trabajo, se recomienda la utilización de la lúdica como estrategias de aprendizaje en la Ingeniería de Software para la formación de los estudiantes con el propósito de fortalecer las clases magistrales y la enseñanza aprendizaje.

Referencias bibliográficas

- Anaya, R. (2012). Una visión de la enseñanza de la ingeniería de software como apoyo al mejoramiento de las empresas de software. *Revista Universidad EAFIT*, 42(141), 60-76.
- Applegate, L. M., & Osborn, C. S. (1988). Phillips 66 Company: executive information systems. *Harvard Case (9--189--006)*.
- Arango, F., & Zapata, C. (2006). Un método para la elicitación de requisitos de software. *Medellín: Carlos M. Zapata (Ed.)*.
- Arias, M. (2005). La ingeniería de requerimientos y su importancia en el desarrollo de proyectos de software. *InterSedes* 6(10).
- Baker, A., Oh Navarro, E., & Van Der Hoek, A. (2005). An experimental card game for teaching software engineering processes. *Journal of Systems and Software*, 75(1), 3-16.
- Baptista, P., Fernández, C. C., & Hernández, S. R. (2006). Metodología de la Investigación. *Editorial McGraw-Hill Interamericana, México DF*.
- Easterbrook, S. (1994). Resolving requirements conflicts with computer-supported negotiation. *Requirements engineering: social and technical issues*, 1, 41-65.
- Green, S. (2003). Eliciting Stakeholders' Knowledge of Goals and Processes to Derive IT Support. En *CAiSE Workshops*.
- Guitart, I., Rodríguez, M. E., Cabot, J., & Serra, M. (2006). Elección del modelo de evaluación: caso práctico para asignaturas de ingeniería del software. *Actas de las XII Jornadas de Enseñanza Universitaria de Informática, Jenui*, 191-198.
- Jennerich, B. (1990). Joint Application Design-Business Requirements Analysis for Successful Reengineering. *Bluebird Enterprises Inc*.
- Kendall, K. E., & Kendall, J. E. (2005). *Análisis y diseño de sistemas* (Prentice H). Mexico: Pearson educacion.
- Mariño, S. I., López, M. V., & Golobisky, M. F. (2001). Un software interactivo orientado a la enseñanza del Método de Programación por Camino Crítico. En *VII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*.
- Monsalve, E., Werneck, V., & Leite, J. (2010). Evolución de un Juego Educativo de Ingeniería de Software a través de Técnicas de Elicitación de Requisitos. En *Proceedings of XIII Workshop on Requirements Engineering (WER'2010), Cuenca, Ecuador* (pp. 12-23).
- Nuseibeh, B., & Easterbrook, S. (2000). Requirements engineering: a roadmap. En *Proceedings of the Conference on the Future of Software Engineering* (pp. 35-46).
- Reyes, T. (1999). Métodos cualitativos de investigación: Los grupos focales y el estudio de caso. En *Forum empresarial* (Vol. 4, pp. 75-87).

- Ruiz, B. S. L., Ríos, F. B. L., & Correa, F. F. J. (2018). Elicitación de requisitos no funcionales basada en la gestión de conocimiento: el marco de trabajo Merlinn. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 17(32), 155-182.
- Ruiz, F. La. (2007). Enseñanza de la Ingeniería del Software en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior. En *Ponencia en el II Congreso Español de Informática (CEDI)* (pp. 1-20).
- Sevilla, G., Zapata, S., Torres, E., & Giraldo, F. (2018). Propuesta de Modelo de Proceso de Ingeniería Distribuida de Requisitos de Software. *Revista Tecnología y Ciencia*, (33), 175-193.
- Suárez, L. M. M., & Arias, J. A. E. (2013). ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS PARA ENSEÑAR TÉCNICAS DE ELICITACIÓN DE REQUISITOS. *ENCUENTRO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN*, 400(001.4), 91.
- Suarez, L. M. M., Gómez, J. C. M., & Hincapié, J. M. G. (2014). Aplicación de un Caso de estudio para la enseñanza de Ingeniería de requisitos basado en lúdica en pregrado. En *Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería ACOFI 2014*.
- Suárez, L. M. M., Mejía, E. P., & Gómez, J. C. M. (2014). Estrategias didácticas en el aprendizaje para el levantamiento de requisitos. *La investigación*, 1, 393.
- Toro, A. D., & Jiménez, B. B. (2000). Metodología para la Elicitación de Requisitos de Sistemas Software. *Informe Técnico LSI-2000-10. Facultad de Informática y Estadística Universidad de Sevilla*.
- Tuffley, D. (2008). Evolving a Process Reference Model for the Leadership of Integrated Virtual Teams.
- Whitten, J. L., Barlow, V. M., & Bentley, L. (1997). *Systems analysis and design methods*. McGraw-Hill Professional.
- Yatco, M. C. (1999). Joint Application Design/Development. *System*.
- Zapata, C., & Duarte, M. (2008). El juego de la consistencia: una estrategia didáctica para la Ingeniería de Software. *Revista Técnica de Ingeniería de la Universidad del Zulia*, 31(1), 1-10.
- Zapata, C. M., Calderón, G. G., & Rivera, D. (2012). PoV-game: puntos de vista mediante juegos. *Revista de Ingenierías: Universidad de Medellín*, 11(20), 115-126.

Uso y apropiación de las TIC en docentes de medicina de una universidad de Cartagena. 2019.

Mónica Rocha Carrascal, Carlos Torres Madrid, Ingrid González Arteta
Corporación Universitaria Rafael Núñez.
Colombia

Sobre los Autores:

Mónica Rocha Carrascal, Magister en Educación, Doctorante en Ciencias de la Educación Universidad Arturo Prat, Directora del programa de Medicina de la Corporación Universitaria Rafael Núñez.

Correspondencia: monica.rocha@curn.edu.co; carrascalmonicar@gmail.com

Carlos Torres Madrid, Magister en Química, Docente programa de Medicina, Corporación Universitaria Rafael Núñez. Docente investigador Grupo de investigación GINUMED

Correspondencia: carlos.torres@curnvirtual.edu.co

Ingrid González Arteta, Especialista en gerencia, administración y auditoría de los servicios de salud, Docente programa de Medicina, Corporación Universitaria Rafael Núñez. Docente investigador Grupo de investigación GINUMED

Correspondencia: ingrid.gonzalez@curnvirtual.edu.co

Resumen

Las actividades de enseñanza aprendizaje en la educación superior, actualmente se han dinamizado con la implementación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), promoviendo en el docente el desarrollo de habilidades en el manejo de herramientas informáticas de apoyo a los procesos académicos. La presente investigación se propuso indagar acerca del uso y la apropiación que tienen 105 docentes del programa de medicina de una universidad de la ciudad de Cartagena sobre las TIC, a través de un estudio descriptivo de corte transversal, por medio del instrumento SABER-TIC. Se encontró un uso frecuente de las herramientas más elementales de las TIC: Herramientas ofimáticas, de búsqueda de información y correo electrónico. Desconocen herramientas de apoyo para la labor docente: Sistemas de respuesta en tiempo real y de gestión de contenidos. Reconocen el favorecimiento de la inmersión de las TIC en el aula, aun cuando consideran que para algunos temas no tengan aplicación. Se concluye que los docentes utilizan las TIC de baja complejidad, evidenciando un desaprovechamiento de los beneficios ofrecidos por las diferentes herramientas, dado el desconocimiento y las deficientes habilidades para su utilización. Los docentes muestran buena actitud frente a la innovación tecnológica.

Palabras Claves: Docente, Educación Superior, Innovación, Medicina, TIC

Use and appropriation of ICT in medical professors of an university in Cartagena. 2019

Abstract

The teaching-learning activities in higher education, have now been boosted with the implementation of Information and Communication Technologies (ICT), promoting in the teacher the development of skills in the use of computer tools to support academic processes. The present investigation intends to investigate about the use and appropriation that 105 teachers of the medical program of a university in the city of Cartagena have on ICT, through a descriptive cross-sectional study, through the SABER-TIC instrument. A frequent use of the most elementary ICT tools was found: Office tools, information search and email. They do not know support tools for teaching: Real-time response systems and content management. They recognize the favoring of the immersion of ICT in the classroom, even though they consider that for some topics they do not apply. It is concluded that teachers use ICTs of low complexity, evidencing a waste of the benefits offered by the different tools, given the ignorance and the deficient skills for their use. Teachers show good attitude towards technological innovation.

Key Word: *Teacher, Higher Education, Innovation, Medicine, ICT*

Caracterización de las competencias emocionales-sociales en universitarios

Karla Emilia Cervantes Collado
Mayra Yesenia Nava Rubio
Manuel Alejandro Ibarra Cisneros
Universidad Autónoma de Baja California
México

Sobre los autores:

Karla Emilia Cervantes Collado: Doctorado en ciencias administrativas, responsable de formación docente y evaluación colegiada en la facultad de ciencias administrativas uabc.

Correspondencia: kkarla@uabc.edu.mx

Manuel Alejandro Ibarra Cisneros: Doctorado en economía industrial y relaciones laborales, Coordinador de posgrado e investigación en la facultad de ciencias administrativas uabc.

Correspondencia: manuel_ibarra@uabc.edu.mx

Mayra Yesenia Nava Rubio: Doctorado en ciencias económico, responsable de proyectos de vinculación en la facultad de ciencias administrativas uabc.

Correspondencia: mnav35@uabc.edu.mx

Resumen

El estudio se enfocó en la caracterización de estudiantes universitarios en el tema de competencias emocionales-sociales con la intención de proponer un test de autopercepción que permitiera medir las competencias de los universitarios de la facultad de ciencias administrativas (uabc), en Mexicali y a su vez fundamentar los beneficios que ello conlleva para sí mismos y para la institución. La investigación se realizó con 314 alumnos de licenciatura de 6 diferentes carreras del área de ciencias administrativas. Se realizó análisis estadístico descriptivo e inferencial por medio de SPSS Versión 20.0 Se encontró asociación estadísticamente significativa entre inteligencia emocional y la dimensión de gestión de las relaciones interpersonales. Esta investigación es de corte mixto, el tipo de estudio es descriptivo y exploratorio, de corte trasversal y cuantitativo. Así mismo, se destacan algunas similitudes entre los estudiantes y también grandes diferencias significativas, se presentan algunas recomendaciones. Es una investigación que se apoyó esencialmente en el modelo de inteligencia emocional aportado por Daniel Goleman (1995) con la finalidad de establecer este aspecto como una ventaja competitiva para la actualización del universitario y del docente y a su vez que permite el éxito institucional a partir de la integración entre las competencias intelectuales y emocionales-sociales.

Palabras clave: Competencias emocionales, Competencias sociales, estudiantes, docentes.

Characterization of variability skills in College

The study focused on the characterization of University students on the issue of variability powers with the intention of proposing a test of self-perception that would measure the competences of students of the Faculty of Sciences administrative (uabc), Mexicali and in turn substantiate the benefits that this entails for themselves and for the institution. The research was conducted with 314 6 different careers in the area of Administrative Sciences undergraduate students. Descriptive statistical analysis was performed using SPSS Version 20.0 inferential found statistically significant association between emotional intelligence and interpersonal relationship management dimension. This research is of mixed cut, the type of study is descriptive and exploratory, cutting transversal and quantitative. Likewise, some similarities stand out among students and also large differences, some recommendations are presented. It is an investigation that relied essentially on model of emotional intelligence contributed by Daniel Goleman (1995) in order to establish this aspect as a competitive advantage for the update of the University and the teacher and at the same time allows the institutional success from the integration between the variability and intellectual skills.

Key words: Emotional competencies, social competencies, students, teachers.

Seguridad del paciente en los planes de estudio de la Universidad de Quintana Roo

Maria de Lourdes Rojas Armadillo, Elizabeth Balcazar Rueda, Gabriel Angel Montero Lara, Maria Isabel Mendez Dominguez, Neftali Ricardo Muñiz Quintero. División de Ciencias de la Salud Universidad de Quintana Roo, México

Sobre los autores

Maria de Lourdes Rojas Armadillo, Doctorado en Educación, Directora de la División de Ciencias de la Salud de la Universidad de Quintana Roo.

Correspondencia: lourdes.rojas@uqroo.edu.mx

Elizabeth Balcazar Rueda, Maestra en Educación, Profesora Investigadora de la División de Ciencias de la Salud Universidad de Quintana Roo.

Correspondencia: elizabeth.balcazar@uqroo.edu.mx

Gabriel Angel Montero Lara, Maestría, Profesor Investigador de la División de Ciencias de la Salud Universidad de Quintana Roo.

Correspondencia: gabriel.montero@uqroo.edu.mx

Maria Isabel Mendez Domiguez, Maestría en Educación, Jefe del Departamento de Ciencias de Enfermería de la División de Ciencias de la Salud de la Universidad de Quintana Roo.

Correspondencia: mimendez@uqroo.edu.mx

Neftali Ricardo Muñiz Quintero, Médico especialista en Cirugía General. Profesor de tiempo completo de la División de Ciencias de la Salud Universidad de Quintana Roo.

Correspondencia: neftali@uqroo.edu.mx

Resumen

La seguridad del paciente es un aspecto prioritario para el mejoramiento de la atención y disminución de las consecuencias del error médico, para lograr un cambio en este sentido es necesaria la educación de los profesionales de salud desde el pregrado, de ahí la necesidad imperante que se avance en la implementación de Seguridad del Paciente en los planes de estudio.

Objetivo: Implementar Seguridad del Paciente en la curricula de los planes de estudio de la División de Ciencias de la Salud (DCS) de la Universidad de Quintana Roo. Estudio de intervención, Universo; 252 Docentes de las tres licenciaturas, profesores tiempo completo (33%) y profesores de asignatura (87%), el 100% cuenta con estudios de posgrado o especialidad, el 33% cuenta con menos de 3 años de antigüedad, el 26% entre 3 a 6 años y 30% de 6 a 9 años. Se integro un grupo de Trabajo de las tres licenciaturas formados por docentes con formación en Seguridad del paciente, de acuerdo al grupo de trabajo se seleccionaron aquellas asignaturas que por su contenido requiere contenidos de seguridad de pacientes, se diseño un programa de Capacitación en seguridad del paciente mediante TICs para los docentes de las asignaturas seleccionadas.

Dada la importancia de brindar una atención segura en los ámbitos clínicos actuales, los estudiantes de las carreras del area de la salud, tienen la necesidad cada vez mayor de aprender

acerca de los eventos adversos que suceden en la atención clínica y la urgente necesidad de saber sobre seguridad del paciente. La introducción de la seguridad del paciente en la formación de los profesionales de la salud contribuirá a sentar las bases de los conocimientos y las habilidades con las que mejor se prepararán los estudiantes para su práctica clínica.

Patient safety in the study plans of the University of Quintana Roo

Abstract

Patient safety is a priority for improving care and reducing the consequences of medical error, to achieve a change in this regard is necessary education of health professionals from undergraduate, hence the prevailing need to be advance in the implementation of Patient Safety in the study plans. Objective: To implement Patient Safety in the curricula of the study plans of the Division of Health Sciences (DCS) of the University of Quintana Roo. Intervention study, Universe; 252 Teachers of the three bachelor's degrees, professors full time (33%) and professors of asignatura (87%), 100% have postgraduate or specialty studies, 33% have less than 3 years old, 26% between 3 to 6 years and 30% from 6 to 9 years. A working group of the three bachelor's degrees formed by teachers with training in patient safety was integrated, according to the work group those subjects were selected that, due to their content, require patient safety content, a training program in safety of the patient was designed. patient through ICTs for teachers of the selected subjects. Given the importance of providing safe care in current clinical settings, students in the health care field have an increasing need to learn about the adverse events that occur in clinical care and the urgent need to know about patient safety. The introduction of patient safety in the training of health professionals will contribute to laying the foundations of the knowledge and skills with which students will best prepare for their clinical practice.

Keywords: *Seguridad el paciente, , eventos adversos, curricula seguridad del paciente Patient safety, adverse events, curricula patient safety*

1.- Introducción

Desde que por primera vez el estudio Harvard de 1991 describiera la magnitud del daño ocasionado a los pacientes, los países han descubierto resultados similares, a pesar de las diferencias que existen en sus culturas y en sus sistemas de salud. La Seguridad el paciente representa un área que se integra a todas las demás áreas de la medicina y de la atención clínica. La Alianza Mundial para la Seguridad del Paciente de la Organización Mundial de la Salud, lanzada en el 2004 , tiene por finalidad promover la seguridad del paciente en todo el mundo, ya que la seguridad de aquel es problema de todos, sin excepción, desde los pacientes hasta los políticos. Dado que los estudiantes de carreras de la salud se encuentran entre los futuros líderes en materia de atención clínica, resulta vital que cuenten con conocimientos y habilidades al momento de aplicar los principios y conceptos que hacen a la seguridad del paciente.

De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud, la seguridad del paciente es la reducción del riesgo de daños innecesarios relacionados con la atención sanitaria hasta un mínimo aceptable, el cual se refiere a las nociones colectivas de los conocimientos del momento, los recursos disponibles y el contexto en el que se prestaba la atención, ponderadas frente al riesgo de no dispensar tratamiento o de dispensar otro. Así mismo, define el daño asociado a la atención sanitaria es el daño que deriva de los planes o medidas adoptados durante la prestación de atención sanitaria o que se asocia a ellos, no el que se debe a una enfermedad o lesión subyacente. (1)

La Organización Mundial de la Salud en 2012 lanza la Guía Curricular sobre Seguridad del Paciente donde se plantea la necesidad de que los estudiantes de carreras de la salud comiencen a ejercer la seguridad del paciente en todas sus actividades profesionales, plantea la necesidad de generar en los estudiantes el conocimiento sobre la seguridad del paciente y plantea que es un proceso que debe darse a lo largo de todas las carreras de la salud. Las habilidades y conductas relativas a la seguridad del paciente deberían comenzar apenas los estudiantes ingresan en un hospital, clínica o servicio de atención de la salud. Al hacer que los estudiantes se concentren en cada uno de los pacientes, inculcándoles que los traten individualmente como el ser humano único que cada uno de ellos es y que utilicen con cuidado sus conocimientos y habilidades, los estudiantes mismos pueden llegar a erigirse como modelos de conducta para los demás integrantes del sistema de salud. La mayoría de los estudiantes de carreras de la salud tienen grandes aspiraciones al momento de ingresar en la profesión, se debe buscar que los estudiantes puedan mantener su entusiasmo y creer que pueden marcar una diferencia, tanto en la vida de cada uno de sus pacientes como en el sistema de salud en general.

La seguridad del paciente tiene por objetivo lograr una atención en salud libre de daño. La Organización Mundial de la Salud indica que este objetivo, se logra a través de la comunicación, el análisis y la prevención de eventos adversos en los pacientes. La cultura organizacional ha sido identificada como uno de los principales factores para el éxito de las intervenciones para mejorar la seguridad del paciente. Un componente esencial de la cultura en seguridad es la actitud de los profesionales de la salud hacia el error médico. Las actitudes pueden mejorarse a través de una educación apropiada en las carreras biomédicas.

La educación en seguridad del paciente para profesionales de la salud en el sector de la educación superior no se ha mantenido a la par de las exigencias que requiere el sistema de salud. La información de programas curriculares específicos sobre error médico o los cursos sobre seguridad del paciente en la educación médica recién ha comenzado a ganar terreno en la literatura publicada. La necesidad de una educación en seguridad del paciente por parte de los médicos se ha visto confirmada por diversos estudios sobre los conocimientos en materia de seguridad del paciente donde se ha demostrado que los niveles de conocimiento sobre seguridad del paciente en todo un amplio espectro de carreras y especialidades son sustancialmente limitados y que los profesionales de la salud no podían autoevaluar sus propias deficiencias de conocimientos en materia de seguridad del paciente. (2,3,4)

Una serie de factores han impedido la educación sobre la seguridad del paciente. En primer lugar, la falta de reconocimiento por parte de los formadores de médicos en el sentido de que la enseñanza y el aprendizaje de la seguridad del paciente constituye una parte esencial de las carreras de la salud de grado, y que se pueden enseñar efectivamente las habilidades vinculadas con la seguridad del paciente.

Al ser un campo novedoso, muchos formadores de médicos no están familiarizados con la literatura y se muestran inseguros a la hora de integrar al programa existente la capacitación sobre seguridad del paciente. En segundo lugar, los docentes deben tener una actitud abierta a las nuevas áreas del conocimiento. Una de las dificultades que se presenta para introducir los nuevos contenidos programáticos es una renuencia a la hora de abordar los conocimientos que se originan desde afuera de la Medicina, tales como los métodos de pensamiento y los procesos de mejora de la calidad. También, se ha sugerido que el énfasis histórico puesto sobre la terapéutica de la enfermedad, más que en la prevención de las patologías, genera una cultura a la que le resulta difícil concederle mérito al “no hecho”, esto es, un evento adverso que puede prevenirse. Un tercer factor se relaciona con las actitudes arraigadas en la relación tradicional docente-alumno, en la que puede darse una cuestión jerárquica y competitiva y donde el “experto” difunde información al estudiante. (5)

La Seguridad del paciente es responsabilidad de todos los que forman profesionales de la salud, es primordial, contextualizarla como aprendizaje permanente, ya que se desarrolla aprendizaje a lo largo de la vida y este, que puede ser de carácter formal, no formal o informal. Desde la educación formal, es de vital importancia que todo personal en formación desarrolle las competencias clínicas en seguridad del paciente, pero para ello se debe de considerar que se requiere de contar con formadores de profesionales de la salud que provienen de muchos antecedentes diversos y con escasa o nula formación en seguridad del paciente, muchos docentes son expertos en sus disciplinas específicas y por lo general se mantienen actualizados utilizando las vías profesionales aceptadas para su área. El conocimiento de la seguridad del paciente requiere de aprendizaje adicional que recaer por fuera de las vías tradicionales. Para ser un profesor eficiente en seguridad del paciente, los profesionales de la salud deben contar con los conocimientos, herramientas y habilidades necesarias para la implementación de una formación en educación del paciente en el seno de la organización. Uno de los principales desafíos que enfrentan todas las profesiones de la salud es la creciente escasez de docentes clínicos en general. Hay muy pocos que saben cómo integrar los principios y conceptos de seguridad del paciente en sus programas de formación. Muchos clínicos adoptan intuitivamente los métodos sobre seguridad del paciente en su práctica habitual pero quizás no sepan cómo articular lo que están haciendo

La seguridad del paciente es una disciplina relativamente nueva por tanto muchos profesionales de la salud que están en el ejercicio profesional, no fueron formados en ella, como con cualquier otro tipo de enseñanza, uno de los mayores desafíos consiste en asegurarse la transferencia de aprendizaje al lugar de trabajo, para que se lleven a cabo acciones orientadas a la realización personal, profesional y social, permitiendo desarrollar competencias

Se ha demostrado que el Aprendizaje en pares mejoran la capacitación de seguridad del paciente, los organismos de acreditación requieren que las escuelas de medicina incluyan dentro de sus aprendizajes Seguridad del paciente para que contribuyan en educar a los profesionales de la salud y de esta forma formar a los pacientes en seguridad de los pacientes, además insisten que es vital desarrollar habilidades docentes en seguridad del paciente.

La asociación de colegios médicos estadounidenses (AAMC) y el Instituto Lucian Leape recomienda incorporar la educación de seguridad del paciente en los planes de estudio de los profesionales de salud. Sin embargo, crear un curso sobre la ciencia naciente de la seguridad del paciente está cargada de desafíos, incluyendo tener un número suficiente de Facultades con experiencia adecuada en la disciplina. El impacto de los cambios en la conceptualización de los problemas de seguridad del paciente de los profesionales de la salud en formación y su confianza en el manejo de problemas de seguridad del paciente más efectivo es (si) el aprendizaje que se da entre pares, por ejemplo con residentes cercanos como facilitadores de grupos pequeños. (6)

De acuerdo a la OMS hay numerosos problemas relacionados con la seguridad del paciente que merecen ser investigados. Hasta la fecha, no hay suficientes datos científicos para comprender por qué se producen, cómo y en qué medida perjudican a los pacientes, y cómo se podrían reducir estos problemas y minimizar el daño a los pacientes. La necesidad de determinar prioridades es evidente, en particular en los países en desarrollo o con economías en transición. Las necesidades de investigación son enormes pero los recursos, escasos.

La Alianza Mundial para la Seguridad del Paciente de la OMS ha creado un grupo de trabajo internacional con participación de las partes interesadas encabezado por el Dr. David Bates, para identificar las prioridades mundiales en relación con la investigación sobre seguridad del paciente. El grupo seleccionó una lista final de prioridades clasificadas según la gravedad y frecuencia del

problema de seguridad del paciente, la magnitud del daño y su distribución, y la repercusión del problema en la eficiencia del sistema de salud en su conjunto. (2)

2.- Antecedente

El alcance en la formación de seguridad del paciente en las diferentes disciplinas es invaluable, como es el caso de las prácticas de seguridad de los medicamentos y los métodos para informar errores en farmacias comunitarias. Los estudiantes de farmacia durante su formación identifican y registraron prácticas de informe de errores de medicación y debilidades en las barreras para mejorar la seguridad de medicamentos, se ha reportado que el 51% de los estudiantes reportaron errores en la medicación. Los errores que se informaron con mayor frecuencia pertenecían a un sistema de informes específico de farmacia (84%) y al Programa Nacional de Informes de Errores de Medicamentos del Instituto para Prácticas de Medicamentos Seguros (84%). Los tipos de error reportados con mayor frecuencia fueron el 77% de los sitios donde se observó una política que exige que se comunique con el prescriptor acerca de los errores. Las acciones de mejora más comunes al existir un error fueron educación / capacitación (72%). Los estudiantes informaron un aumento estadísticamente significativo en la comprensión de las prácticas de seguridad de los medicamentos y los métodos para informar errores en farmacias comunitarias después de su intervención. (7)

Así mismo, Aldossary y cols en 2019, refieren que al ser considerada la seguridad del paciente un aspecto crítico para el Sistema de salud, esta, se ve afectada significativamente por la actitud de los profesionales de la salud de pregrado, es primordial la formación de los profesionales de la salud, el estudio describe que los farmacéuticos deben informar los errores de un paciente afectado y su familia, incluso si no perjudica a los pacientes. Además, se ha identificado que las universidades pueden utilizar un buen lugar de trabajo de farmacia y programas de capacitación eficaces para desarrollar la comprensión de los estudiantes de farmacia con respecto a la preocupación por la seguridad del paciente. (8)

Dentro de las competencias blandas que favorecen la formación en Seguridad del paciente en los profesionales de la salud se encuentra el liderazgo, que se reconoce cada vez más como una competencia básica necesaria en la formación del profesional de la salud para la atención de calidad paciente, la mejora continua del sistema y el rendimiento óptimo del equipo de atención, en consecuencia, la integración de liderazgo en los planes de estudio de los profesionales de la salud, lo cual, se está convirtiendo en una prioridad, por lo que se replantea la importancia de un adecuado contexto, el momento y la pedagogía para el aprendizaje de esta competencia, se plantea la posibilidad de incluir en el plan de estudios cuatro temas: (a) comprender el cambio, (b) el trabajo en equipo, (c) líder en la seguridad del paciente, y (d) el liderazgo en acción, . Dichos aprendizajes deben estar conectado en un contexto de atención médica relevante a la etapa de la formación del estudiante. El compromiso del estudiante puede apoyarse mejor si el liderazgo se enmarca como una competencia a lo largo de su carrera. (9)

Otra de las competencias blandas consideradas vitales para la formación en seguridad del paciente es la comunicación entre profesionales de la salud, y entre profesionales de la salud y pacientes, ya que es un elemento crítico en la seguridad del paciente. Las habilidades de comunicación efectiva se pueden enseñar y mejorar a través de la capacitación y la concientización. Existen muchas barreras para la comunicación efectiva, incluidos los factores del paciente, los factores clínicos y los factores del sistema, pero existen herramientas y estrategias para abordar estas barreras que permiten mejorar la comunicación y comprometer a los pacientes en su cuidado. (10)

La importancia de formar en Seguridad del paciente a los profesionales de la salud, permitirá modificar la percepción de gestión del riesgo y los factores que contribuyen a que se presenten estos. García Elorrio (2016) estudio el nivel de conocimientos, creencias y actitudes en seguridad

del paciente de los estudiantes de medicina, el estudio mostró que el 57% de los estudiantes creen entender los conceptos acerca de la seguridad del paciente, el 53% considera que su formación los prepara para entender la causa de errores médicos, el 59% creen que los errores son inevitables y el 98% creen que un verdadero profesional no comete errores. Un 64% consideran que las habilidades en esta temática sólo se adquieren a partir de la experiencia clínica, de ahí la importancia del impacto que genera la inclusión de temas relacionados con la seguridad del paciente en el currículo de los profesionales de la salud. (11)

Al ser una disciplina nueva, la seguridad del paciente es una disciplina desafiante en el sistema educativo y en sistema de salud. Nabilou y cols en 2015, evaluaron las percepciones de los estudiantes sobre la seguridad del paciente y sus conocimientos y actitudes hacia la educación sobre la seguridad del paciente, se encontró que existe escaso conocimiento de los estudiantes con respecto a la seguridad del paciente lo que indica la ineficiencia de la educación informal y formal, para llenar el vacío; por lo tanto, se recomienda considerar la seguridad del paciente en los currículos de todas las ciencias médicas y paramédicas y formular mejores políticas para la seguridad del paciente. (12)

La educación sobre la seguridad del paciente, así como el clima de seguridad en las rotaciones clínicas, tiene un impacto en las actitudes de los estudiantes. Se encontró que existe una correlación positiva entre las actitudes individuales de seguridad del paciente de los estudiantes y la motivación autoinformada. También que la motivación intrínseca aumentó después del entrenamiento, para fortalecer una práctica segura y el profesionalismo en los profesionales de la salud, es importante su participación en la educación de seguridad del paciente, las actitudes de seguridad del paciente de los estudiantes muestran una correlación positiva con la motivación y que la motivación intrínseca y esta aumenta después de la capacitación esto permite ayudar a los estudiantes a desarrollar los conocimientos, habilidades y actitudes necesarias para la seguridad práctica. La seguridad del paciente es un objetivo incuestionable de la asistencia sanitaria y la educación en las profesiones de la asistencia sanitaria. Aunque el tema se aborda en las escuelas de medicina, pocos han logrado integrarlo completamente en su plan de estudios.

La OMS ha publicado un extenso marco para ayudar a los educadores de la salud a abordar los problemas de seguridad en el currículo de educación básica para las profesiones de la salud. Las habilidades de trabajo en equipo han sido identificadas como cruciales para la seguridad del paciente y, por lo tanto, un objetivo importante para la educación médica. Uno de los esfuerzos educativos recomendados para mejorar la seguridad del paciente en la educación médica es a través de la simulación clínica. Se sabe que la motivación de los estudiantes es de gran importancia para el aprendizaje, pero hasta ahora se sabe poco acerca de la motivación situacional de los estudiantes. De acuerdo con la teoría de la autodeterminación, los individuos pueden estar motivados intrínsecamente (queriendo aprender por el bien del aprendizaje) y / o motivados extrínsecamente (queriendo aprender por recompensas externas), los estudiantes que están altamente motivados aumentarán sus esfuerzos, aumentarán sus metas y se desempeñarán mejor.

En los últimos años, las actitudes hacia la seguridad del paciente han sido monitoreadas entre los proveedores de atención médica, como medida del clima de seguridad. Los estudios han demostrado correlaciones entre el clima de seguridad y el resultado del paciente, así como el bienestar del personal. La actitud de los estudiantes con respecto a la seguridad del paciente se puede calificar como una medida del clima de seguridad y el nivel de conciencia de los problemas de seguridad del paciente en las instituciones formadoras. Los cambios en las actitudes hacia la seguridad del paciente también se utilizan para monitorear el efecto de las intervenciones y para seguir el desarrollo de actitudes de seguridad durante la formación. (13)

De acuerdo a Silber y cols (2019), un factor de riesgo para la seguridad del paciente son los horarios de actividades asistenciales del personal en formación en el sistema de salud, específicamente las horas de trabajo de los residentes (14).

Roh y cols en 2015, demostraron la importancia de la Educación sobre seguridad del paciente para cambiar las actitudes y el sentido de responsabilidad de los estudiantes de medicina. Este estudio examinó los cambios en las percepciones y actitudes, así como el sentido de responsabilidad individual y colectiva en los estudiantes de medicina después de recibir la educación de seguridad del paciente. Evidenciaron que existe una mejora en los conceptos de seguridad de los pacientes de los estudiantes después del entrenamiento. Antes del entrenamiento, mostraron una buena comprensión de la inevitabilidad del error, pero la mayoría de los estudiantes culparon a los individuos por los errores y expresaron un fuerte sentido de responsabilidad individual. Después del entrenamiento, los estudiantes atribuyeron cada vez más los errores a la disfunción del sistema y reportaron más confianza en sí mismos al hablar de los errores de sus colegas. Sin embargo, debido a la cultura jerárquica, los estudiantes aún describieron las dificultades para comunicarse con los médicos de alto nivel. La educación para la seguridad del paciente cambió efectivamente las actitudes de los estudiantes hacia el pensamiento basado en sistemas y aumentó su sentido de responsabilidad colectiva. Las estrategias para mejorar la comunicación superior-subordinada dentro de una cultura jerárquica deben agregarse al plan de estudios de seguridad del paciente. (15)

Una estrategia valiosa para consolidar la cultura de Seguridad según García Solano, es a través de la difusión del conocimiento científico en Seguridad del Paciente. El objetivo principal fue identificar, difundir y mejorar el acceso a la información relevante en seguridad del paciente a pacientes-ciudadanos, profesionales y a la propia organización mediante un catálogo de recursos accesible en internet e intranet. Se desarrolló la Biblioteca Breve de Seguridad del Paciente, accesible en la web la Biblioteca Breve de Seguridad del Paciente puede contribuir a impulsar la cultura de seguridad en los centros sanitarios y a lograr mayor implicación de los ciudadanos en su seguridad, al poner a su disposición información fiable sobre esta dimensión transversal de la práctica clínica.(16)

Dada la importancia de brindar una atención segura en los ámbitos clínicos actuales, los estudiantes tienen la necesidad cada vez mayor de aprender acerca de los eventos adversos que suceden en la atención clínica y la urgente necesidad de saber sobre seguridad del paciente. La introducción de la seguridad del paciente en la formación de los profesionales de la salud contribuirá a sentar las bases de los conocimientos y las habilidades con las que mejor se prepararán los estudiantes para su práctica clínica. Al mismo tiempo, ayudará a generar una futura fuerza laboral de profesionales clínicos formados en seguridad del paciente y capaces de satisfacer las demandas de los complejos entornos actuales.

Los componentes clave para implementar un programa de seguridad del paciente debe ser prevenir daños al paciente, no es solo eliminar errores, es necesario un sistema que se perciba como justo y mitigue las barreras percibidas para mejorar la seguridad del paciente, un sistema transparente para establecer prioridades y establecer cómo se aplicarán los recursos al esfuerzo de seguridad del paciente además de proporcionar herramientas que apoyen el análisis de la causa raíz que vaya más allá de preguntas superficiales e inadecuadas, tales como: ¿De quién es la culpa? Se necesita una acción que resulte en una mejora, no solo en el análisis del problema. (20)

La importancia de la seguridad del paciente se reconoce como nunca antes, la seguridad del paciente es una disciplina especializada, que tiene un impacto en todas las áreas de la salud. Por lo tanto, surge la pregunta de cómo lograr una implementación exitosa y estructurada de los contenidos

de enseñanza de seguridad del paciente, al mismo tiempo, se debe tener en cuenta que el tema de la seguridad del paciente afecta a todas las profesiones, niveles de jerarquía disciplinas a nivel multi profesional e interdisciplinario y actualmente influye y para la mayoría, al menos implícitamente, ha influido en el currículo en diferentes carreras del área de la salud. En la actualidad, el objetivo de integrar el tema de la seguridad del paciente en los currículos de una manera estructurada y completa es factible, sabiendo perfectamente que el diseño didáctico y de contenido de las unidades de enseñanza sobre seguridad del paciente aún no se ha completado.

Los currículos transversales tienen la ventaja de que los contenidos de enseñanza se transmiten varias veces en niveles crecientes de dificultad y con una complejidad cada vez mayor, así como en diversas áreas de enfoque (ver Figura 1). Para el tema de la seguridad del paciente, esto significa que se puede enseñar dentro del contexto de los diversos aspectos clínicos y de todas las disciplinas médicas. El conocimiento, así como las habilidades y actitudes conducentes hacia la seguridad del paciente se adquirirán paso a paso de acuerdo con el nivel de conocimiento y experiencia de los estudiantes. Para implementar un tema en forma transversal, el currículo debe desarrollarse de manera sistemática y estratégica. A pesar de que la integración transversal en el currículo médico es el objetivo preferido, puede ser constructivo proceder inicialmente de manera gradual.

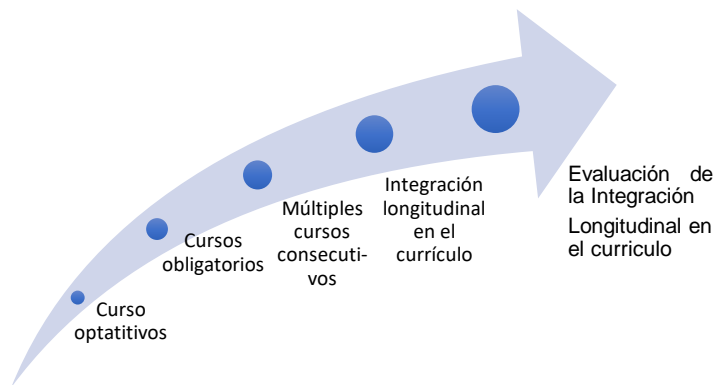


Fig. 1 Desarrollo transversal del currículo

Para que los objetivos de aprendizaje para la seguridad del paciente se consideren formalmente completos, deben estar cubiertos por asignaturas obligatorias. La ponderación y la asignación de los objetivos de aprendizaje para la seguridad del paciente deben seguir los porcentajes de los diversos bloques temáticos indicados en los objetivos de aprendizaje. Dentro de los diversos bloques temáticos, será necesario tomar decisiones discrecionales entre la calidad y la cantidad: Como regla general, cuantos más objetivos de aprendizaje se implementen, más probable será la consolidación de la actitud deseada hacia la seguridad del paciente, sin embargo, mayor será la necesidad de coordinación entre las distintas unidades de aprendizaje. Los objetivos de aprendizaje y los contenidos de seguridad del paciente deben considerarse desde una etapa temprana, por lo tanto, cada objetivo de aprendizaje debe ser concretado con respecto a los tres niveles de competencia de conocimiento, habilidades y / o actitudes.

Además, los cursos ya implementados sobre el tema de la seguridad del paciente deben incorporarse de manera constructiva en el plan de estudios general para evitar la duplicación y garantizar que los contenidos de aprendizaje se coordinen de manera adecuada en relación con sus niveles de dificultad y complejidad.

El llamado "mapeo curricular", que se usa no solo para determinar un desarrollo curricular exitoso, es una ayuda importante y ofrece orientación al desarrollar, el mapeo curricular se utiliza principalmente para identificar duplicaciones innecesarias, inconsistencias, debilidades y vacíos en un programa de estudios. Al integrar el tema de la seguridad del paciente en forma transversal y en

contextos específicos este tema se convierte en un "compañero constante" a lo largo de todo el plan de estudios. Siguiendo el enfoque de "baja dosis, alta frecuencia", a los estudiantes se les ofrecen módulos de estudio cortos sobre seguridad del paciente dentro de cada plan de asignatura, de esta manera se integraran gradualmente en forma transversal en los planes de estudio de pregrado, a la vez que se asegura que los objetivos de aprendizaje se transmitan en las etapas apropiadas, integrar los temas de seguridad del paciente paso a paso en los cursos ya existentes. Se propone incluir tópicos de Seguridad del paciente al inicio de cada sección de estudio (pre-clínica, clínica, año práctico). Los contenidos didácticos deberán ser coordinados para que coincidan con las áreas temáticas elegidas con una complejidad cada vez mayor y una relevancia práctica correspondiente a cada sección de estudio. (21)

En el 2002 el Consejo Internacional de Enfermería (CIE) promueve puntos importantes para la formación de profesionales de la salud e Información, comunicación, bajo la seguridad de la seguridad del paciente en el entorno, la familia, institución, políticas y evaluación continua para su retroalimentación y mejora constante. (22)

En Brasil la simulación clínica fue utilizada como estrategia en el currículo de enfermería para la aplicación de la seguridad del paciente, desde la formación educativa como un proyecto innovador, el cual permitió fortalecer el liderazgo, el razonamiento crítico y promover la calidad del cuidado al paciente. (23)

Por otro lado para la acreditación de una carrera se requiere que en su mapa curricular este permeada la seguridad del paciente como eje transversal para el desarrollo de sus competencias profesionales y de calidad. (24)

2.2 Marco Teórico

La seguridad del paciente ha proporcionado nuevos conocimientos sobre los procesos de trabajo y nuevas herramientas para orientar los esfuerzos de mejora. Como resultado del trabajo de la seguridad del paciente, ahora se sabe que los errores, el uso excesivo y lesiones prevenibles son las principales causas de daño indebido y el innecesariamente alto costo del cuidado de la salud.

La mayor comprensión de esta experiencia, es que el cambio transformacional en los resultados del sistema de salud requiere un cambio de enfoque en el rendimiento individual a la aplicación de los sistemas de pensamiento, la ciencia y la ingeniería de seguridad factores humanos. Esencial para este cambio es la inclusión de los pacientes y sus familias en todos los aspectos del diseño, ejecución y evaluación de la atención.

El sistema de salud ha evolucionado en los últimos 50 años para proporcionar atención existen factores que contribuyen a este cambio. El primer factor son la prevalencia de pacientes con enfermedad crónica compleja, que consumen más del 75% de los gastos de atención de la salud, exigencia de trabajo coordinado y cuidados preventivos de equipos multidisciplinarios; existen esbozos de cambio como son los avances de seguridad quirúrgica de los últimos años y la impresionante reducción de las complicaciones quirúrgicas asociadas con las listas de verificación, dicho cambio fue posible cuando los médicos, enfermeras, técnicos y otros trabajan juntos en equipos multidisciplinarios.

Se requiere una reestructuración importante del abordaje del cuidado de la salud, se requieren nuevos modelos de prestación de cuidados que permitan aliviar la carga sobre el sistema de atención, proporcionar una atención integrada basada en la evidencia, así como una nueva forma de formar a los profesionales de la salud, la educación profesional de la salud debe ser reformado para integrar la educación la seguridad del paciente y la formación a lo largo de todo el plan de estudios en forma longitudinal, este cambio permitirá crear aprendices de seguridad del paciente para toda la vida. (25)

El Instituto Lucian Leape (LLI) de la Fundación Nacional para la Seguridad del Paciente en 2009, identificó cinco áreas de atención médica que requieren atención y acción a nivel del sistema para promover la seguridad del paciente. Los autores argumentaron que para transformar verdaderamente la seguridad de la atención médica, hay una necesidad de abordar la reforma de la educación médica; integración del cuidado; restaurar la alegría y el significado en el trabajo y garantizar la seguridad de la fuerza laboral de salud; Compromiso de los consumidores con la asistencia sanitaria y la transparencia en todo el proceso continuo. (26)

La estructura de una organización es importante, y la estructura tiene una profunda influencia en la forma en que las personas trabajan y en lo que se hace, donde se ubican las unidades de trabajo y los individuos en una organización, a quienes informan y con quienes se agrupan, esto indica poder, prestigio y privilegio. También divide a los trabajadores en grupos con intereses y motivaciones comunes. La pregunta es, ¿dónde se debe colocar la seguridad del paciente en una organización de atención médica? Una pregunta de este tipo solo puede responderse dentro de un marco de entendimiento que dé una definición clara a la seguridad del paciente. Definimos la seguridad, al igual que los profesionales de la seguridad de otras industrias, como la reducción del riesgo. Esta definición también concuerda con el modelo de gestión de riesgos que identifica la gestión de reclamos, la financiación de riesgos y el control de pérdidas como su tríada fundamental. (27). Conseguir avances en la mejora de la seguridad del paciente requiere investigación en cuatro áreas: determinar la magnitud de los riesgos relacionados con la atención sanitaria; analizar los factores que contribuyen a la aparición de resultados adversos estableciendo cuáles son evitables o reducibles; identificar soluciones efectivas y sostenibles para lograr una atención más segura; y evaluar el impacto de los eventos adversos sobre pacientes, profesionales y sistema sanitario, así como la aceptabilidad y la sostenibilidad de las soluciones.

Actualmente se cuenta con conocimiento razonable de la frecuencia y la distribución de los eventos adversos y de los factores contribuyentes en todos los ámbitos asistenciales: hospitales de agudos y de media y larga estancia, atención primaria y servicios como urgencias, cuidados intensivos y obstetricia. El 10-12% de los/las pacientes atendidos/as en hospitales, tanto en hospitalización como en urgencias, y el 1-2% de los/las atendidos/as en atención primaria sufren algún evento adverso relacionado con la atención recibida. Por su magnitud y posibilidades de prevención, los eventos adversos son un problema de salud pública. Así mismo, disponemos de evidencia de calidad moderada y alta de la eficacia de determinadas conductas profesionales, prácticas y procedimientos para mejorar la seguridad del paciente. Sin embargo, es escasa la investigación sobre la implementación y la evaluación de las mismas. Dicho de otro modo: sabemos lo que hay que hacer, pero no lo hacemos en la medida en que se debería, de acuerdo con los resultados de este estudio, parece existir cierta contradicción entre lo que se sabe y se valora como útil y factible sobre prácticas seguras y lo que realmente se implementa, lo cual pone de manifiesto la necesidad de desarrollar programas de actuación específicos para dar solución a esas diferencias entre deseo y realidad. (28)

La Organización Mundial de la Salud (OMS) ha anunciado la puesta en marcha del tercer reto mundial por la seguridad del paciente, cuyo objetivo es, en cinco años, reducir en un 50% la carga mundial de efectos nocivos yatrógenos causados por los medicamentos. La OMS aspira a conseguir un alcance y un impacto mundiales similares a los logrados en los dos anteriores retos mundiales: Una atención más limpia es una atención más segura y La cirugía segura salva vidas.

En este tercer reto, cuyo título es Medicación sin daños, se invita a los ministros de salud a establecer planes nacionales que abarquen cuatro aspectos de la seguridad en el uso de los medicamentos: la participación de los pacientes y el público en general; los medicamentos como productos; la formación, capacitación y seguimiento de los profesionales sanitarios, y los sistemas y prácticas de la gestión de medicamentos. Además, la OMS debe utilizar su poder de convocatoria

y de coordinación para impulsar una serie de medidas de alcance mundial relacionadas con la seguridad en el uso de los medicamentos. Actualmente muchos pacientes de la tercera edad deben tomar varios medicamentos, aunado a un mayor acceso a un número más amplio de opciones terapéuticas y de que, con frecuencia, padecen más de una enfermedad, la probabilidad de que se produzcan interacciones farmacéuticas es más elevada. Por otro lado, los pacientes de edad avanzada pueden encontrar más dificultades para cumplir con pautas terapéuticas que son complejas, y ello podría conducir a errores en la toma de la medicación. Estas tres prioridades del tercer reto mundial por la seguridad del paciente no se excluyen mutuamente, ya que muchos pacientes están expuestos al riesgo combinado de las reacciones adversas, la poli medicación y los errores en la comunicación. Los profesionales sanitarios deberían prestar especial atención a los pacientes que corren mayor riesgo de sufrir lesiones graves e incluso la muerte a causa de daños relacionados con el tratamiento farmacológico.

Para lograr mejoras en estas tres áreas es necesario que las instancias decisorias y los responsables de las autoridades sanitarias concedan prioridad a la seguridad en el uso de los medicamentos, tal y como hicieron en los dos primeros retos. Para ello deben comprender claramente el contexto en que los medicamentos pueden perjudicar a los pacientes en una amplia gama de entornos asistenciales. Hay varias medidas de aplicación para prevenir estos daños: la educación y el empoderamiento de los pacientes y sus cuidadores, la elaboración de herramientas de ayuda a los profesionales sanitarios que trabajan en primera línea y el diseño de nuevos sistemas de atención de más flexibilidad y resistencia frente a los factores que predisponen al riesgo de que se produzcan errores relacionados con la medicación. (21)

El impacto de la tecnología de la información sanitaria en la seguridad del paciente. Desde que se publicó el informe original del Instituto de Medicina (IOM), se ha desarrollado y adoptado aceleradamente la tecnología de información de salud con diversos grados de evidencia sobre el impacto de la tecnología de información de salud en la seguridad del paciente, la tecnología de información de salud mejora la seguridad del paciente al reducir los errores de medicación, reducir las reacciones adversas a los medicamentos y mejorar el cumplimiento de las pautas de práctica. No debe haber duda de que la tecnología de la información de salud es una herramienta importante para mejorar la calidad y la seguridad de la atención médica. (29)

Se han implementado múltiples iniciativas de seguridad del paciente que permiten garantizar la competencia del personal clínico en la operación los dispositivos médicos nuevos y actualizados aprobados, que permitan la optimización, el uso seguro dispositivos médicos complejos. Los dispositivos médicos se clasifican según el nivel de riesgo para los pacientes, si los cuidadores no reciben una educación confiable mediante un programa formal de actualización, con el seguimiento y la gestión de la rendición de cuentas incluida una amplia evaluación de riesgos, con el objetivo es reducir los eventos de seguridad relacionados con el uso de dispositivos médicos garantizando el uso de dispositivos médicos sin fallas. (30)

2.4 Situación en México

A 10 años de definida la competencia sobre seguridad del paciente para el Médico general, solo 38% de las Escuelas de Medicina cuentan con seguridad del paciente en su mapa curricular y 58% cuentan con asignaturas al respecto, situación que no se refleja en la formación de médicos especialistas, ya que aún no se encuentra considerado la Seguridad del Paciente dentro del Plan de estudios.

La seguridad del paciente es un aspecto prioritario para el mejoramiento de la atención y disminución de las consecuencias del error médico, para lograr un cambio en este sentido es necesaria la educación de los profesionales de salud desde el pregrado, de ahí la necesidad imperante

que se avance en la implementación de Seguridad del Paciente en los planes de estudio, no solo como asignatura aislada, el reto es que se despliegue a todo lo largo del eje transversal, la propuesta es que la Institución educativa marque como distintivo de su plan el enfoque hacia la seguridad del paciente.

Los futuros profesionales de la salud y líderes en materia de atención clínica, deben estar preparados para ejercer una atención clínica segura. Si bien los programas curriculares de las licenciaturas se encuentran en permanente cambio con el fin de ir albergando los últimos descubrimientos y los nuevos saberes, el conocimiento de la seguridad del paciente resulta diferente de los demás conocimientos porque se aplica a todas las áreas del ejercicio profesional.

Los futuros clínicos, no solo deberán saber cómo impactan los sistemas sobre la calidad y la seguridad de la atención clínica, sino también cómo una comunicación deficiente puede conllevar a eventos adversos, entre muchas otras cosas. Los profesionales de la salud necesitan aprender a manejar estos desafíos.

Dentro de las competencias del Médico General mexicano se encuentran explicitadas las competencias de seguridad del paciente, específicamente:

Competencia genérica 5: Dominio de la calidad de la atención médica y trabajo en equipo: Capacidad para responder satisfactoriamente a las necesidades de salud, reales y sentidas, de los individuos, familias y comunidades de manera oportuna, efectiva, accesible, confiable y de conformidad con las mejores prácticas y la mejor evidencia disponible libre de deficiencias y errores; favoreciendo el trabajo en equipo mediante el liderazgo compartido, el desarrollo continuado de las capacidades de sus integrantes, el monitoreo y apoyo a los miembros que lo necesitan.

Condiciones para el cumplimiento de la competencia:

a) Diseñando sistemas de mejora de la calidad sustentados en los mejores indicadores y procesos disponibles, supervisando los procesos y verificando los resultados, a fin de mejorar continuamente la calidad de la atención médica y garantizar la seguridad del paciente.

b) Demostrando aptitud para el trabajo en equipo, valorando la colaboración multidisciplinaria, el apoyo mutuo, el liderazgo situacional, la redistribución de cargas de trabajo y el aprendizaje continuado, lo cual permite adaptarse y responder a las demandas del entorno.

c) Favoreciendo la gestión del conocimiento e identificando sus necesidades de aprendizaje para desarrollar sus capacidades.

d) Demostrando flexibilidad, polifuncionalidad, creatividad y capacidad de innovación respondiendo a las demandas del entorno y a las necesidades de los pacientes.

e) Utilizando de la mejor manera posible la estructura y los recursos disponibles en el sector salud

5.1 Calidad en la atención y seguridad para el paciente

Capacidad para instrumentar procesos de mejora continua en la calidad de la atención a fin de favorecer que los problemas de salud de los individuos y las poblaciones se atiendan de manera oportuna, confiable, efectiva y de conformidad con el mejor conocimiento disponible, respondiendo tanto a las necesidades reales como a las sentidas.

Condiciones para el cumplimiento de la competencia:

a) Estableciendo procesos basados en acciones sistemáticas y coherentes que reduzcan la influencia del azar y permitan crear resultados consistentes y repetibles.

b) Evitando resultados adversos o lesiones derivadas del proceso de atención.

c) Aplicando sistemas de evaluación válidos y confiables que permitan reducir la distancia entre lo logrado y lo esperable de conformidad con las mejores prácticas profesionales.

d) Identificando los riesgos sistémicos con la capacidad de priorizarlos para instrumentar medidas de control que permitan abatirlos o reducirlos.

e) Fomentando el reporte de los errores médicos y su valoración en sesiones de reflexión y análisis. (31)

2.5 Contexto Local

La Universidad de Quintana Roo es una institución pública, fue fundada el 24 de mayo de 1991, nació con ocho licenciaturas, actualmente cuenta con 4 campus en el estado (Chetumal, Cancún, Playa del Carmen y Cozumel), actualmente imparte 21 carreras universitarias y 11 posgrados.

La División de Ciencias de la Salud (DCS), pertenece al campus Chetumal, fue inaugurada en agosto del 2009, se imparten tres licenciaturas: Medicina, Enfermería y Farmacia. La vinculación es una función indisoluble de las instituciones de educación superior, esta se realiza conjuntamente con los servicios de salud y a su vez estos estrechamente ligados a la sociedad: la relación de la universidad con los diversos actores de la sociedad es cotidiana y se establece por medio de los convenios que se signan con el IMSS, ISSSTE, la Secretaría de Salud, y los colegios y asociaciones profesionales así como con los Colegios Médicos, el Colegio de Enfermería, el de Químicos, asociaciones como la AMFEM, FEMAFE y AMEFAR, de manera que éstos puedan participar en la realización de sus fines y apoyar el trabajo de la DCS, la realización de proyectos académicos conjuntos es beneficiosa en ambos sentidos. La DCS participa al interior de las instituciones públicas y privadas impulsando la calidad y mejora de los servicios de salud, al ser una División de Ciencias de la Salud joven, (primera generación que egreso 30 de julio 2015), tiene la oportunidad de reenfocar el proceso formativo, el propósito es no formar de manera aislada a los miembros básicos del equipo de salud sino compartir el mayor número de conocimientos y experiencias posibles durante la primera etapa de su formación y alinear puntos de vista y tendencias de las tres profesiones, además de propiciar aprendizajes desde la salud y no desde la enfermedad y de esta forma evitar la medicalización temprana que privilegie la visión especialista y fragmentada.

Los planes de estudios están en la posibilidad de reenfocarse hacia Seguridad del paciente ya que en el 2015 debieron actualizarse, por tal motivo la DCS se encuentra en un proceso de aprendizaje intenso, identificando cada área de oportunidad que se presenta, por lo que existe la oportunidad de mejorar y enfocarlo a Seguridad del paciente, para lo cual es necesario contar con robusta propuesta de mejora, la definición de las competencias a alcanzar en Seguridad del paciente, deben de encontrarse implícito y explícitamente en el plan de estudios, donde el eje transversal sea Seguridad del paciente, si solo se deja en el enfoque solo se quedara como buenas intenciones, se pretende alcanzar objetivos claros, pertinente y factibles que permitan una implementación gradual, previa formación de los docentes que en ella participan.

La propuesta es apostar a la formación docente en Seguridad del paciente, ir avanzando en consolidar una masa crítica de partidarios de la seguridad del paciente y tener la oportunidad de sensibilizar de su importancia a los que no la conceptualizan. El objetivo es la identificación de puntos de coincidencia y de discrepancia, así como de las posibles áreas en las cuales sea factible lograr un consenso mediante el compromiso, al mismo tiempo, trabajar para fortalecer la posición de quienes la apoyan, mediante el desarrollo de alianzas y redes, así como la divulgación de evidencias y buenas prácticas, esta formación debe abarcar tanto en directivos como en docentes, tanto de claustro como docentes clínicos que permita realizar la primera modificación al Plan de estudios

En cuanto a los Escenarios de aprendizaje.- La inserción temprana de los alumnos al sistema de salud hace imperante y favorecedora la necesidad de competencias en Seguridad del paciente, negar la simbiosis de las instituciones formativas y el sistema de salud es imposible, ya que el objeto de estudio de los profesionales de la salud es el ser humano en su integralidad biológica y social

indivisible, por lo cual debe superarse la estrecha concepción que asigna carácter científico en salud únicamente a lo clínico-biológico. Privilegiar escenarios de aprendizaje propicios para su aprendizaje en escenarios diversos: unidades de atención ambulatorias, hospitalarias, se puedan llevar a cabo además de manera más eficiente y con menores costos en escenarios ambulatorios, en la comunidad y en domicilios, buscando participación en las actividades de campo a partir del primer año existiendo la posibilidad de que cada semestre se rediseñen las acciones de salud de las unidades de primer nivel de atención. El objetivo es que entiendan que la diversificación de los escenarios permitiría contribuir a la construcción de modelos asistenciales innovadores, que permitirá contar con profesionales de la salud inmersos en las necesidades reales de salud de la población del país.

Los factores que favorecen la implementación de la Seguridad del paciente en los planes de estudio de la División de Ciencias de la Salud son:

- 1.- Necesidad del Sistema de Salud de avanzar hacia la Seguridad del paciente ante los requerimientos Internacionales y nacionales
- 2.- Existencia Convenios vigentes con el Sistema de salud que integran los escenarios clínicos del personal en formación de las tres licenciaturas
- 3.- Plan de estudio basado en competencias, especialmente el Perfil de Medico mexicano despliega competencias en Seguridad del paciente
- 4.- Docentes con competencias en Seguridad del paciente en las tres licenciaturas
- 5.- Presencia de escenarios propicios para el aprendizaje: comunidad, unidades ambulatorias, unidades hospitalarias, etc.

El mapa curricular de la licenciatura en medicina, está compuesto por 57 asignaturas, el de la licenciatura en enfermería 43 y de la licenciatura de Farmacia 69, divididos en ciclos básicos (2 años), ciclos clínicos (dos años) ; internado de pregrado (Solo medicina un año) y Servicio social (Un año). Cabe resaltar que al encontrarse el Servicio social dentro de mapa curricular, este cuenta con créditos, por lo que el total mínimo de créditos requeridos para concluir el plan de estudios se encuentran distribuidos en cuatro bloques de acuerdo con los tipos de asignaturas establecidos en la normatividad universitaria:

Licenciatura	Créditos totales	Créditos por tipo de asignatura				Numero asignaturas
		Generales	Divisionales	Concentración profesional	De apoyo	
Medicina	467	55	196	186	32	57
Enfermería	413	55	148	184	26	43
Farmacia	464	55	134	251	20	69

Fuente: Plan de estudio de Medicina, Enfermería y Farmacia División de Ciencias de la Salud Universidad de Quintana Roo. (32, 33,34)

Cabe mencionar que de acuerdo a los planes de estudio de las tres licenciaturas, se cuenta con un tronco común en ciclos básicos que corresponde a los dos primeros años, (1 al 4 semestre) ,ya en ciclos clínicos se cursan las asignaturas disciplinares de cada una de las licenciaturas.

Matrícula de la DCS primavera 2019

Licenciatura	Total	Hombres	Mujeres	% de alumnos en relación al total la matrícula de DCS
Medicina	737	352	385	70.79%
Enfermería	207	58	149	19.88%
Farmacia	97	52	45	9.31%
Total	1,041	462	579	100%

Fuente: Dirección General de Planeación. Departamento de Evaluación y seguimiento

Como se puede observar, la matrícula de alumnos de la licenciatura de medicina representa las tres terceras partes de los alumnos de la División de Ciencias de la Salud, en donde el, 55.61% es de sexo femenino.

Objetivos

Objetivo General:

Implementar Seguridad del Paciente en la currícula de los planes de estudio de la División de Ciencias de la Salud de la Universidad de Quintana Roo

Objetivos Específicos:

1.- Realizar diagnóstico para identificar la inclusión de seguridad del paciente en las asignaturas de las carreras de Enfermería, Farmacia y Medicina

2.- Diseñar un curso de Seguridad del paciente mediante TICs que permita capacitar a los docentes de las asignaturas involucradas de las tres licenciaturas

3.- Implementar seguridad del paciente en los planes de asignatura de las tres licenciaturas

3.- Metodología

Tipo de estudio: de intervención

Universo: Docentes de tres licenciaturas de la División de Ciencias de la Salud de la Universidad de Quintana Roo

Lugar: División de Ciencias de la Salud

Periodo: enero-diciembre 2019

a) Criterios de inclusión:

Docentes en el momento del estudio se encuentren impartiendo alguna de las asignaturas que sean seleccionadas para integrar dentro de su programa Seguridad del paciente

b) Criterios de exclusión

c) Criterios de eliminación:

Docentes que por alguno motivo no logren cumplir con alguna de las fases del estudio

Muestreo por conveniencia.- Se integrara un grupo a intervenir de docentes de las tres licenciaturas, para lo cual se solicitara listado de profesores de ciclos básicos del ciclo primavera 2019 y se seleccionaran aquellos profesores que imparten asignaturas seleccionadas por el grupo de Trabajo (expertos).

En los casos de dos o más docentes de una misma asignatura se seleccionara por muestro aleatorio simple al participante, hasta integrar un grupo de mínimo 30 profesores. Posterior al estudio, se integraran el resto de grupos a intervenir sucesivamente hasta cubrir con la capacitación al 100% de los profesores de ciclos básicos de las tres licenciaturas que imparten asignaturas donde se debe contemplar Seguridad del paciente

Variables

Seguridad del paciente: Es la reducción del riesgo de daños innecesarios relacionados con la atención sanitaria hasta un mínimo aceptable, el cual se refiere a las nociones colectivas de los conocimientos del momento, los recursos disponibles y el contexto en el que se prestaba la atención, ponderadas frente al riesgo de no dispensar tratamiento o de dispensar otro. Así mismo, define el daño asociado a la atención sanitaria es el daño que deriva de los planes o medidas adoptados durante la prestación de atención sanitaria o que se asocia a ellos, no el que se debe a una enfermedad o lesión subyacente.

Las variables del docente: edad, sexo, antigüedad y tipo de contratación.

Descripción del estudio: incluye lo siguiente:

Fase 1.- Conformación de un grupo de trabajo integrado por cinco docentes con experiencia y/o formación en seguridad del paciente de las tres licenciaturas: 3 docentes de Medicina, 2 de enfermería y uno de farmacia. (GTSegPac)

Fase 2.- Elaboración por parte del grupo de Trabajo de un Diagnóstico para identificar que asignaturas tienen integrado tópicos de seguridad del paciente en su programa y si estas son optativas u obligatorias para seleccionar las que serán integradas al estudio considerando como estándar la Guía curricular sobre Seguridad del paciente de la OMS y la propuesta del Institute for Healthcare Improvement (IHI)

Fase 3.- De acuerdo al grupo de trabajo, selección de aquellas asignaturas que por su contenido requiere temas de seguridad de pacientes de acuerdo a la Guía curricular sobre Seguridad del paciente de la OMS y la propuesta del Institute for Healthcare Improvement (IHI)

Fase 4.- Diseño de un programa de Capacitación en seguridad del paciente modalidad a distancia para los docentes seleccionados, utilizando la plataforma para cursos en línea de la Universidad de Quintana Roo

Fase 5.- Elaboración de una propuesta de contenidos a incluir en los programas de asignatura por parte de cada uno de los profesores capacitados.

Fase 6.- Contrastación de la propuesta de contenidos de los docentes con las del grupo de trabajo (expertos), y posteriormente, selección en forma conjunta de los contenidos de seguridad del paciente que serán integrados a los planes de asignatura.

Fase 7.- Integración de los contenidos de Seguridad del paciente a los programas de asignaturas que lo requiera.

Fase 8.- Conformación de una normoteca digital de Seguridad del paciente para docentes y alumnos

Fase 9.- Implementación de los contenidos en seguridad del paciente a través del desarrollo de las asignaturas en las tres licenciaturas.

Resultados

El grupo de trabajo (GTSegPac) estuvo integrado por cinco docentes con experiencia y formación en seguridad del paciente de las tres licenciaturas: 2 docentes de Medicina. 2 docentes de enfermería y uno de farmacia.

La DCS cuenta con 252 profesores contratados para la primavera 2019; profesores investigadores de tiempo completo y profesores de tiempo completo, el 100% cuenta con estudios de posgrado o especialidad.

Plantilla de profesores de acuerdo licenciatura y a tipo de contratación

Licenciatura	Profesores Investigador de carrera	Profesor de tiempo completo	Profesores de asignatura	Total
Medicina	6	8	161	175
Enfermería	7	5	31	43
Farmacia	2	2	10	14
Total	15	15	202	232

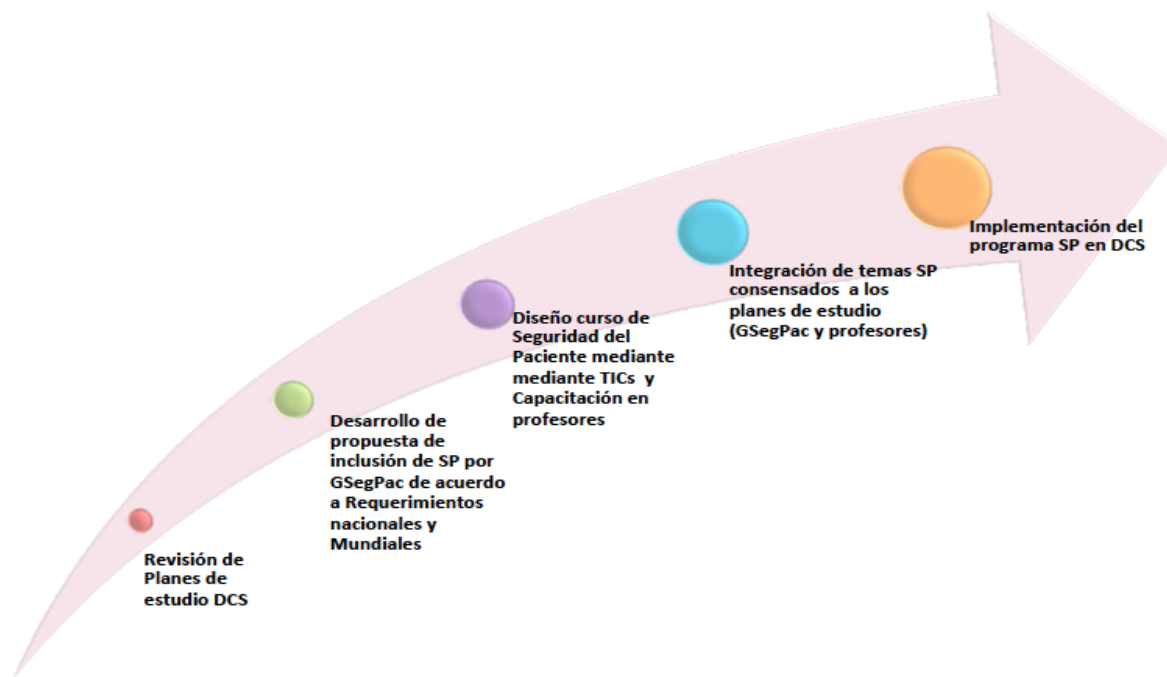
Fuente: Departamento de Recursos humanos. Plantilla de profesores DCS primavera 2019

La plantilla de profesores está integrada por profesores investigadores de carrera, profesores de tiempo completo y profesores de asignatura, el mayor porcentaje está representado por profesores de asignatura el (87%), al contar los 3 planes de estudio con un tronco común, donde los dos primeros años de las tres carreras llevan las mismas asignaturas, o sea, llevan los mismos ciclos básicos. El 60% de los profesores pertenecen al sexo femenino, 31 33% cuenta con menos de 3 años de antigüedad, el 26% con antigüedad entre 3 a 6 años y 30% de 6 a 9 años de antigüedad, en virtud de que la DCS cuenta apenas con 9 años de estar en funciones

Se realizó por el grupo de trabajo (GTSegPac) revisión de la literatura sobre seguridad del paciente y se diseñó el Modelo para la implementación de Seguridad del paciente en los planes de

estudio de la División de Ciencias de la Salud integrada por 4 etapas

Modelo de Implementación de Seguridad del paciente en Planes de Medicina, Enfermería y Farmacia DCS



2.2.- Tabla de contenidos de seguridad del paciente de acuerdo a las diferentes propuestas

Guía curricular de Australia	Guía Curricular OMS	IHI	Grupo de Seguridad del paciente
<p>Unidad 1 Comunicación eficaz</p> <ul style="list-style-type: none"> Involucramiento de los pacientes y los cuidadores asistenciales como socios en el cuidado de la salud Comunicación del riesgo Comunicación honesta con los pacientes luego de un evento adverso (explicación abierta) Obtención del consentimiento Respeto y conocimiento de las diferencias culturales <p>Unidad 2 Identificación, prevención y manejo de eventos adversos y desaciertos</p> <ul style="list-style-type: none"> Reconocimiento, información y manejo de eventos adversos y desaciertos Manejo del riesgo Comprensión de los errores de atención 	<p>Unidad 1 ¿Qué es la seguridad del paciente?</p> <p>Unidad 2. ¿Qué es el factor humano y por qué es importante para la seguridad del paciente?</p> <p>Unidad 3. ¿Cómo entender los sistemas y el impacto de la complejidad sobre la atención del paciente?</p> <p>Unidad 4. Ser un jugador eficiente en equipo.</p> <p>Unidad 5. ¿Cómo entender y aprender de los errores?</p> <p>Unidad 6. ¿Cómo entender y manejar el riesgo clínico?</p> <p>Unidad 7. Introducción a los métodos de mejora de la calidad.</p> <p>Unidad 8. ¿Cómo involucrarse con los pacientes y cuidadores asistenciales?</p>	<p>Unidad 1 Mejora de la Calidad. Fundamentos de la mejora</p> <ul style="list-style-type: none"> Los Errores Pueden Suceder en Cualquier Lugar y a Cualquier Persona El Cuidado de la Salud Hoy Objetivos de mejora ¿Cómo llegar desde aquí hasta allá? : Modificando el sistema <p>Unidad 2 El Modelo de Mejora: Su Máquina del Cambio</p> <ul style="list-style-type: none"> Visión General del Modelo de Mejora Definir un Objetivo Midiendo Desarrollando Cambios Probando los Cambios <p>Unidad 3 Midiendo la Mejora</p> <ul style="list-style-type: none"> Fundamentos de la medición 	<p>Unidad 1. Fundamentos de la mejora de la calidad</p> <p>1.1 Conceptos básicos de la mejora continua de la calidad</p> <p>1.2 Evolución histórica de la calidad en el sector salud</p> <p>1.3 Introducción a la metodología de la mejora continua de la calidad</p> <p>1.4 Conceptos básicos y generales de estadística</p> <p>1.5 Diseño indicadores</p> <p>Unidad 2. Gestión del cambio y trabajo en equipo para la mejora de la calidad</p> <p>2.1. Gestión del cambio</p> <p>2.2. Equipos de trabajo, liderazgo para la calidad y motivación de las personas</p> <p>2.3. Comunicación interpersonal</p> <p>Unidad 3: Atención centrada en la persona y</p>

<p>clínica</p> <ul style="list-style-type: none"> • Manejo de quejas <p>Unidad 3 Uso de la evidencia y la información</p> <ul style="list-style-type: none"> • Empleo de la mejor práctica basada en la evidencia disponible • Uso de la tecnología de la información para fomentar la seguridad <p>Unidad 4 Trabajo seguro</p> <ul style="list-style-type: none"> • Juego en equipo y demostración de liderazgo • Comprensión de factores humanos • Comprensión de las organizaciones complejas • Prestación de cuidados continuos • Manejo de la fatiga y el estrés <p>Unidad 5 Conducta ética</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mantenimiento de la aptitud para trabajar o ejercer la profesión • Conducta y ejercicio éticos de la profesión • Aprendizaje en el lugar de trabajo • Docencia en el lugar de trabajo <p>Unidad 6 Capacitación continua</p> <ul style="list-style-type: none"> • Prevención del lugar equivocado, el procedimiento equivocado • y el tratamiento equivocado para el paciente • Administración segura de medicamentos 	<p>Unidad 9. ¿Cómo minimizar la infección por medio de un mejor control infectológico?</p> <p>Unidad 10. La seguridad del paciente y los procedimientos invasivos.</p> <p>Unidad 11. ¿Cómo mejorar la seguridad de la medicación?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Descripción de la información • Aprendiendo de las mediciones <p>Unidad 4 Uniendo Todo: Como Funciona la Mejora de la Calidad en un Escenario Real de Atención Sanitaria</p> <ul style="list-style-type: none"> • El Ciclo de Vida de un Proyecto de Mejora: Innovación, Pilotaje, Implementación, Difusión • Difusión de los cambios <p>Unidad 5 El Lado Humano de la Mejora de la Calidad</p> <ul style="list-style-type: none"> • Venciendo la Resistencia al Cambio • ¿Qué Motiva a la Gente al Cambio? • Cambio Cultural Versus Proceso de Cambio <p>Unidad 6 Seguridad del Paciente</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fundamentos de Seguridad de Paciente • Errar es Humano • Respondiendo ante el Error • Identificar y Reportar Errores • Error Versus Daño <p>Unidad 7 Factores Humanos y Seguridad</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entendiendo la ciencia de los de los Factores Humanos • Cambios basados en el diseño de Factores Humanos • Uso de Tecnología para Mitigar el Impacto del Error <p>Unidad 8 Trabajo en Equipo y Comunicaciones</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Por qué el Trabajo en Equipo y la Comunicación son Importantes? • Herramientas y Técnicas Básicas • Comunicación Durante los Períodos de Transición • Desarrollo y Ejecución de Planes Efectivos <p>Unidad 9 Análisis de la Causa Raíz y del Sistema</p> <ul style="list-style-type: none"> • El Análisis de la Causa Raíz nos ayuda a aprender de los errores • Cómo funciona un Análisis de la Causa Raíz • Cómo puede el Análisis de la Causa Raíz 	<p>medición de la experiencia del paciente</p> <p>3.1. El paciente como protagonista de su atención:</p> <p>empoderamiento y autocuidado</p> <p>3.2. Humanización de la atención y mejora de la ACP en las unidades de atención</p> <p>3.3 Los derechos del paciente</p> <p>3.4 Consentimiento informado</p> <p>3.5. Mejora de la calidad a través de la perspectiva de los pacientes</p> <p>Unidad 4. Principios básicos de la seguridad del paciente</p> <p>4.1. Principios básicos y principales antecedentes y terminología de la seguridad del paciente</p> <p>4.2 Epidemiología de la seguridad del paciente</p> <p>4.3 Cultura de seguridad del paciente</p> <p>4.4 Factor humano y seguridad del paciente</p> <p>Unidad 5. Estrategias de análisis y mejora de la seguridad del paciente</p> <p>5.1. Análisis Causa Raíz (ACR)</p> <p>5.2. Sistemas de notificación de incidentes relacionados con la seguridad del paciente</p> <p>5.3 Estrategia de mejora específica / Utilización de care bundle</p> <p>Unidad 6.- Acciones esenciales para la Seguridad del paciente</p> <p>Unidad 7.- Seguridad de la medicación MMU</p> <p>Unidad 8.- Sistema de prevención de infecciones nosocomiales</p> <p>Unidad 9.- Seguridad en instalaciones FMS</p> <p>Unidad 10.- Apoyo a los profesionales ante errores y eventos adversos y Comunicación de errores al paciente y allegados tras un evento adversos</p>
---	---	--	--

		<p>ayudar a mejorar el Cuidado de la Salud</p> <p>Unidad 10 Comunicación con el Paciente luego de un Evento Adverso</p> <ul style="list-style-type: none"> • La importancia de la comunicación cuando las cosas salen mal. • Respondiendo ante un evento adverso: un enfoque paso -a -paso • El impacto de los eventos adversos en los cuidadores: La segunda víctima. • La disculpa. • Comunicar o no comunicar. <p>Unidad 11 Introducción a la Cultura de la Seguridad</p> <ul style="list-style-type: none"> • El Poder de Hablar • ¿Qué es Cultura de Seguridad? • ¿Cómo Puede Usted Contribuir a la Cultura de Seguridad? <p>Unidad 12 Liderazgo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Así que quieres ser un líder en la atención sanitaria • Tomando el papel de Líder • La postura de liderazgo no es una pose • Influencia, persuasión y liderazgo • Midiendo el Liderazgo 	
--	--	---	--

Se realizó revisión por el GTSegPac de las 32 asignaturas de ciclos básicos, una por una para identificar aquellas que deben tener contenidos de seguridad del paciente; las cuales finalmente fueron 24 representando el 75% del total.

De las 24 asignaturas que deben contener tópicos de seguridad del paciente, solo en 11 (45%), se encontraron contenidos de seguridad del paciente.

Se diseñó un curso de capacitación modalidad a distancia para los profesores de las asignaturas que fueron seleccionadas.

Discusión de resultados:

La revisión de los contenidos de las asignaturas permitió ratificar que en los planes de estudio de las licenciaturas de la DCS de la Universidad de Quintana Roo, tal como se señala en la literatura los tópicos sobre seguridad del paciente aunque presentes son mínimos y no se encuentran

distribuidos de manera transversal en los mapas curriculares siendo esta un área de mejora y que fundamenta la realización de la etapa de implementación, propuesta de este estudio.

La revisión minuciosa de la literatura y el tomar como documentos base para la elaboración de la propuesta de contenidos por parte del grupo de trabajo la Guía curricular sobre Seguridad del paciente de la OMS y la propuesta del Institute for Healthcare Improvement (IHI) permitió integrar los temas considerados como necesarios para el desarrollo de las competencias blandas sobre seguridad del paciente que todo profesional de la salud debe de tener, ya que como pudo observarse dentro de los resultados, los contenidos que actualmente forman parte de algunas asignaturas están orientados principalmente al dominio de conceptos y tópicos disciplinares con un bosquejo superficial de aspectos de calidad y seguridad del paciente, lo que puede estar llevando a los estudiantes a una situación similar a lo encontrado por García Elorrio en el estudio realizado sobre nivel de conocimientos, creencias y actitudes sobre seguridad del paciente en estudiantes de medicina.

Hasta la fase en la que va el desarrollo de este estudio, no hay elementos que nos permita aseverar que exista falta de atención hacia los aspectos relevante de la seguridad del paciente por parte de los docentes ya que apenas se ha estructurado la propuesta por parte del grupo de trabajo, sin embargo el hecho que estén impartiendo las asignaturas y que hasta el momento no hayan hecho modificaciones para integrar estos tópicos parece insinuar que existe falta de conocimiento sobre ello y por consiguiente la necesidad de brindarles capacitación, fase en la que se encuentra este trabajo de investigación, que pretende como acción innovadora, hablando específicamente a nivel estatal o incluso peninsular incluir de manera transversal y permanente la seguridad del paciente como parte de la currícula de las licenciaturas del área de la salud.

Como pudo observarse en la revisión de contenidos de las asignaturas, es mínimo el porcentaje que involucra los tópicos de seguridad del paciente, situación que probablemente se repita en las diferentes instituciones educativas, ya que si bien se ha empezada a hablar de ello, aun no se refleja en los planes de estudio, quedando el aprendizaje supeditado a lo que los estudiantes observan en los escenarios reales, que como es sabido, es poco o nula su aplicación sea por desconocimiento o por la falta de cultura de ver los “errores” como un área de mejora.

Completar las fases consideradas en este estudio permitirá llevar a cabo trabajos de mayor rigor metodológico que permita no solo evaluar el resultado en cuanto a aprendizaje por parte de profesores y estudiantes sobre seguridad del paciente, sino recurrir a un diseño que permita medir el impacto de las acciones aplicadas en los escenarios reales como resultado de la capacitación, ya que esto fundamentará los alcances de que en toda institución educativa con área de la salud, la seguridad del paciente represente la columna vertebral de la formación de los futuros profesionales, solo de esta manera se podrá responder a las necesidades actuales de salud.

Conclusiones:

La inclusión al currículo de temas sobre seguridad del paciente es una necesidad. Las propuestas para modificar los contenidos temáticos que permitan alcanzar competencias en acciones para la seguridad del paciente desde el pregrado en las áreas de la salud. Se ha propuesto en la División de ciencias de la salud una serie de temáticas propuestas por expertos en el área de la salud, que permitirán fortalecer en los estudiantes las bases de la atención de calidad. Esto a través de la integración de conocimientos, destrezas y habilidades en equipos multidisciplinarios que permitan

una comunicación efectiva entre profesionales de la salud, brindando al paciente las herramientas necesarias para tomar decisiones sobre su salud fomentando la cultura en el autocuidado, además de la identificación de las causas y factores de riesgo para la prevención de puntos clave en el proceso salud enfermedad, y que puedan brindar información que lleve a estrategias de prevención de salud.

Este es uno de los primeros estudios en el cual se realizan acciones para que, en la actualización del plan de estudios, se incluyan actividades que fortalezcan las acciones en la seguridad del paciente en las carreras del área de la salud. Sentando un precedente para que se observe una mejoría en el proceso de atención con calidad en salud. Al tomar como base las diferentes guías de la OMS, y otros grupos de trabajo, este estudio pretende centrar las recomendaciones esenciales para insertarlas en las diferentes asignaturas, facilitando así la difusión de esta información mediante diferentes estrategias de aprendizaje según la asignatura lo requiera.

Referencias

- 1.- Marco Conceptual de la Clasificación Internacional para la Seguridad del Paciente. Versión 1.1 Informe Técnico Definitivo Enero de 2009
- 2.- World Health Organization. World Alliance For Patient Safety: Forward Programme 2005. WHO Library Cataloguing in Publication Data; 2004:1-33.
- 3.- Boletín de la Organización Mundial de la Salud 2017;95:546-546A. doi: <http://dx.doi.org/10.2471/BLT.17.198002>
- 4.-WHO patient safety curriculum guide: multi-professional edition. 2011 www.who.int/patientsafety/education/curriculum/curriculum-guide_SP.pdf
- 5.- Rodríguez L, Gómez F, Garcia C. (2018) Fortalezas y amenazas en torno a la seguridad del paciente en hospitales públicos. Rev. Fac. Med. UNNE XXXVIII: 1, 5-9, 2018
- 6.- Ratya S., Tealb R, Nelsonc E , Gilld C. (2017) Near-peers improve patient safety training in the preclinical curriculum. MEDICAL EDUCATION ONLINE, VOL. 22, NO. 1, 1289315 <http://dx.doi.org/10.1080/10872981.2017.1289315>
- 7.- Darbishire PL1, Zhao JC2, Sodhi A3, Anderson CM (2019). Student observations of medication error reporting practices in community pharmacy settings. Res Social Adm Pharm. Mar 3. pii: S1551-7411(18)30735-6. doi: 10.1016/j.sapharm.2019.02.009
- 8.- Aldossary SA1. (2019). Patient safety attitudes of clinical Pharmacy Students attending undergraduate program in King Faisal University. Pak J Pharm Sci. 2019 Jan;32(1(Special)):471-475.
- 9.- Bowles JR1, Batcheller J, Adams JM, Zimmermann D, Pappas S.(2019) Nursing's Leadership Role in Advancing Professional Practice/Work Environments as Part of the Quadruple Aim. Nurs Adm Q. 2019 Apr/Jun;43(2):157-163. doi: 10.1097/NAQ
- 10.- Bittner-Fagan H, Davis J, Savoy M. (2017) Improving Patient Safety: Improving Communication. FP Essent. Dec;463:27-33
- 11.- García Elorrio E. et al. (2016). Knowledge, beliefs and attitudes report on patient care and safety in undergraduate students: validating the modified APSQ-III questionnaire. Medwave. Dec 20;16(11):e6809. doi: 10.5867/medwave.2016.11.6809.
- 12.- Nabilou B, Feizi A, Seyedin H (2015) Patient Safety in Medical Education: Students' Perceptions, Knowledge and Attitudes. PloS
- 13.- Escher C, Creutzfeldt J, Meurling L, et al. Medical students' situational motivation to participate in simulation based team training is predicted by attitude to patient safety. BMC Medical Education (2017) 17:37 DOI 10.1186/s12909-017-0876-5

- 14.- Silber JH, Bellini LM, Shea JA, et alt. (2019). Patient Safety Outcomes under Flexible and Standard Resident Duty-Hour Rules. *N Engl J Med.* Mar 7;380(10):905-914. doi: 10.1056/NEJMoa1810642
- 15.- Roh H1, Park SJ1, Kim T1. (2015). Patient safety education to change medical students' attitudes and sense of responsibility. *Med Teach.*37(10):908-14. doi: 10.3109/0142159X.2014.970988. Epub 2014 Oct 22.
- 16.- García Solano M, et alt. (2019). To promote knowledge on patient safety: the case of the Biblioteca Breve de Seguridad del Paciente (Brief Patient Safety Library)]. *Rev Esp Salud Publica.* Mar 12;93. pii: e201903012
- 17.- Neri V, Aguirre GH. Calidad de la atención médica antecedentes históricos en México y el mundo.
- 18.- Bañeres Joaquim. Instituto universitario UAB. Fundamentos de política y gestión de lacialidad. Evolución histórica de la calidad en el sector salud.
- 19.- Aranaza J., Agrab Y (2010). La cultura de seguridad del paciente: del pasado al futuro en cuatro tiempos. *Med Clin (Barc)*;135(Supl 1):1-2
- 20.- Bagian J. (2018) Patient Safety: What Is Really at Issue?. *Frontiers of Health Services Management*
- 21.- Guía Curricular sobre Seguridad del Paciente. Edición Multiprofesional. (2012) Versión preliminar en Español. Facultad de Medicina. Instituto de Seguridad y Calidad en Ciencias de la Salud. Centro Piloto OMS-USAL
- 22.- Zarza A , Alba L, Salcedo A. (2008). El currículum de enfermería y la seguridad del paciente. *Revista conamed*, Vol. 13, julio–septiembre. Disponible en: <file:///C:/Users/helly/Downloads/Dialnet-6268084.pdf>
- 23.- Escudero E, Avendaño B, Domínguez C. (2018). Simulación clínica y seguridad del paciente: integración en el currículo de enfermería. *Sci Med.* 2018;28(1):ID28853. Disponible en: <file:///C:/Users/helly/Downloads/Dialnet-SimulacionClinicaYSeguridadDelPaciente-6268084.pdf>
- 24.- Kruger C, Bauer F, D'Innocenzo M. (2017). Uso de la estructura conceptual de la clasificación internacional sobre seguridad del paciente en los procesos ético-disciplinarios en enfermería. *Enfermeria Global*, No.48. Disponible en <http://scielo.isciii.es/pdf/eg/v16n48/1695-6141-eg-16-48-00151.pdf>
- 25.- National Patient Safety Foundation. Patient Safety Imperative for Health Care Reform. Position statement issued in October 2009 by the Lucian Leape Institute at the National Patient Safety Foundation. [cited 2015 Jun 29]. Available from: Archived by WebCite® at <http://www.webcitation.org/6gZfvcBSE> . Patient Safety Imperative for Health Care Refo
- 26.- Gandhi T, Kaplan G, Leape L, Berwick D, et alt. (2018). Transforming concepts in patient safety: A progress report. *BMJ Quality and Safety*
- 27.- Sine DM1, Paull D2. (2018). Where should patient safety be installed? *J Healthc Risk Manag.* Jan;37(3):14-17. doi: 10.1002/jhrm.21285. Epub 2017 Nov 1.
- 28.- Aibar C, Barrasa VI, Moliner L, et alt (2017) Circulando hacia la seguridad del paciente: realidad y deseo. *Gac Sanit.* GACETA-1547; No. of Pages 7
- 29.- Alotaibi YK1, Federico F. (2017). The impact of health information technology on patient safety. *Saudi Med J.* Dec;38(12):1173-1180. doi: 10.15537/smj..12.20631.
- 30.- Hercules P, Shabot MM1, Ryan T, Ratcliff S (2019). Optimizing Fail-Safe Use of Complex Medical Devices. *AACN Adv Crit Care.* Spring;30(1):25-39. doi: 10.4037/aacnacc2019400
- 31.- Abreu, HLF., Cid, GAN., Herrera CG., Lara, V., Laviada, D., Rodríguez ACSA Perfil por Competencias del Médico General Mexicano. México: Asociación Mexicana de Facultades y Escuelas de Medicina (AMFEM), Elsevie

32.- Plan de estudios de la carrera de Medicina. División de Ciencias de la Salud Universidad de Quintana Roo

33.- Plan de estudios de la carrera de Enfermería. División de Ciencias de la Salud Universidad de Quintana Roo

34.- Plan de estudios de la carrera de Farmacia. División de Ciencias de la Salud Universidad de Quintana Roo

35.- Kiesewetter J, Drossard S, Baschnegger H, Kiesewetter I, Hoffmann S. (2018). How could the topic patient safety be embedded in the curriculum? A recommendation by the Committee for Patient Safety and Error Management of the GMA. *GMS Journal for Medical Education* , Vol. 35(1), ISSN 2366-501

36.- Aranaz, J., Aibar, C., Galán, A., Limón, R., Requena, J., Álvarez, E., (2015). La asistencia sanitaria como factor de riesgo: los efectos adversos ligados a la práctica clínica. *Gaceta Sanitaria*.;20(Supl 1):41-7. Disponible en URL:http://195.64.186.10/en/organizacion/sns/planCalidadSNS/pdf/excelencia/1_Jesus_Aranaz_pt.pdf

37.- Glosario de términos de seguridad del paciente Secretaria de Salud. http://www.calidad.salud.gob.mx/site/calidad/docs/dsp-sp_00F.pdf

39.- Acciones Esenciales para la Seguridad del paciente. Consejo de Salubridad General. Comisión para la Certificación de establecimiento de atención Médica. 14.- Sistema Nacional de Certificación de Establecimientos de atención Médica. Secretaria de Salud. 2017 http://www.csg.gob.mx/descargas/pdf/certificacion-establecimientos/modelo_de_seguridad/acciones_ModeloCSG/AESP-ModeloSP-CSG-15.09.17.pdf

40.- Estándares para implementar el Modelo en Hospitales- Sistema Nacional de Certificación de Establecimientos de Atención Médica- Consejo de Salubridad General 2018. http://www.csg.gob.mx/descargas/pdf/certificacion-establecimientos/modelo_de_seguridad/hospitales/Estandares-Hospitales-Edicion2018.pdf

41.- Portela R, Bugarin G, Rodríguez C. (2017). La cultura de seguridad del paciente en los médicos internos residentes de Medicina Familiar y Comunitaria de Galicia. *Aten Primaria*. 2017;49(6):343---350

42.- Rocco C, Garrido A. (2017). Seguridad del paciente y cultura de seguridad. *Rev. Med. Clin. Condes*; 28(5) 785-795

43.- Restrepo V, Escobar M. (2017). Apreciaciones de trabajadores de la salud sobre la implementación del sistema de seguridad en la utilización de medicamentos. *Rev Univ. Salud*. ;19(1):7-16. DOI: <http://dx.doi.org/10.22267/rus.171901.64>

44.- Cadieux DC, Lingard L, Kwiatkowski D, Van Deven T, Bryant M, Tithecott G (2017). Challenges in Translation: Lessons from Using Business Pedagogy to Teach Leadership in Undergraduate Medicine. *Teach Learn Med*. Apr-Jun;29(2):207-215. doi: 10.1080/10401334.2016.1237361.

Mejoramiento en el proceso de monitoreo de calidad de agua aplicada a estanques piscícolas mediante herramientas de redes de sensores inalámbricos

Alvaro Andrés Navarro, Ramiro Arango, José Bestier Padilla
Universidad del Quindío – Programa de Tecnología en Instrumentación Electrónica,
Armenia, Quindío, Colombia

Sobre los autores

Álvaro Andrés Navarro: Docente investigador Universidad del Quindío (8 años) – Magister Automatización y Robótica – Ingeniero Electrónico. Miembro del grupo de investigación en desarrollos tecnológicos GIDET. Miembro del IEEE en la sociedad de Robótica y Automatización. Artículos: Construcción de un Sistema de Instrumentación para la Medición de la Temperatura, pH y Oxígeno Disuelto presentes en la Piscicultura bajo Condiciones de Estanque Artificial, Plataforma de Monitoreo de Variables Físicas con dsPIC's, Viabilidad de utilización de visión artificial en la determinación de frescura de carne de bovino. Navegación probabilística de robots móviles con restricciones cinemáticas.

Correspondencia: aanavarro@uniquindio.edu.co

Ramiro Arango: Docente investigador Universidad del Quindío (25 años) - Maestría en instrumentación física - Especialista Instrumentación Física – Miembro del grupo de investigación en desarrollos tecnológicos GIDET – Software desarrollados: kinder-pro, taller de desarrollo, bpmsoftware, neurozone 1.0, neurotrain 1.0, neurotracking, BioG. Proyectos de investigación: desarrollo de herramientas integradas para el diseño de sistemas electrónicos programables, diseño del laboratorio de física computarizado, desarrollo de un sistema automático de mapeo cerebral y monitoreo intraoperatorio cortical y profundo: aplicación a la neurocirugía, localización de fuentes epileptopatogénicas mediante modelos de reconstrucción espacio-temporales, Implementación de Algoritmos Inteligentes para la navegación de Robots móviles en ambientes interiores

Correspondencia: ramy@uniquindio.edu.co

José Bestier Padilla Bejarano: Docente Investigador Universidad del Quindío (21 años) - Maestría en Ingeniería Eléctrica - Especialista en Redes de Comunicación – Gestor de innovación - Miembro del grupo de investigación en desarrollos tecnológicos GIDET – Software desarrollados: neurozone 1.0, neurotrain 1.0, neurotracking, biog. Proyectos de investigación: desarrollo de un sistema automático de mapeo cerebral y monitoreo intraoperatorio cortical y profundo: aplicación a la neurocirugía, localización de fuentes epileptopatogénicas mediante modelos de reconstrucción espacio-temporales, Implementación de Algoritmos Inteligentes para la navegación de Robots móviles en ambientes interiores.

Correspondencia: jbpadilla@uniquindio.edu.co

Resumen

La necesidad de los sistemas de monitoreo de calidad del agua para las prácticas piscícolas han sido un referente entre los piscicultores para garantizar unas condiciones apropiadas de cultivo. Este trabajo propone una estrategia que permite mejorar los procesos continuos de monitoreo de las variables más representativas que están involucradas en la piscicultura bajo condiciones de estanque artificial. A lo largo del trabajo se visualizan los parámetros físico – químicos más relevantes. Se brinda un panorama acerca de la estrategia empleada por muchos piscicultores en Colombia para verificar el comportamiento de los parámetros ligados a métodos manuales y pruebas de laboratorios y la propuesta de medición y control utilizando una estructura de sensores inalámbricos y paneles solares.

Palabras claves: Piscicultura, redes de sensores inalámbricos, calidad de agua, panel solar, Zigbee,

Water quality process enhancement applied to fish farming ponds using wireless sensor network tools

Abstract

The need for water quality systems focused on fish farming has been a reference between fisher folks in order to guarantee the appropriate conditions of a specific harvest. This work proposes a strategy to improve the continuous process of monitoring the most representative variables involved in fish farming. The throughout this work the physic chemical parameters in the fish farming are visualized, the strategy used by fish farmers in Colombia to verify the behavior of those parameters tied to manual methods and laboratory analysis and the new proposes to monitor and control the most representative parameters using a structure based on wireless sensor network and solar panel is also presented in this work.

Keywords: Fish farming, wireless sensor network, water quality, solar panel, Zigbee.

Introducción

En las últimas décadas la piscicultura en Colombia ha tenido un incremento significativo en relación con otras actividades agropecuarias lo que se ha convertido en un referente en temas de exportación. Según (Merino, Bonilla, & Bages, 2014), el crecimiento de las prácticas piscícolas se ha dado de manera desordenada y sin planificación alguna lo que ha traído como consecuencia diversos problemas técnicos, sociales, ambientales, entre otros. Sin embargo, a pesar de los factores mencionados en (Merino et al., 2014), muchas pequeñas y medianas empresas dedicadas al cultivo de diferentes especies piscícolas han logrado ubicarse en el mercado nacional. El territorio colombiano por su geografía y posición ecuatorial presenta las condiciones apropiadas para el cultivo y producción de diversas especies sin alterar de manera significativa las condiciones del medio.

La clave para llevar a cabo una buena práctica piscícola es lograr mantener las condiciones del entorno donde se realice el cultivo de la especie, esto conlleva a revisar la calidad del agua

garantizando que los parámetros físico - químicos y biológicos se encuentren dentro de los niveles óptimos. Las variables físico - químicas más representativas son el oxígeno disuelto, la temperatura del agua, el grado de acidez o PH, el grado de turbidez del agua y son de vital importancia para evitar situaciones anómalas en la producción que conlleve como resultado al colapso de la producción.

La temperatura del agua afecta de manera significativa la alimentación y crecimiento de los peces. Cuando la masa de agua es cálida produce una disminución de los niveles de oxígeno disuelto en comparación cuando la temperatura del estanque es más fría. El consumo de oxígeno está directamente relacionado con el tamaño de la especie, tasa de alimentación, niveles de actividad. La cantidad de oxígeno disuelto en el agua se incrementa cuando la temperatura disminuye y decrece cuando los niveles de salinidad se incrementan. Al tener unos valores de oxígeno disuelto bajos trae como consecuencia la generación de estrés, poco apetito de alimentación, tasa lenta de crecimiento y hasta la muerte (Mwegoha, Kaseva, & Sabai, 2011). No solamente el oxígeno disuelto es importante para la respiración de los peces, también es importante para la supervivencia del fitoplancton, el cual es el organismo que descompone el amoníaco tóxico en formas inofensivas. Los rangos aceptables de PH para la piscicultura se encuentran normalmente entre los valores de 6.5 y 9.0. Cuando el agua es muy alcalina (valores mayores a 9.0), el amonio en el agua es convertido en amonio tóxico que puede matar a la especie. Si por el contrario el agua es muy ácida (valores menores a 5), se forman sedimentos y metales que trae un efecto adverso en la tasa de metabolismo del pescado y en su habilidad de respirar a través de sus agallas (Mayer, 2012). De esta manera es importante realizar un constante monitoreo para tener un resultado exitoso en la producción.

Hoy en día, aún existen piscicultores que realizan la práctica de monitorear y garantizar las condiciones apropiadas de sus estanques de producción mediante acciones manuales periódicas, es decir, basados en la propia experiencia, mediante el manejo de dispositivos de medición cuya operación se realiza de forma manual, se toman las medidas y se realizan las acciones respectivas manualmente y su posterior análisis y prueba en laboratorios. Los tiempos de medición pueden ser incluso demasiados largos. Sin embargo, la mayoría de ellos afirman que estas prácticas han sido suficientes para tener una buena producción, pero se ha evidenciado que al depender de factores humanos el riesgo al que se exponen es mayor y sumado a que el tiempo de medida no es frecuente.

Dentro de la estrategia de mejorar el proceso de monitoreo de calidad del agua, la principal herramienta que permite integrar la información de los diferentes sensores de medida es constituida a través de la red de sensores inalámbricos (WSN). Estas han jugado un papel importante en los procesos de adquisición de información por ser una infraestructura de bajo costo y además operada de manera remota y en tiempo real las 24 horas del día durante toda la semana lo que facilita los procesos de monitoreo de manera confiable. Este tipo de redes han sido empleadas en aplicaciones de acuicultura y monitoreo de calidad del agua (Pule, Yahya, & Chuma, 2017), (López Riquelme et al., 2009), (Ariffin et al., 2018). En este trabajo se ha empleado la tecnología de comunicación Zigbee (IEEE 802.15.4) debido a su bajo costo y bajo consumo de energía. El sistema completo está dividido en tres estaciones. La primera, es la estación sensorial el cual realiza la lectura del oxígeno disuelto, PH, temperatura del agua, turbidez en tiempo real, ubicadas sobre una plataforma que se encuentra flotando en la mitad del estanque y alimentada por energía solar. La segunda estación corresponde a la estación de actuadores. Este tiene acción sobre un compresor de aire encargado de variar los niveles de oxígeno disuelto al interior del estanque y su alimentación también es mediante paneles solares. Ambas estaciones transmiten la información hacia una estación base por intermedio de un Gateway donde a través de una interfaz diseñada en Processing se presenta al usuario el

resultado de la información para la toma de decisiones. Varias mediciones son realizadas para analizar la efectividad, confiabilidad, robustez de los enlaces de comunicación, así como el rendimiento del sistema y veracidad de la información.

Antecedentes

Hoy en día varios autores han presentado trabajos de investigación en relación con el monitoreo de calidad de agua enfocados hacia la piscicultura intensiva utilizando como esquema principal redes de sensores inalámbricos y diferentes plataformas que hacen uso del internet de las cosas (IoT). El trabajo presentado en (Yue & Ying, 2011) se basó en una plataforma de red de sensores inalámbricos ubicados en diferentes puntos del sistema enlazados a una estación base utilizando el protocolo IEEE 802.15.4. El módulo sensorial está compuesto por sondas de PH, redox y turbidez. (López Riquelme et al., 2009) presentó un trabajo utilizando redes de sensores inalámbricos para monitorear el contenido de agua en suelos, la temperatura y sal en finca que cultivan repollo en la región de Murcia en España.

(Qi et al., 2011) implementó un sistema de trazabilidad para la recirculación en acuicultura usando las redes de sensores inalámbricos. El sistema rápidamente es habilitado para la adquisición de la temperatura del agua, la salinidad, el oxígeno disuelto y el pH para posteriormente transmitir la información en tiempo real. El sistema conocido por sus siglas de RATS fue desarrollado principalmente en C# e integrado con un monitor en tiempo real a través de un script implementado en Matlab.

Un trabajo similar es reportado en (Hernández & Benitez, 2016) donde se ha implementado un prototipo de monitoreo de datos para calidad del agua. La calidad es presentada en una escala de 1 a 100 donde el índice 100 representa la mejor calidad del agua. La ponderación es calculada por la temperatura, el pH, bacterias fecales, el oxígeno disuelto, la cantidad de sedimento suspendido en el agua, la turbidez, el total de fósforo y nitrógeno. Los sitios de prueba fueron alrededor de la ciudad de México.

El trabajo presentado en (Zhao, 2014) contribuye a un sistema inteligente basado en redes de sensores inalámbricos para efectuar el proceso de monitoreo. Se implementa una arquitectura usando diversos tipos de sensores en un nodo conocido como nodo sensorial. Este se comunica a través del estándar *Zigbee* a un nodo fuente. La información es tomada por un servidor en la cual efectúa el proceso de subir los datos a la nube y quedar listos para alguna solicitud por parte del usuario. El sistema posee dos tipos de controles: uno manual y uno automático con error de precisión en las medidas de 0.3%. Se concluye que el sistema de control para el monitoreo de calidad de agua presentó una respuesta efectiva dentro del rango establecido.

Fundamento Teórico

En el momento de inicio de una producción piscícola, los piscicultores deben garantizar unas condiciones adecuadas en el ambiente del cultivo de tal forma que el proceso de crecimiento de la especie se encuentre dentro de los rangos establecidos. Esto lleva a realizar estrategias de monitoreo constantes haciendo uso de equipos de medida que suministren la información precisa para tomar decisiones en caso de que algunas de las variables presenten una desviación de los rangos dados. Al

no garantizar estabilidad en los parámetros físico – químicos como el oxígeno disuelto, los niveles de agua y alcalinidad de la misma se puede llegar a generar problemas de crecimiento, asfixia, desnutrición, canibalismos entre animales y enfermedades infecciosas.

Los principales parámetros de calidad de agua se muestran en la tabla 1.

Tabla 1. Parámetros de calidad de agua y sus valores estándares

Parámetro	Valores estándar
Oxígeno disuelto	> 4.0 mg/L
Temperatura	Depende de la especie
pH	7.5 - 8.5
Salinidad	Agua dulce: < 0.5 ppt
Agua salobre: 0.5 - 30 ppt	< 10 ppm
Agua de mar: 30 - 40 ppt	0 - 0.5 ppm
Óptimo: 15 - 20 ppt	< 1 ppm
Dióxido de carbono (CO ₂)	< 10 ppm
Amoníaco (NH ₄ ⁺ /NH ₄ - N)	0 - 0.5 ppm
Nitritos (NO ₂ ⁻)	< 1 ppm
Dureza	40 - 400 ppm
Alcalinidad	50 - 300 ppm
H ₂ S	0 ppm
BOD	< 50 mg/L

El Oxígeno disuelto (DO por sus siglas en inglés) es uno de los más importantes parámetros en acuicultura (Shi, Zhao, Liu, Jiang, & Sun, 2011). Mantener buenos niveles de DO en el agua es esencial para una producción exitosa ya que el Oxígeno (O₂) tiene una influencia directa en la ingesta de alimento, la resistencia a enfermedad y metabolismo. Un nivel subóptimo es muy estresante para los peces. Por lo tanto, es importante mantener el DO a niveles óptimos por encima de 4.0 ppm. El ciclo dinámico de Oxígeno de los estanques fluctúa durante el día debido a la fotosíntesis y respiración del fitoplancton (Figura 1).

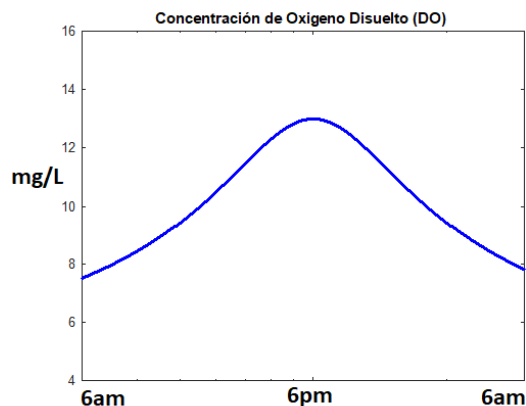


Figura 1. Comportamiento del oxígeno en un lapso de 24 horas. Extraída de [“http://www4.congreso.gob.pe/comisiones/1999/ciencia/cd/iap/iap1/texto01a.htm”](http://www4.congreso.gob.pe/comisiones/1999/ciencia/cd/iap/iap1/texto01a.htm)

Como se muestra en la Figura 1 un máximo de DO ocurrirá pasada la tarde debido al crecimiento de O₂ durante el día a través de la fotosíntesis. Como el fitoplancton (algas microscópicas) usualmente consume la mayoría del O₂ y debido a que la fotosíntesis no ocurre durante la noche, los niveles de DO declinan. Un DO críticamente bajo ocurre en estanques específicamente cuando la plenitud de las algas decae. La subsecuente descomposición bacteriana de las células de algas muertas demanda muchísimo Oxígeno. Manejar el equilibrio de la fotosíntesis y la respiración, así como también el crecimiento de algas – es una importante tarea en el trabajo diario de un acuicultor.

La demanda de Oxígeno bioquímico (**BOD**, por sus siglas en inglés) del estanque puede afectar el ciclo del Oxígeno y, por lo tanto, el equilibrio del mismo. La demanda de Oxígeno bioquímico de 5 días (BOD₅) es la cantidad de DO necesario por los organismos biológicos aerobios en el agua para descomponer el material orgánico presente a una temperatura constante durante un período de 5 días. BOD₅ es una importante variable de la calidad del agua que puede ser requerida para demostrar cumplimiento con los permisos de calidad de agua establecidos por los gobiernos y para lograr certificación de granja acuícola.

El BOD₅ de efluentes acuícolas de estanque usualmente se extiende de 5 a 20 mg/L. A mayor BOD, más rápidamente el Oxígeno se agota. También, el ciclo del O₂ y, por lo tanto, los niveles de DO pueden ser afectados por cambios en el ambiente; un día nublado disminuirá la introducción del O₂ de fotosíntesis al DO. Consecuentemente, altas temperaturas inusuales disminuirán la solubilidad del O₂ en el agua, y por lo tanto un menor DO. Cuando un estanque está en “equilibrio” el DO no cambiará drásticamente.

La temperatura es otro importante parámetro de calidad de agua. Puede afectar el metabolismo de peces, los índices de alimentación y el grado de toxicidad de Amoníaco. La temperatura tiene también impacto directo en los índices de respiración de la biota (consumo de O₂) e influencia la solubilidad del O₂ (agua más cálida contiene menos O₂ que el agua más fresca). La temperatura obviamente no puede ser controlada en un estanque. Los animales acuáticos modifican la temperatura de sus cuerpos al medioambiente y son sensibles a las variaciones de temperatura rápidas. Para cada especie hay un rango de condiciones de temperatura (tabla 2). Es por lo tanto importante adaptar los peces progresivamente cuando se transfieren de un tanque a un estanque.

El Dióxido de Carbono (CO₂) en estanques es producido de manera primaria a través de la respiración de peces y las plantas y los animales microscópicos que constituyen la biota del estanque. Los niveles de dióxido de Carbono (y la toxicidad) son más altos cuando los niveles de DO son más bajos. Por lo tanto, el amanecer es un momento crítico para monitorear DO y CO₂. Altas concentraciones de CO₂ inhiben la habilidad de los peces y los camarones de extraer O₂ del agua, reduciendo la tolerancia a bajas condiciones de O₂ y causando un estrés comparable a la sofocación.

Tabla 2. Condiciones de temperatura para especies acuáticas

Especies	Temperatura letal más baja	Temperatura preferida	Temperatura letal más alta
Trucha arcoiris	0	13 - 17	24 - 27

Tilapia del Nilo	8 - 12	31 - 36	42
Bagre Tra	9	23 - 27	33
Carpa cruciana	0	25 - 32	38
Bagre de canal	9	22 - 29	37
Cobia	1	21 - 27	33
Langostino tigre	14	25 - 30	36
Camarón blanco	14	> 20	40

 Tabla 3. Toxicidad de H₂S a varias especies cultivables

Nombre común	Nombre de especies	LC50(ppb)
Bagre canal	<i>Ictalurus punctatus</i>	846.7
Langostino indio	<i>Penaeus indicus</i>	179.3
Camarón de río oriental	<i>Macrobrachium nipponense</i>	51.0
Cangrejo	<i>Portunus trituberculatus</i>	31.5
Camarón tigre negro	<i>Penaeus monodon</i>	62.6
Camarón blanco del pacífico	<i>Litopenaeus vannamei</i>	60.2

Un aumento en el CO₂ puede también disminuir el pH, lo que puede llevar a toxicidad de nitritos. Si las plantas en el agua absorben demasiado CO₂ por la fotosíntesis durante el día, el pH aumentará, y los peces estarán sujetos a mayores concentraciones de Amoníaco tóxico no ionizado (NH₃). Las concentraciones de dióxido de Carbono sobre 60 ppm pueden ser letales. En una emergencia, el CO₂ puede ser removido agregando agentes cálcicos tales como cal viva, cal hidratada o carbonato de Sodio al agua del estanque.

El pH es una medida de acidez (iones de Hidrógeno) o alcalinidad del agua (Colin & Quevauviller, 1998). Es importante mantener un pH estable a un rango seguro porque esto afecta el metabolismo y otros procesos fisiológicos de los organismos de cultivo. Cuando el nivel de pH se sale del rango, puede crear estrés, aumentar la susceptibilidad a enfermedades, disminuir los niveles de producción y causar un pobre crecimiento y aún muerte. Signos de un pH subóptimo son, además de otros, mucosidad aumentada en la superficie de las agallas del pez, comportamiento de natación inusual, aletas raídas, daños a los ojos, así como también pobre crecimiento del fitoplancton y del zooplancton. Para la mayoría de las especies de cultivo, los niveles óptimos de pH en el estanque deben estar en el rango de 7.5 – 8.5.

El Amoníaco es un muy importante parámetro para una buena producción de peces. Bajo condiciones particulares, el Amoníaco puede aumentar fácilmente (a través de la acumulación de sobrealimentación, riqueza de proteínas, desperdicio de comida excesivo y Amoníaco excretado) a niveles peligrosamente altos.

Los Nitritos (NO_2^-) son otra forma de compuestos nitrogenados que resultan de la alimentación y pueden ser tóxicos para camarones y peces. Los nitritos son un producto intermedio de la transformación del Amoníaco en nitrato por la actividad bacteriana. Los nitritos absorbidos de los intestinos se unen a la hemoglobina y reduce su habilidad de llevar Oxígeno.

El Sulfuro de Hidrógeno (H_2S), un gas tóxico sin color es un subproducto de la deterioración de la materia orgánica, usualmente bajo condiciones anaeróbicas. Los suelos anaeróbicos con concentraciones orgánicas moderadas a altas pueden ser una fuente significativa de H_2S , el cual es tóxico para los peces, aún a bajas concentraciones ya que dificulta su respiración. Si el fondo del suelo se vuelve negro y se reconoce un olor a huevo podrido al moverse el sedimento, esto indica condiciones anaeróbicas y la presencia de H_2S .

Alcalinidad es la capacidad de amortiguación del agua y representa su monto de carbonatos y bicarbonatos. La alcalinidad puede afectar el potencial de productividad primaria y también el pH del agua. En el caso de que el pH del agua fluctúe grandemente durante el día, puede utilizarse cal en el agua para estabilizar el pH del agua. Valores de 50 – 100 mg/l son considerados moderados y se recomiendan. La alcalinidad total ha sido tradicionalmente expresada como miligramos por litro (ppm) de carbonato de Calcio equivalente (CaCO_3). Generalmente, la alcalinidad varía de un sitio a otro. En el agua de mar, la alcalinidad es normalmente mayor a 100 ppm, pero en áreas de agua dulce, la alcalinidad es a menudo baja, particularmente durante la temporada de lluvias. La baja alcalinidad en agua dulce o en áreas de baja salinidad afectará los índices de supervivencia y muda de las especies.

La Salinidad representa la concentración total de iones inorgánicos disueltos, o sales, en el agua. Esto juega un rol significativo para el crecimiento de organismos de cultivo a través de la osmoregulación de minerales de cuerpo en el agua circundante. Para una mejor supervivencia y crecimiento, un rango óptimo de salinidad debe ser mantenido en el agua del estanque. Si la salinidad es demasiado alta, los peces comenzarán a perder agua al medio ambiente. Los cambios drásticos de salinidad pueden también alterar la fauna del fitoplancton y sus densidades de población, y llevar a la inestabilidad del ecosistema. Reducir la salinidad por más de 5 ppm, a cada vez de intercambio de agua, no se recomienda.

Metodología:

En la figura 2, se muestran los equipos de medida típicos utilizados para la medición de oxígeno disuelto en el agua, así como para la medición del grado de acidez (PH) y temperatura que posee el agua en un determinado momento dentro del proceso manual de medición. Estos dispositivos visualizan la información en sus pantallas y obliga al piscicultor a llevar un registro manual del comportamiento de la variable.

El oxígeno disuelto es la principal variable para monitorear porque de ella depende la salud de las especies, por este motivo, la toma de datos debe ser llevada a cabo en periodos de tiempo específicos. Llevando este proceso de forma manual, se corre el riesgo que las variaciones de oxígeno puedan estar por fuera de los valores nominales aptos para la especie de cultivo y por ende ocasione una falla en su periodo de crecimiento. Los demás parámetros son recopilados in situ y llevados a laboratorios especializados para el análisis.



Figura 2. Sensores medidores de oxígeno disuelto y PH

La metodología propuesta en este trabajo para mejorar el proceso de monitoreo de los parámetros físico – químicos más representativos en la piscicultura bajo las condiciones de estanque artificial se presenta en el diagrama de bloques de la figura 3.

a. Identificación de los parámetros

La primera etapa propuesta se basa en la identificación de los parámetros físico – químicos más representativos que deben ser monitoreados constantemente. Estos parámetros corresponden al oxígeno disuelto, el PH, el grado de turbidez y la temperatura del agua como la temperatura y humedad del ambiente como fueron mencionados anteriormente. Los valores de cada parámetro están ligados al tipo de especie que se pretende cultivar.

b. Diseño de la etapa de monitoreo y control

La segunda etapa constituye el diseño de la estación de monitoreo. Dentro de la propuesta no solo se vinculó la etapa de monitoreo de las parámetros físico – químicos, sino también se agregó una etapa de control del nivel de oxígeno disuelto por intermedio de un compresor de aire el cual inyecta aire a la masa de agua haciendo variar de forma controlada el nivel de oxígeno. El sistema de alimentación es vital para mantener en funcionamiento las etapas electrónicas, y para ello, se hace uso de paneles solares que brinden la energía suficiente durante las horas día para mantener a plena carga las baterías del sistema de tal forma que, en las horas de la noche, el sistema electrónico no presente intermitencias o desconexión. El emplear energías renovables se ayuda a minimizar los costos en el consumo eléctrico que cuando se usa la red eléctrica pública.



Figura 3. Esquema general de la propuesta para el mejoramiento del monitoreo de los parámetros físico – químicos presentes en la piscicultura

Por este motivo, dentro de la propuesta se ha dimensionado no solo tener autonomía en la etapa que maneja los dispositivos sensores sino también en la etapa de potencia que va a manejar el compresor de aire. Para tener una mejor disposición de la etapa sensorial y la etapa de potencia, se ha decidido separar ambas secciones. La etapa sensorial se ha dispuesto construir en un bloque sellado el cual solo contendrá los sensores que estarán en contacto directo con el agua, manejará su propia alimentación por intermedio de un panel solar, y tendrá toda la infraestructura necesaria para que permanezca flotando en el estanque. Para la etapa de potencia, se ha dispuesto ubicar toda la electrónica debajo de los paneles ubicados a un lado del estanque y con el objetivo que sirva de protección en los momentos de lluvia. El esquema general se presenta en la figura 4.

En la figura 5 se muestra la distribución de las etapas propuestas, etapa sensorial, de potencia y estación base. Cada etapa contiene un módulo transceptor *xbee* quien a través del estándar *Zigbee* (IEEE 802.15.4) se formará una red tipo estrella para la gestión de la información de forma remota. El Gateway servirá como pasarela en la transmisión de la información hacia la estación base quien tendrá el papel de administrador en la gestión de la información y manejos de intervalos de tiempo en la comunicación con ambos nodos remotos.

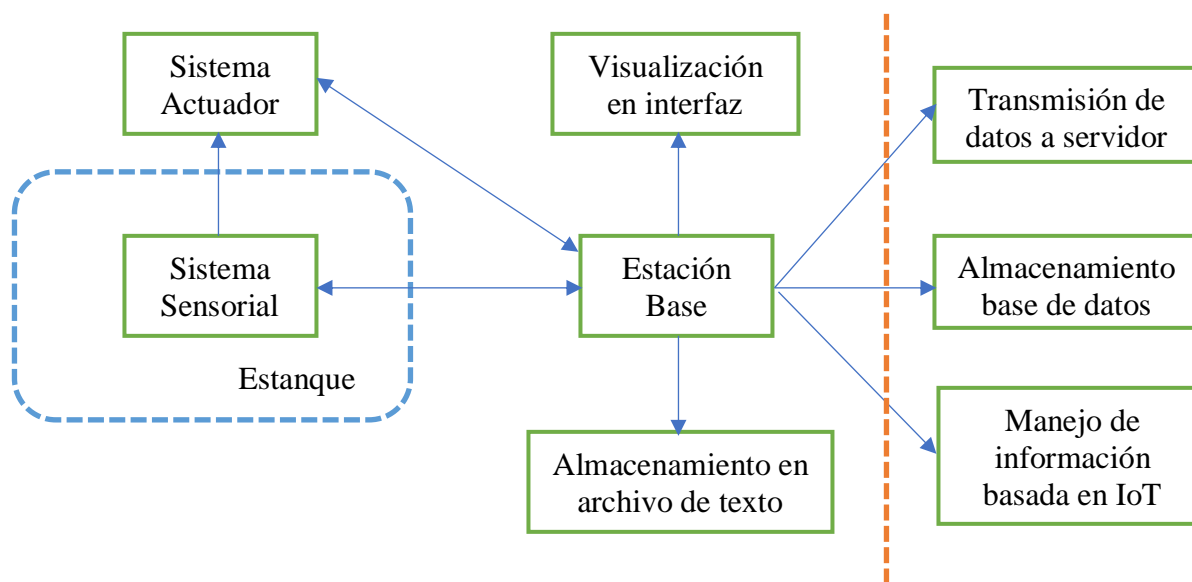


Figura 4. Esquema general del sistema electrónico que permite mejorar los procesos de monitoreos en estanques artificiales

La principal ventaja de utilizar el estándar Zigbee se basa en su baja potencia de consumo gracias al estado de bajo consumo (modo sleep) y distancia de cobertura, de esta forma se optimiza el consumo de batería a los intervalos de tiempo escogidos para la recopilación de la información. Para esta clase de variables físico – químicas, el intervalo de muestreo no es tan frecuente, lo que lleva a

una flexibilidad en el manejo de tiempo de medida y al mismo tiempo permite interconectar varios nodos a una distancia considerable.

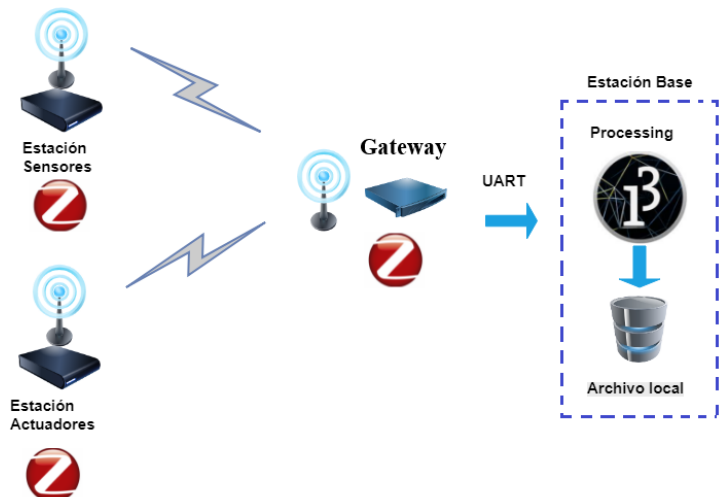


Figura 5. Esquema general de la red de sensores inalámbricos para la colección de los datos del nodo sensorial y la coordinación con el nodo de potencia para la variación de los niveles de oxígeno disuelto.

La estación de actuadores está compuesta por una etapa de potencia para la conexión del compresor cuyo objetivo es inyectar aire al estanque para variar el nivel de oxígeno disuelto. Esta estación utiliza un panel solar de buena capacidad para alimentar un inversor y generar la potencia necesaria para alimentar de forma apropiada al compresor de aire. El esquema de conexión de esta etapa es presentado en la figura 6.



Figura 6. Conexión de la celda fotovoltaica al regulador y batería para alimentar un inversor de voltaje

El Gateway tiene como principal función recibir las tramas de datos por parte de las estaciones de sensores y de potencia para posteriormente ser enviadas como un *string* de datos hacia el host PC donde a través de una interfaz diseñada en el software *Processing* le dará la información al usuario. La estación base tiene la función de realizar la sincronización entre todos los sistemas como se puede observar en la figura 7. La primera transacción se basa en enviar a cada una de las estaciones un comando de inicio y esperar respuesta. De esta forma, la estación determina si hay condiciones para

iniciar las tareas de lectura. Cuando esta etapa es superada, la estación sensorial inicia leyendo la información de todos los sensores. La información es coleccionada en una variable tipo *String* y transmitida a la estación de actuadores. Esta estación recibe y añade el resto de los datos importantes para el usuario, como es, el estado de los actuadores.

c. Recopilación de datos

La tercera etapa del modelo propuesto para el mejoramiento de los procesos de monitoreo de calidad de agua se basa en la recolección de la información que es recibida por el Gateway y transmitida al host PC para su evaluación. *Processing*¹ es un software de programación de código abierto ambientado para usuarios que trabajan creando animaciones, interacciones, imágenes, etc. Se ha diseñado una API para usuario como se muestra en la figura 8. Esta interfaz permite no solo visualizar la información en tiempo real de todas las variables monitoreadas sino también interactúa con el usuario para realizar el control manual o automático del nivel de oxígeno.

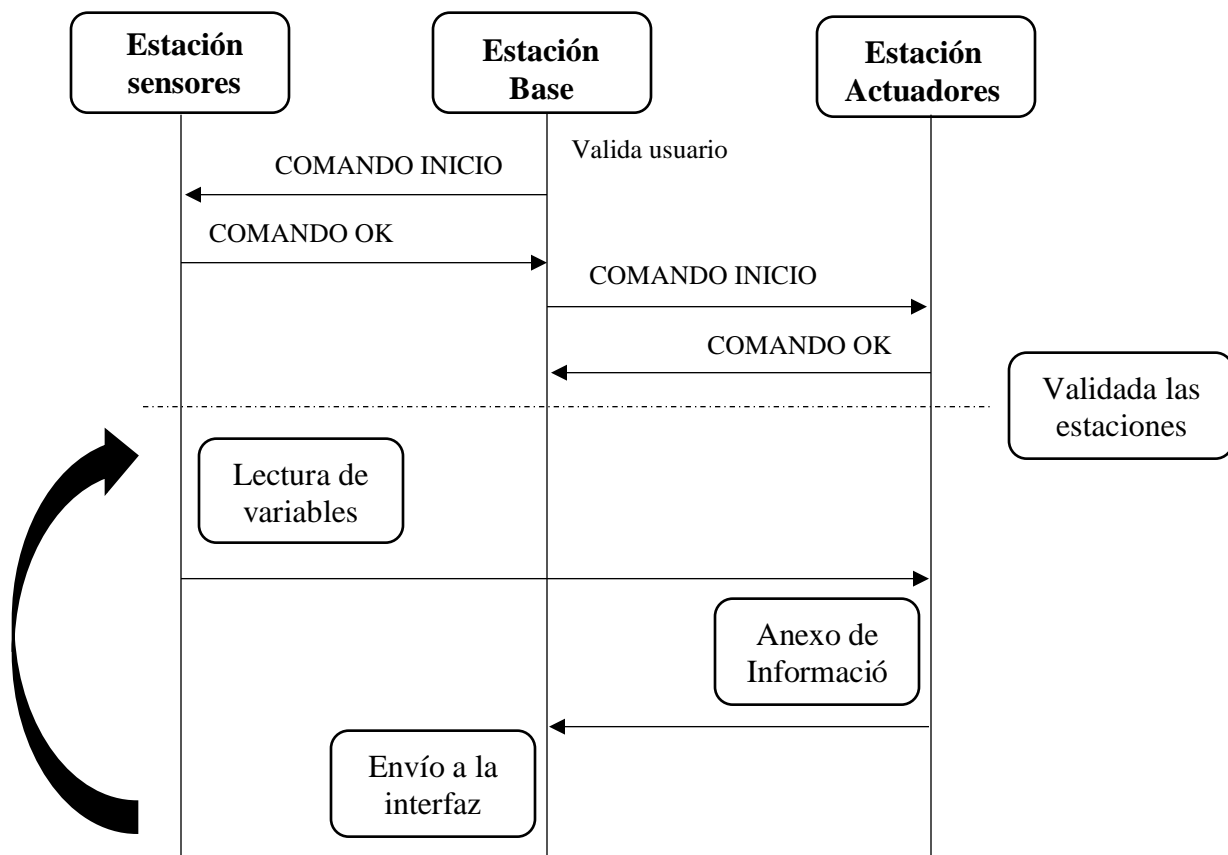


Figura 7. Protocolo de comunicación de la estación base a las demás estaciones.

¹ www.processing.org

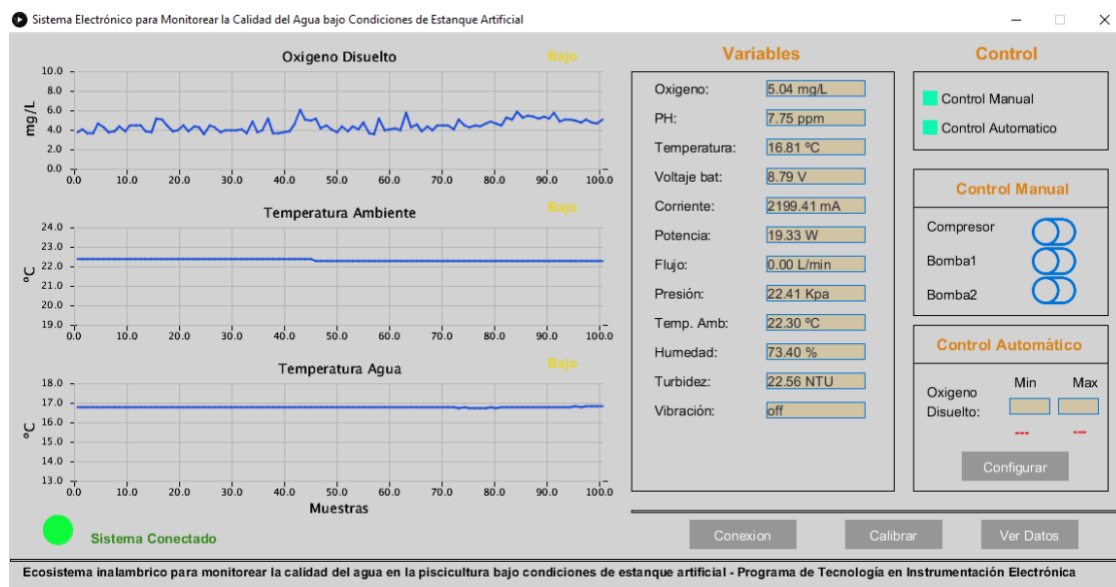


Figura 8. Interfaz de usuario diseñada para el monitoreo de los parámetros físico – químicos y el control del oxígeno disuelto en el agua.

La interfaz también tiene la posibilidad de realizar el proceso de calibración del sensor de oxígeno según la hoja del fabricante de la empresa manufacturera (botón *Calibrar*). Es recomendable realizar este proceso regularmente porque la membrana del sensor va entrando en deterioro en función del tiempo de exposición al agua. Cuando el usuario desee ver el historial de datos grabados en el sistema, la interfaz también tiene la posibilidad de crear un archivo de texto (.csv), almacenar toda la información en él y posterior presentarlo al usuario (botón *Ver Datos*).

d. Toma de decisiones

La toma de decisiones es la última etapa del modelo propuesto para el mejoramiento del proceso de monitoreo, en esta etapa, el piscicultor basado en su experiencia y conocimiento del tratamiento de las condiciones del ambiente deberá tomar decisiones en caso de que las variables implicadas presenten desviaciones grandes según su escala de valores. Es importante tener presente que la metodología propuesta no retira por completo de la supervisión del piscicultor, pero si añade grandes ventajas para evitar sucesos catastróficos en el desarrollo del cultivo.

Resultados

Dentro de la hipótesis principal de investigación enmarcada en el mejoramiento de los procesos de monitoreo de los parámetros físico – químicos presentes en la piscicultura, se ha llegado a la construcción de un sistema que realiza las medidas de los parámetros de forma automática, dejando a un lado la labor de piscicultor de estar pendiente la mayor parte del tiempo sobre los rangos de los parámetros.

La figura 9 muestra el sistema completo en el estanque de cultivo y la figura 10 visualiza el Gateway o pasarela quien tendrá la misión de recopilar los datos de las dos estaciones (nodo sensorial y nodo actuador) y enviarla al PC (estación base) donde estará corriendo la interfaz gráfica. Se evidencia el sistema de panel solar que brinda la alimentación a la estación de sensores, así como

el panel solar grande que brinda energía al actuador quien será el encargado de variar el nivel de oxígeno. La capacidad del panel solar es determinante para la autonomía del sistema durante las horas día, y que a su vez mantenga la batería cargada para el funcionamiento durante la noche.

Una de las pruebas fundamentales del nodo sensorial, fue garantizar que el peso de toda la estructura no fuera a ocasionar un hundimiento de todo el aparato. Esto se ha logrado con flotadores cilíndricos alrededor de la base dando estabilidad al sistema.

La calibración de los sensores es un proceso vital para la obtención correcta de los datos, la calibración del sensor de oxígeno disuelto se realiza de forma manual una vez cada día recomendado por (Atlas Scientific, 2017a). Sin embargo, para realizar proceso de medición de PH, se debe mantener el electrodo humectado con la solución salina (Atlas Scientific, 2017b) y así mismo no se recomienda dejar la sonda en contacto todo el tiempo en el agua. Se ha propuesto como etapa futura de medición, implementar un sistema que mantenga la sonda la mayor parte del tiempo en la solución salina y solo en el momento de efectuar la medida, se hace el movimiento hacia el agua directamente.



Figura 9. Panorama del sistema de monitoreo y control de las variables físico – químicas presentes en la piscicultura bajo condiciones de estanque artificial

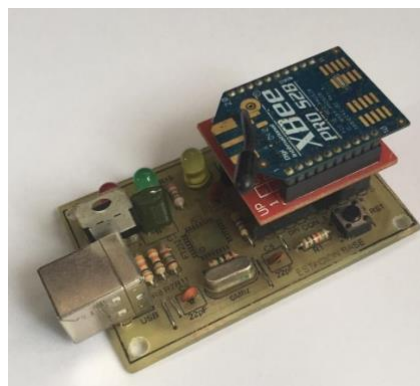


Figura 10. Circuito Gateway empleado en el sistema

La figura 11, presenta un bloque de datos tomados en las horas de la noche en una etapa de prueba. Se puede evidenciar que los valores de oxígeno disuelto se encuentran por debajo del mínimo permitido (5.0 mg/L), esto es debido a los niveles bajos de temperatura del agua sumado con un porcentaje de turbidez.

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
MEDIDA	OXIGENO	PH	TEMPERATUI	PRESION	FLUJO	TEMP AMBIE	HUMEDAD	VIBRACION	BATERIA	CORRIENTE	TURBIEDAD	TIEMPO
15	4.23	7.75	17.44	22.41	0	23.6	72.7 off		12.92	143.11	5.07	0
16	4.53	7.75	17.42	22.41	0	23.6	72.9 off		12.92	143.11	5.07	0.01
17	4.39	7.75	17.44	22.41	0	23.6	73 off		12.92	143.11	5.07	0.01
18	5.86	7.75	17.44	22.41	0	23.6	73.1 off		12.92	143.11	5.43	0.02
19	4.37	7.75	17.44	22.41	0	23.6	73.5 off		12.92	95.41	5.43	0.02
20	4.49	7.75	17.44	22.41	0	23.6	73.7 off		12.92	95.41	5.43	0.02
21	4.39	7.75	17.44	22.41	0	23.6	74.1 off		12.92	143.11	5.43	0.03
22	4.39	7.75	17.44	22.41	0	23.6	74 off		12.92	143.11	5.43	0.03
23	4.41	7.75	17.41	22.41	0	23.6	74.2 off		12.92	143.11	5.07	0.03
24	4.32	7.75	17.44	22.41	0	23.6	73.9 off		12.92	95.41	5.07	0.04
25	4.29	7.75	17.42	22.41	0	23.6	74.2 off		12.92	95.41	5.25	0.04
26	4.1	7.75	17.41	22.41	0	23.6	73.7 off		12.92	95.41	5.07	0.04
27	4.48	7.75	17.41	22.41	0	23.5	73.2 off		12.92	143.11	5.07	0.05

Figura 11. Información obtenida durante una prueba en las horas de noche

Conclusiones

Se ha implementado una estructura que permite mejorar y automatizar el proceso de monitoreo de las variables implicadas en la piscicultura y así eliminar la toma de datos de forma manual que se constituye en el mayor inconveniente de los sistemas actuales. Dentro de esta propuesta se ha utilizado sistemas modernos en monitoreo remoto con una alta eficiencia, así como la inclusión de energías limpias para la alimentación de todas las etapas del sistema. Esto ha permitido disminuir el consumo eléctrico en más de la mitad ya que durante el día las baterías del sistema permanecen el estado de plena carga gracias a la acción de los paneles solares.

Todo Sistema que maneje como fuente de alimentación baterías y esté sujeto al análisis de su autonomía, debe ser importante identificar los mecanismos que permitan optimizar el rendimiento de las celdas solares. Como trabajo futuro se pretende mejorar el sistema de regulación que posee la estación sensorial mediante reguladores MPPT (seguimiento del punto de potencia máxima) de tal forma que se maximice la eficiencia y rendimiento del panel solar en circuitos aislados.

Las redes de sensores inalámbricos están dando un giro con la inclusión del protocolo LoraWAN al monitoreo de variables físicas. Lora siendo un tipo de modulación en radiofrecuencia permite manejar alta tolerancia a las interferencias, alta sensibilidad en la recepción de la información con distancias entre 10 a 20Km y un consumo muy bajo de potencia.

Se pretende diseñar una aplicación móvil que gestione la información recibida y permita al usuario interactuar con el sistema independiente de su ubicación.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido realizado con el apoyo financiero de la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad del Quindío como parte de un proyecto de solicitud de patente en el mes de julio de 2016. Se brinda un especial agradecimiento a todas las personas que estuvieron involucrados en el desarrollo de este proyecto y al grupo GIDET por facilitar el espacio de trabajo y brindar asesoría permanente.

Referencias

- Ariffin, S. H. S., Baharuddin, M. A., Fauzi, M. H. M., Latiff, N. M. A., Yusof, S. K. S., & Latiff, N. A. A. (2018). Wireless water quality cloud monitoring system with self-healing algorithm. *2017 IEEE 13th Malaysia International Conference on Communications, MICC 2017, 2017–Novem(Micc)*, 218–223. <https://doi.org/10.1109/MICC.2017.8311762>
- Atlas Scientific. (2017a). *Dissolved Oxygen EZO Circuit*. 27. Retrieved from https://www.atlas-scientific.com/_files/_datasheets/_circuit/DO_EZO_Datasheet.pdf
- Atlas Scientific. (2017b). *pH EZO circuit datasheet*. 1–66. Retrieved from https://www.atlas-scientific.com/_files/_datasheets/_circuit/pH_EZO_datasheet.pdf
- Colin, F., & Quevauviller, P. (1998). *Monitoring of water quality: the contribution of advanced technologies* (F. Collin, ed.).
- Hernández, Cesar Eduardo, Victor Hugo Benitez, J. H. P. (2016). *Wireless Sensor Networks for Water Quality Monitoring: Prototype Design*. 10(2), 162–167.
- López Riquelme, J. A., Soto, F., Suardíaz, J., Sánchez, P., Iborra, A., & Vera, J. A. (2009). Wireless Sensor Networks for precision horticulture in Southern Spain. *Computers and Electronics in Agriculture*, 68(1), 25–35. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2009.04.006>
- Mayer, E. (2012). Monitoreo de la calidad de agua del estanque para mejorar la producción de camarones y peces. *Aquafeed*, p. 3. Retrieved from <http://www.aquafeed.co/monitoreo-de-la-calidad-de-agua-del-estanque-para-mejorar-la-produccion-de-camarones-y-peces/>
- Merino, M. C., Bonilla, S. P., & Bages, F. (2014). Plan Nacional para el Desarrollo de la Acuicultura Sostenible en Colombia - PlaNDAS. In *Informe Técnico y de Gestión 2011*. Retrieved from http://www.racua.org/uploads/media/Plan_Nac_Desar_Acuic_Sost_CO.pdf

- Mwegoha, W. J. S., Kaseva, M. E., & Sabai, S. M. M. (2011). Mathematical modeling of dissolved oxygen in fish ponds. *International Journal of Environmental Research*, 5(2), 307–320.
- Pule, M., Yahya, A., & Chuma, J. (2017). Wireless sensor networks: A survey on monitoring water quality. *Journal of Applied Research and Technology*, 15(6), 562–570. <https://doi.org/10.1016/j.jart.2017.07.004>
- Qi, L., Zhang, J., Xu, M., Fu, Z., Chen, W., & Zhang, X. (2011). Developing WSN-based traceability system for recirculation aquaculture. *Mathematical and Computer Modelling*, 53(11–12), 2162–2172. <https://doi.org/10.1016/j.mcm.2010.08.023>
- Shi, B., Zhao, D., Liu, X., Jiang, J., & Sun, Y. (2011). Design of intelligent monitoring system for aquaculture. *Nongye Jixie Xuebao/Transactions of the Chinese Society of Agricultural Machinery*, 42(9), 191–196. Retrieved from <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-80053956731&partnerID=40&md5=c970ae902bfc22396ec4da9a2995ecfb>
- Yue, R., & Ying, T. (2011). A water quality monitoring system based on wireless sensor network & solar power supply. *2011 IEEE International Conference on Cyber Technology in Automation, Control, and Intelligent Systems, CYBER 2011*, 12(Icse 2011), 126–129. <https://doi.org/10.1109/CYBER.2011.6011777>
- Zhao, J. (2014). Research on Wireless Sensor Network in Aquaculture. *Information Technology for Manufacturing Systems*, V, 686, 397–401. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMM.686.397>

Estrategia pedagógica empleada para el fortalecimiento de la competencia investigativa en el desarrollo de software

Nixon Duarte Acosta, Matilde Bolaño García, Jonathan Barthel Castro, Luisa Jiménez Ramos
Corporación Universitaria Remington, Universidad del Magdalena, Politécnico Grancolombiano
Colombia

Sobre los autores

Nixon Duarte Acosta: Ingeniero de sistemas y computación, Especialista en construcción de software, Magister en ingeniería en el área de Sistemas y computación. Con experiencia profesional como desarrollador de software, arquitecto de software, coordinador de TI, auditor de sistemas y docente investigador en el área de ingeniería de software.

Correspondencia: nixon.duarte@uniremington.edu.co

Matilde Bolaño García: Licenciada en educación básica con énfasis en informática, Magíster en informática educativa y Doctora en educación. Con experiencia investigativa en ciber-educación, educación y desarrollo humano. Docente investigadora vinculada desde el año 2013 al grupo de informática educativa - GINFED categorizado en B ante Colciencias.

Correspondencia: mbolano@unimagdalena.edu.co

Jonathan Bertel: Ingeniero de sistemas, Especialista en redes, candidato a magister en ingeniería, experto en redes de datos y cableado estructurado, experiencia en docencia, virtualidad y pedagogía universitaria.

Correspondencia: jonathan.berthel@uniremington.edu.co

Luisa María Jiménez Ramos: Ingeniera de sistemas, Especialista en gerencia informática, Magíster en administración de tecnologías de la información y candidata a doctora en proyectos. Con experiencia en gobierno y administración de tecnologías de la información.

Correspondencia: lmjimenezr@poligran.edu.co

Resumen

Es necesario, formar y desarrollar competencias investigativas en los estudiantes, que les permita solucionar problemas en contextos reales, articulando la teoría con la práctica y les permita tomar decisiones adecuadas en contextos específicos. El presente trabajo describe la implementación de una estrategia pedagógica en el programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Católica de Colombia, para el fortalecimiento de la competencia investigativa. Basado teóricamente en los lineamientos del Ministerio de Educación Nacional – MEN (2015) y en los postulados de Hernández & Cols (2011), Contreras, B. (2018), Calderón & Cols (2018), entre otros autores. La metodología empleada fue de tipo analítica y aplicada, ejecutada en cuatro fases: Exploratoria y diagnóstica, planificación, ejecución y finalmente la evaluación. Durante un periodo de 16 semanas, la población objeto de estudio estuvo conformada por 15 estudiantes pertenecientes al curso de Desarrollo para móviles. Entre los resultados más destacados pueden mencionarse la motivación de los estudiantes

por aprender de manera autónoma, integrar la teoría con la práctica de una forma significativa, despertar la curiosidad por indagar y reflexionar, desarrollar el conocimiento y habilidades en entornos contextualizados, trabajo en equipo, liderazgo, toma de decisiones y pensamiento crítico, redundando en el fortalecimiento de la competencia investigativa.

Palabras Claves: Competencia, estrategia, enseñanza, ingeniería, investigación.

Pedagogical strategy used to strengthen investigative competence

Abstract

It is necessary to train and develop research skills in students, which allows them to solve problems in real contexts, articulating theory with practice and allowing them to make appropriate decisions in specific contexts. This paper describes the implementation of a pedagogical strategy for the software engineering program of the Catholic University of Bogotá, Colombia, for the strengthening of investigative competence. The examination of human rights in the Ministry of National Education - MEN (2015) and in the postulates of Hernández and Cols (2011), Contreras, B. (2018), Calderón & Cols (2018), among other authors. The methodology used was analytical and applied, executed through four phases: Exploration and diagnosis, planning, execution and finally evaluation. During a period of 16 weeks, the study population consisted of 15 students in the course of the mobile development. Among the results, more can be mentioned the students' motivation to learn autonomously, integrate theory with practice in a meaningful way, awaken the curiosity to investigate and reflect, develop knowledge and skills in the contextualized context, teamwork, leadership, decision making and critical thinking, redundancy in the strengthening of investigative competence.

Keywords: Competence, strategy, teaching, engineering, research.

Introducción

Las competencias con las que enfrentan este siglo los ingenieros de este siglo, permiten alcanzar el éxito, las cuales involucran un conjunto de habilidades científicas y sociales. Es por ello que se debe mostrar al estudiante la importancia de un aprendizaje profundo y significativo para aplicarlo en la solución a problemas en contextos específicos (Lopes, Cravino, & Silva, 2010; Popovic, 2013). Los docentes pueden ayudar a los estudiantes a suplir estas necesidades, brindándoles la oportunidad de desarrollar competencias científicas y sociales durante el desarrollo de los contenidos del curso, permitiéndoles trabajar en equipo, con liderazgo de su proceso de aprendizaje, la creatividad para emplear acciones, tomar decisiones, innovar, pensar críticamente y finalmente trabajar en proyectos contextualizados (Viegas, Marques, & Alves, 2017). A pesar de, es un hecho que implica las habilidades relativas a la investigación y no se forman con la profundidad necesaria. Se mantiene todavía la visión en los docentes, que los contenidos de metodología de la investigación, que se imparten en asignaturas del área de investigación, resolverán todos los problemas que presentan los estudiantes con respecto a su formación científica, lo que provoca una insuficiente integración y apatía hacia los métodos de investigación en las diversas áreas del currículo (Ferrer & Carbonell, 2014).

Para comprobar el nivel de apropiación de las habilidades investigativas, en los estudiantes del área de Desarrollo de Software (DS), se revisaron para los años 2017 y 2018, informes de prácticas profesionales, proyectos de software en los cursos, informes de anteproyectos de grado e informes de proyectos de grado. Esto permitió detectar deficiencias en el uso de fuentes bibliográficas, uso de información superficial, análisis crítico, planteamiento del problema, justificación, definición de objetivos y conclusiones.

Fundamentados, sobre la situación anteriormente descrita, se planteó crear una estrategia de intervención con el objetivo de fortalecer la competencia investigativa de los estudiantes en el curso de *desarrollo para móviles*, a través del uso del aprendizaje basado en problemas y el design thinking, aplicados a retos de las localidades de Bogotá - Colombia, que debían ser resueltos con tecnología, dichos retos fueron establecidos mediante el esfuerzo, participación y experiencia de diversos actores. Con esta estrategia se buscó formar profesionales con capacidad para enfrentar procesos que requirieran de investigación aplicada, con actitud para construir su propio conocimiento, la capacidad para tomar decisiones con responsabilidad, compromiso social, comunicación, autoaprendizaje, pensamiento crítico, articulación de la teoría con la práctica, trabajo en equipo, indagación, interpretación, análisis, proyección y sacar conclusiones.

Metodología:

Con el ánimo de fortalecer las competencias investigativas en los estudiantes del curso de *desarrollo para móviles*, en el programa de ingeniería de sistemas y computación, se formuló una intervención de 16 semanas, diseñada especialmente con estrategias de aprendizaje basado en problemas y design thinking, para resolver problemas reales en el contexto de las localidades de la ciudad de residencia de los estudiantes. Este programa se desarrolló en cuatro etapas: Exploratoria y diagnóstica, Planificación, Ejecución y Evaluación.

Durante la primera etapa **Exploratoria y diagnóstica**, se revisaron 24 documentos entre los cuales se encontraban 8 trabajos de grado, 8 anteproyectos de grado, 2 informes de prácticas empresariales, 6 informes de proyectos de software desarrollados en los cursos. Al inicio del semestre, durante el primer día del curso, se preguntó a los estudiantes sobre la percepción y antecedentes del desarrollo de los cursos anteriores en el área de software y se les solicitó proponer la forma como les gustaría se realizara el curso. Esta etapa es fundamental para diseñar el proceso formativo desde la visión compartida con los estudiantes e incluyendo las deficiencias identificadas alrededor de las competencias investigativas.

En la **Planificación** se tiene como insumo la información obtenida durante la etapa anterior y a partir de ésta, se determinaron y se socializaron a los estudiantes el objetivo general y específicos, las estrategias a utilizar y su respectiva implementación, el contenido curricular, el sistema de evaluación por competencias, la programación con anticipación de presentaciones, talleres, avances del proyecto y evaluaciones por cada uno de los cortes o etapas del semestre. Además, se presentaron a los estudiantes los retos y se contextualizó al respecto frente al trabajo y el esfuerzo previo que tiene la elaboración de dichos retos, que se articulan a las necesidades sentidas de los habitantes de su propio entorno social.

De otra mano, en la etapa de planificación, se explicó a los estudiantes la estrategia de aprendizaje basado en problemas, enmarcado en los retos y donde ellos son los protagonistas en la construcción de su propio conocimiento. Además, se les explica el rol del docente, donde este será un mediador entre el conocimiento y el alumno, un facilitador, un tutor, organizador, orientador, supervisor y certificador de las competencias. También se explicó a los estudiantes, la estrategia de Design Thinking y como esta se articulaba con el aprendizaje basado en problemas, de acuerdo con sus

cinco pasos elementales de *comprender, definir, Idear, prototipar y evaluar*, como método para resolver problemas y satisfacer las necesidades de un cliente, que para este caso “el Docente”.

Para la **Ejecución**, los estudiantes organizados en grupos de máximo tres integrantes, deben analizar cada uno de los retos y en conjunto, definir que reto les gustaría trabajar y desarrollar una solución que responda a las necesidades establecidas en el mismo. Dentro de los retos seleccionados por los estudiantes se encuentran: educación incluyente, entorno limpio, violencia contra la mujer, reciclar para respirar, calles sin delincuencia, colegios libres de drogas, fundaciones locales, universidades amigas del territorio, entre otros. Los retos se agrupaban por localidades o zonas de la ciudad, presentando de cada una de ellas una ficha informativa que incluía, ubicación, número de habitantes, extensión, actividad económica y plan de desarrollo. Para cada uno de los retos se presentaba el nombre del reto y su formulación a modo de pregunta, la situación, la oportunidad o problemática y la expectativa o alcance.

También, como parte de la ejecución, una vez los estudiantes seleccionaban el reto, tenían que hacer una presentación a modo de socialización, el reto seleccionado, el planteamiento del problema, la justificación, un estado del arte, una descripción de la solución propuesta, un alcance y resultados esperados. Posteriormente, durante el desarrollo de la solución propuesta para el reto seleccionado, tenían que presentar avances de acuerdo con los pasos elementales de Design Thinking. Así mismo, cuando los estudiantes desconocían alguna tecnología o herramientas, necesarias para el desarrollo de la solución, se realizaban talleres guiados, con el ánimo de facilitar y orientar a los estudiantes en su aprendizaje.

En la etapa de **Evaluación**, se estableció un proceso evaluativo, donde se ejecutaron actividades tales como informes escritos, presentaciones, talleres grupales e individuales, tareas extra clase, desarrollo de proyectos, evaluaciones teórico-prácticas. Para las entregas de actividades se establecieron dos fechas de entrega, una entrega a tiempo calificada sobre el 100% de la nota y una entrega con retraso calificada con el 50% de penalización. También, se realizó la calificación a través de rúbricas, de acuerdo con las habilidades y evidencias de aprendizaje, esperadas para cada uno de los temas en particular aplicados en el desarrollo del proyecto. Se realizaron, evaluaciones de selección múltiple, para evidenciar la apropiación de las herramientas y tecnologías utilizadas. Estas evaluaciones se programaban en la plataforma virtual, con dos o tres intentos, los estudiantes podían presentarlas desde cualquier lugar con conexión a internet, sin la supervisión del docente y contaban con por lo menos 5 días disponibles para finalizarla. Después de la entrega de cada actividad, se realizaba una retroalimentación por cada grupo para casos particulares, y finalmente se socializaba para todo el curso cada uno de las actividades.

Desarrollo

El concepto de competencia

Competencia, es un concepto de difícil definición, es un término que existe, pero su definición es difícil y controvertida. Las competencias son mucho más que acumulación de saberes, también están constituidas por habilidades, actitudes y valores, adquiridas y desarrolladas mediante simulaciones formativas y la experiencia socio laboral. La competencia se centra en la capacidad de aplicar en un contexto laboral específico, los saberes que pueda llegar a tener un individuo para resolver óptimamente situaciones propias de su perfil profesional (Oscar Mas Torelló, 2001).

De acuerdo con (Ferrer & Carbonell, 2014), la competencia es la capacidad de acción e interacción sobre el medio natural, físico y social. Una capacidad de acción e interacción efectiva, eficaz y eficiente: en el enfrentamiento y la solución de problemas, en la realización de las metas propias, en la creación de productos pertinentes a necesidades sociales, en la generación de

consensos. Las competencias se asumen como configuraciones, construidas y desarrolladas con un nivel de incertidumbre en sus resultados, dependiendo de los factores que inciden en el proceso, tanto en los aspectos contextuales como históricos presentes en cada proceso de construcción. Implican lo conceptual, lo metodológico, lo axiológico y lo actitudinal como un todo.

La competencia investigativa

El desarrollo de la competencia investigativa permite a los egresados dar solución a problemas profesionales desde una concepción científica e investigativa. La necesidad de desarrollar dicha competencia siempre ha existido. Se han implementado vías que permiten guiar ese camino, tales son los casos de la inclusión de asignaturas en los currículos que permitan a los estudiantes apropiarse de conocimientos y habilidades en metodología de la investigación científica, las clases seminarios y talleres, la orientación de tareas investigativas individuales y grupales, y la elaboración de tesis de pregrado y de trabajos investigativos finales en diversas asignaturas. Pero, no son claros los resultados pedagógicos obtenidos en el desarrollo de esta competencia teniendo en cuenta la formación de la personalidad del individuo, la tecnología y lo que espera la sociedad (Estrada Molina, 2014).

Según (C. R. T. Díaz, 2010), el enfoque de competencias en la formación investigativa debe estar orientado a las características de los diversos contextos donde se manifiestan los procesos de la profesión en congruencia con la competencia a formar en los estudiantes. Adicionalmente, se debe brindar un aprendizaje divergente que prepare al estudiante para actuar en situaciones conocidas o no en relación con la profesión. Es esencial que el estudiante no solo se enfrente a la solución de problemas y situaciones de forma simulada, se debe propiciar un enfrentamiento con la realidad profesional. Es indispensable la socialización de experiencias de la cultura que existe entre los profesionales que se encuentran en ejercicio, con los estudiantes en formación para fortalecer sus habilidades.

Al respecto (R. T. Díaz, 2013), entiende la competencia investigativa del ingeniero, como una cualidad humana que se configura de acuerdo con los saberes inherentes al proceso de investigación, según la cultura científica investigativa de la profesión y que es expresión de la integración funcional de dichos saberes, movilizados en un desempeño investigativo idóneo y sostenible a partir de su propia actuación, que le permiten saber ser y estar bajo ciertos estándares, acorde con las características y exigencias investigativas del entorno.

Design Thinking (DT)

DT es utilizado para resolver problemas complejos mediante el uso de métodos creativos. En este enfoque, la empatía entre el diseñador y los usuarios es muy importante y la exploración de problemas y soluciones es un proceso compartido entre estos dos (Johansson-Sköldberg, Woodilla, & Çetinkaya, 2013; Kazuhiko, 2014). Esto tiene como objetivo ir más allá de los supuestos que pueden afectar negativamente las soluciones. Como resultado de aplicar DT, se debe encontrar la mejor solución posible para un problema complejo (Brown & Wyatt, 2013). DT se ha aplicado en múltiples campos para resolver problemas complejos del mundo real, por ejemplo, crear estrategias corporativas, diseños de tecnología, seguridad, educación e innovación social (Sandy Winnefeld, Kirchhoff, & Upton, 2015; Valentim, Silva, & Conte, 2017). En la reciente formación en ingeniería de software, DT se ha utilizado para enseñar ingeniería de sistemas críticos para la seguridad, diseño de aplicaciones móviles (Valentim et al., 2017) y desarrollo de juegos (Hayes & Games, 2008). Sin embargo, se ha sugerido que el DT tiene el potencial de ser utilizado también para el aprendizaje basado en proyectos, la obtención de requisitos y la ciberseguridad (Palacin-Silva, Khakurel, Happonen, Hynninen, & Porras, 2017).

De acuerdo con (Cinis, 2018), Los proyectos de desarrollo de software necesitan objetivos claros, una propuesta de valor demostrable y un compromiso de los interesados. Emplear métodos de DT para enfocar la experiencia de los participantes puede descubrir y apoyar estas necesidades. El DT se refiere a las estrategias creativas que los diseñadores usan durante el proceso de diseño. También es un enfoque para resolver problemas fuera de la práctica de diseño profesional como en el contexto empresarial y social. El DT en los negocios utiliza la sensibilidad y métodos del diseñador, para adaptar las necesidades de las personas a lo que es tecnológicamente viable y lo que una estrategia comercial viable puede convertir en valor para el cliente y oportunidad de mercado.

Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)

En (Li & Chun, 2011), se define el ABP como el proceso de aprendizaje de un alumno para comprender o resolver un problema. El proceso incluye problemas encontrados, presenta la situación del problema, aplica el conocimiento y la capacidad de razonamiento para iniciar la solución de problemas, el reconocimiento de objetos de aprendizaje y la investigación de reconocimiento individual, aplica el conocimiento y las habilidades adquiridas para la solución de problemas, la presentación y evaluación. En el modelo de ABP, el problema discutido entre los estudiantes no tiene una respuesta estándar, por lo tanto, los estudiantes pueden aprender y pensar de forma múltiple, lo que ayuda a mejorar en los estudiantes diversas habilidades.

El ABP es un entorno de aprendizaje, centrado en el estudiante, contextual, colaborativo y constructivista. El participante hacen su propia reflexión sobre lo que deberá aprender, con la orientación del docente, resolviendo problemáticas de manera colaborativa. El docente diseña las simulaciones de problemas y guía a los estudiantes en el desarrollo de su aprendizaje. Esta organización fomenta la discusión y el descubrimiento colaborativo, poniendo el foco en el proceso en lugar de en el resultado en sí (J . H . C . Moust, 2016).

Estrategia pedagógica para el fortalecimiento de la competencia investigativa en el DS

Tomando como base los planteamientos teóricos y la experiencia docente en el área de desarrollo de software, se propone una estrategia didáctica para el fortalecimiento de competencias investigativas en los estudiantes del curso de Desarrollo para Móviles en la carrera de Ingeniería de Sistemas, dicha estrategia, según Bolaño M. & Duarte N. (2019) llamada **RADCo** por las iniciales de sus cuatro componentes fundamentales, el primer elemento y que es el núcleo de la estrategia, es el componente denominado Retos, en segundo lugar aparece el componente ABP, seguido por el componente Design Thinking y en el cuarto lugar, enmarcando los otros tres componentes, se encuentra el componente denominado Configuración del curso, ver Figura. 1.

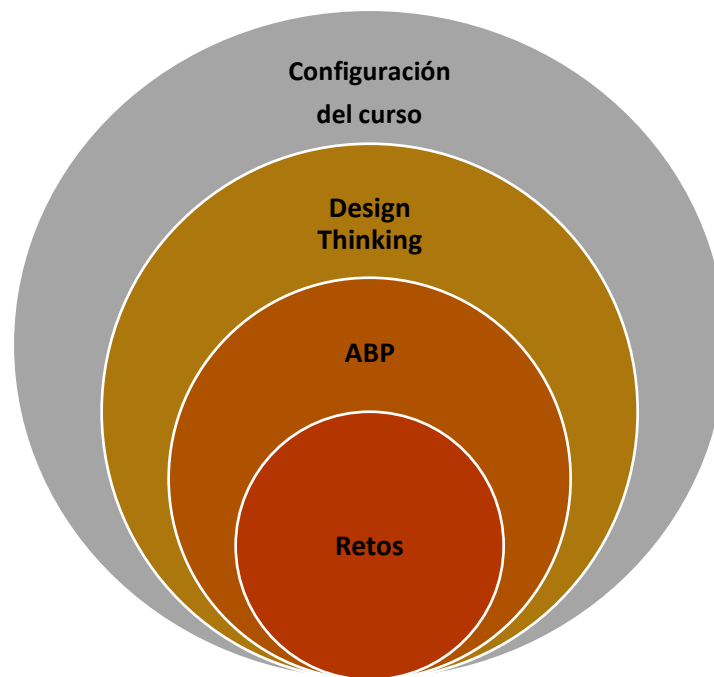


Figura. 1 Estrategia pedagógica para el fortalecimiento de la competencia investigativa en el DS.

Fuente: Bolaño M. & Duarte N. (2019)

En el **componente Retos**, se coloca a disposición de los estudiantes retos que pueden ser resueltos con tecnología y que son producto del esfuerzo y experiencia de diversas situaciones reales propias del contexto social, educativo, cultural y empresarial y que también hacen parte fundamental del medio en el que se desenvuelven los estudiantes. Es imperante los participantes puedan identificarse con las problemáticas que aquejan a la sociedad. Es por ello, que es fundamental presentar una ficha informativa, con información real, de la ubicación geográfica del reto, información elemental como ubicación, número de habitantes, extensión, actividad económica y plan de desarrollo. Adicionalmente, por cada reto identificado dentro del mismo espacio geográfico, presentar el nombre del reto, formulación del reto como pregunta, situación, oportunidad o problemática y expectativa o alcance. A continuación, unos ejemplos de la presentación de los retos utilizados:

Nombre del lugar: municipio, localidad, barrio o denominación geográfica que se utilice.

Ubicación: Ubicada al nororiente de la ciudad, limita al norte con la localidad A, por el occidente con las localidades B, en el oriente con la localidad D y los municipios X y al sur con las localidades E.

Número de habitantes: 176.000 aproximadamente.

Extensión: 4.800 hectáreas.

Actividad: Comercio, industria manufacturera, ejercicio inmobiliario y de alquiler.

Visión del plan de desarrollo: la localidad en el año 2022 será reconocida como una localidad segura, limpia, ordenada, moderna e incluyente, abierta a la tecnología y el emprendimiento que se sentirá orgullosa de sus tradiciones históricas, culturales, económicas y sociales, las cuales guiarán y promoverán su desarrollo.

Nombre del reto: Instituciones de educación superior amigas del territorio

Reto: ¿Cómo podemos crear lazos de colaboración entre las instituciones de educación superior y la comunidad de la localidad?

Situación: La situación de la localidad parte de que miles de estudiantes que provienen de otras partes de la ciudad visitan a diario el territorio haciendo uso del espacio público, pero la comunidad percibe que aquellos visitantes no dejan algo positivo aparte del consumo de servicios y productos en el sector.

Oportunidad: La oportunidad puede nacer en aprovechar el conocimiento y capacidades de los estudiantes de las instituciones educativas para generar proyectos sociales que generen cambios significativos en la estructura social del territorio.

Expectativa: La expectativa de los habitantes se basa en promover una interacción recíproca que busque otorgarle valor a la localidad. Los jóvenes estudiantes podrían apadrinar a niños que necesiten capacitarse en algún tema escolar específico o también podrían ayudar a fortalecer las habilidades comerciales de los vendedores locales.

Nombre del reto: Violencia contra la mujer

Reto: ¿Cómo podemos disminuir los índices de violencia contra la mujer en la localidad?

Situación: La situación de la localidad es particular ya que allí se han ejecutado los 3 feminicidios más impactantes de los últimos 3 años. A diario se hacen denuncias sobre cómo los hombres abusan física y psicológicamente de las mujeres. Es normal escuchar pleitos entre parejas en las calles que suelen salirse de tono.

Oportunidad: La problemática de la comunidad se origina en la existencia de hombres que se aprovechan de su fuerza para vulnerar los derechos de niñas y mujeres. Actos de machismo siguen ocurriendo en la vida diaria alimentando la violencia intrafamiliar en los hogares de Chapinero.

Expectativa: La expectativa de los habitantes se basa en aumentar la sensibilización hacia la ciudadanía para que pueda actuar firmemente ante cualquier abuso hacia la mujer, para que denuncie activamente los casos de violencia y se proteja la integridad de las madres cabeza de familia. También es esencial educar adecuadamente a los hombres para que cambien sus inaceptables comportamientos.

Nombre del reto: Colegios libres de drogas

Reto: ¿Cómo podemos reducir el consumo de drogas en los colegios?

Situación: La situación es que existen expendedores de drogas que aprovechan la ingenuidad de las personas y sus problemas familiares para incentivar el consumo, involucrando directamente a los niños y jóvenes más vulnerables.

Oportunidad: La problemática de la comunidad se origina cuando los niños y jóvenes se encuentran solos porque sus padres están trabajando todo el día, haciendo que estén expuestos a actos inescrupulosos. Sumado a esto, los hogares tienen problemas internos que genera una desconexión de cuidado y atención a los niños.

Expectativa: La expectativa de los habitantes se basa en prever un futuro cercano donde se cree una socialización a través de talleres para resolver el problema del expendio de drogas. Además, proponen focalizar nodos de consumo que sean controlados por la policía y demás entidades para apartar a los niños de los expendedores de drogas especialmente en los colegios. Adicionalmente se podría pensar en un acompañamiento pedagógico a los padres de los jóvenes consumidores para conocer cómo tratar la situación con sus hijos.

Toda la información referente a los retos fue tomada de (Ecosistema digital en Bogotá, 2018).

El componente ABP: utilizando el aprendizaje basado en proyectos, permite aproximarse a casos reales, partiendo de la necesidad de cambiar el paradigma de los procesos formativos, teniendo claro el porqué, para que y las necesidades en la vida, de cada una de las competencias adquiridas, consolidando un proceso de enseñanza-aprendizaje con sentido social y profesional. Con este componente se busca realizar un proyecto, normalmente de complejidad media, en un grupo de dos a tres integrantes. El proyecto debe ser analizado previamente por el docente para asegurarse de proporcionar al alumno lo necesario para resolverlo, y que durante su desarrollo fortalecerá todas

las competencias que se desean. El desarrollo del proyecto iniciará con una problemática básica a resolver. Esta debe basar su solución, principalmente en el análisis de la problemática, la investigación y el pensamiento crítico, además de la implementación de las tecnologías y conocimientos, que se vayan adquiriendo, para generar productos eficientes como resultado del proceso.

El componente Design Thinking: en este componente se aplica el método para el desarrollo del proyecto, el cual está conformado por cinco pasos elementales, comprender, definir, idear, prototipar, evaluar o probar. La descripción de cada uno de los pasos que se describen a continuación se tomó de (Stanford d.school, 2013).

Comprender: es la parte fundamental del proceso de diseño que está centrado en las personas y los usuarios, lo básico para comprender es observar, involucrarse, mirar y escuchar. Se debe hacer énfasis en que los problemas que se buscan resolver no son los propios, si no problemas de otras personas. En consecuencia, al diseñar para terceros, se debe comprender lo que ellos son como personas y lo que es importante para ellos.

Definir: aquí es importante determinar bien el desafío del proyecto basado en lo aprendido en el paso anterior. Después de transformarse en un experto instantáneo del problema adquiriendo una comprensión del contexto y de las personas para las cuales se está diseñando, esta etapa es sobre crear coherencia sobre la variada información que se ha reunido. La meta de esta etapa es crear una vista de diseño, a modo de maqueta, que represente la solución del problema de forma viable y significativa, que sirva de guía para dar un horizonte al usuario.

Idear: en esta etapa se empieza el proceso de diseño, se entregan los conceptos y los conceptos para hacer prototipos y crear soluciones innovadoras. Es un espacio para desarrollar lluvias de ideas y trabajar con mapas mentales, prototipos y guiones gráficos, entre otros. En esta etapa se conciben alternativas de donde elegir como posibles soluciones.

Prototipar: es un proceso de mejora en las fases iniciales del proyecto. El prototipado debe ser de manera rápida y barata de hacer pero que puedan mostrar tema para debatir y recibir retroalimentación de los usuarios y grupo de trabajo. Este proceso se va refinando mientras el proyecto avanza y los prototipos van mostrando más características formales de funcionalidades y su respectivo uso.

Evaluar: en este paso se evalúa solicitando la retroalimentación y opiniones sobre los prototipos que se han creado de los usuarios y colegas. Una buena regla es siempre hacer un prototipo creyendo que estamos en lo correcto, pero debemos evaluar pensando que estamos equivocados. Es la oportunidad para refinar y mejorar las soluciones, idealmente se debe evaluar y probar en el contexto del usuario.

El componente configuración del curso: el desarrollo del curso se configura en seis módulos, Nivelación, Prototipado inicial, Programación web I, Programación web II, Prototipado avanzado y Desarrollo de aplicaciones híbridas.

Nivelación: en este módulo se imparten los fundamentos básicos de tecnologías y programación web.

Prototipado inicial: aquí se definen los objetivos del producto, se planean los prototipos, se diseña en papel los prototipos, se realiza el diseño digital del prototipo, se evalúa la eficiencia del prototipo, se aplican patrones y buenas prácticas de diseño.

Programación web I: modulo relativo al concepto de frontend, donde se abordan temas de diseño de algoritmos, tecnologías web como HTML, CSS y JavaScript, fundamentos de persistencia de datos, conceptos y herramientas de gestión de versiones en proyectos de desarrollo de software.

Programación web II: modulo relativo al concepto de backend, donde se abordan temas de comprensión del lenguaje de programación, enfoque arquitectural, framework, integración con l fuente de datos y uso de APIs.

Prototipado avanzado: en este módulo se abordan los temas de integración entre el frontend y el backend, prototipo funcional, versión beta y despliegue del proyecto.

Desarrollo de aplicaciones híbridas: modulo donde se adquieren los fundamentos de desarrollo de una aplicación para dispositivos móviles. Se abordan temas de arquitectura, emuladores, plugin, notificaciones y tecnologías de desarrollo en el contexto de dispositivos móviles.

Resultados

A continuación, se presentan los retos seleccionados y adicionalmente la solución establecida por los participantes, luego de aplicar estrategia RADCo durante el desarrollo del curso de *desarrollo para móviles* en la temporada 2019-1 del programa de Ingeniería de Sistemas de la Universidad Católica Colombia, de la ciudad de Bogotá - Colombia:

Tabla. 2 Retos y Soluciones,

Retos	Denominación	Descripción de la solución
1. ¿Cómo podemos crear lazos de colaboración entre las instituciones de educación superior y la comunidad de la localidad?	TutorApp	Aplicación móvil que permite generar una conectividad entre las instituciones escolares y las universidades, permitiendo que estudiantes sobresalientes puedan brindar tutorías a alumnos de colegios, en materias de ciencias básicas.
2. ¿Cómo podemos disminuir los índices de violencia contra la mujer en la localidad?	Help Women	Aplicación móvil que brinda ayuda sobre como asumir este tipo de problemas, además de foros, información sobre integridad física, mental y formas de superación.
3. ¿Cómo podemos reducir el consumo de drogas en los colegios?	Colegios libre de drogas	Aplicación móvil que brinda información acerca de las drogas, sus componentes, consecuencias, efectos en el cuerpo humano, como denunciar, centros de rehabilitación, fundaciones de ayuda, eventos deportivos, recreación y foros.
4. ¿Cómo podemos incrementar la percepción de seguridad a través de la efectividad de las denuncias?	MPánico	Aplicación móvil que permite realizar denuncias, seguimiento a las denuncias e incorpora un botón de pánico.
5. ¿Cómo podemos motivar a los habitantes de la localidad a recolectar adecuadamente las basuras?	LimpiApp	Aplicación móvil que busca dar estímulos a las personas para que aprendan a separar y recolectar los residuos. Además, brinda información sobre puntos de recolección de basura.
6. ¿Cómo podemos mejorar la recolección de residuos (plásticos, vidrio, cartón...)?	ReciclApp	Aplicación móvil que busca mediante el uso de la tecnología, generar y mejorar la conciencia ecológica en las personas y empoderar a la ciudadanía en los procesos de gestión de residuos aportando así a la preservación del medio ambiente.

7. ¿Cómo podemos contribuir a las fundaciones locales para que puedan sostenerse económicamente?	ONGApp	Aplicación móvil que fomenta el apoyo a este tipo de organizaciones, a través de contribuciones, la muestra del trabajo realizado, historias de vida y el impacto que generan en la comunidad.
Proceso de definición, comprensión, idear, prototipar y afianzamiento de aprendizaje.		

Fuente: Elaboración propia

Una vez seleccionado el reto, luego de realizar el proceso de *definir* el proyecto, tomando como insumo la información recopilada en la comprensión y presentar a modo de diseño inicial un wireframe o maqueta con la visión de la solución al reto seleccionado; luego, atendiendo el proceso de *comprensión*, cada grupo realizo una presentación donde socializaban, el contexto del reto, un estado del arte, la solución tecnológica y sus principales características, de manera general, afianzando el aprendizaje y compartiendo la experiencia investigativa.

A continuación, para no hacer extenso este ítem, se presentará los wireframe demostrados por los estudiantes para los tres primeros retos presentados en la tabla 1.

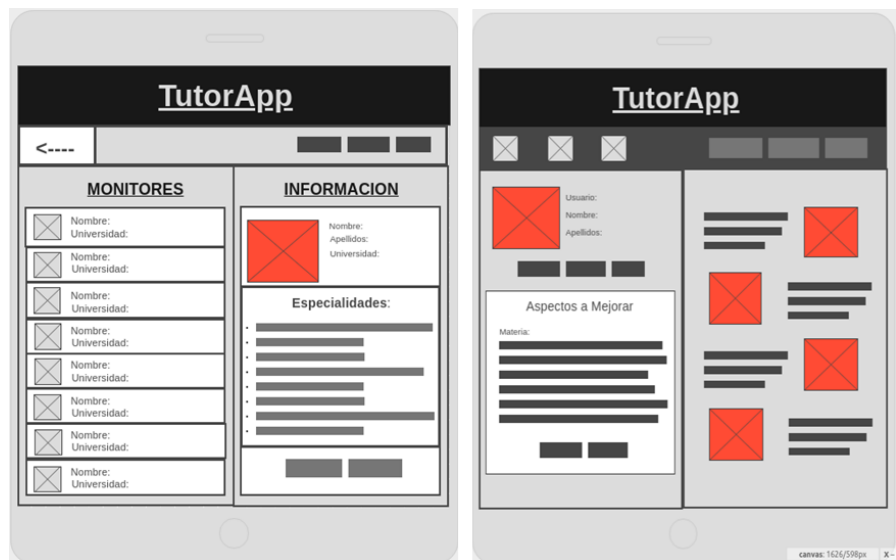


Figura. 3. Wireframe para el reto 1, solución denominada TutorApp

En la Figura. 3, se presenta una muestra del wireframe, de lo que se proyecta hacer a nivel de interfaz gráfica de usuario, para la solución del reto seleccionado. En la figura se puede observar, el diseño inicial de cómo se presentará información básica de los monitores y de los estudiantes que recibirán la ayuda. Los integrantes del grupo, de forma general describen la solución así: *“La idea principal del proyecto es diseñar una aplicación móvil que genere una conectividad entre las instituciones escolares y las universidades, permitiendo que estudiantes sobresalientes puedan brindar tutorías a alumnos de colegios, en materias que en su mayoría se encontraran las de ciencias básicas. La aplicación constará de una base de datos que estará conectada con los monitores que se encuentran disponibles en la universidad, y podrá ser utilizada por los padres de familia de los estudiantes del liceo. Cuando un profesor vea que alguno de sus alumnos requiere de un acompañamiento extra clase, se lo deberá hacer saber a los padres del estudiante, y ellos por medio de un módulo de mensajería directa que se encontrara en la aplicación, podrían contactar a alguno de los monitores y realizar un acuerdo para las horas en las que dentro de la universidad el estudiante podría recibir estas tutorías.”*

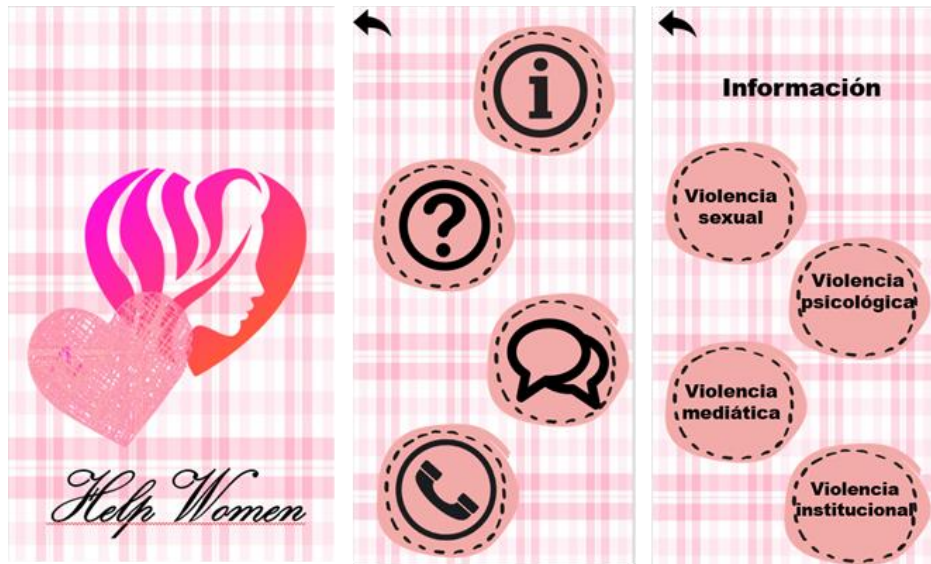


Figura. 4. Wireframe para el reto 2, solución denominada Help Women

En la Figura. 4, se presentan algunos de los wireframe definidos por los estudiantes, como parte del diseño inicial de la solución propuesta. Se puede observar el diseño de la página inicial de la aplicación móvil, seguida por otra página que muestra opciones de Información, Ayuda, Chat y números de contacto. También se presenta como se vería la página de Información, la cual aborda los diferentes tipos de violencia. Para este caso, los estudiantes investigaron sobre la violencia de género, los tipos de violencia, estadísticas y diagnóstico de la alcaldía mayor, por qué las mujeres no denuncian el maltrato o abuso en su contra, para posteriormente empezar a definir la solución definitiva.

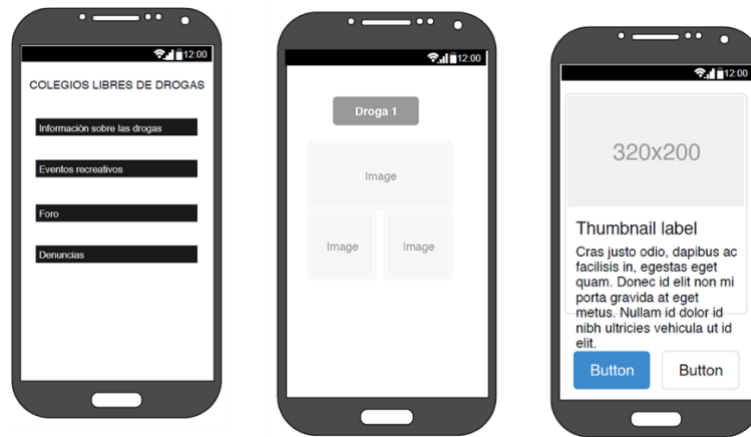


Figura. 5. Wireframe para el reto 3. Solución denominada Colegios libres de drogas

En la Figura. 5, se presentan algunos de los wireframe definidos, donde se puede observar el diseño inicial de la página principal con las opciones de menú, seguida por la propuesta para la página donde se presentará las imágenes alusivas a una droga en particular y posteriormente se presenta del diseño de la página, de cómo se presentará información relativa a una droga. Los estudiantes, de forma general describen la solución así: *“Diseñar una aplicación móvil en la cual se encuentre información acerca de las drogas existentes más conocidas en la sociedad, sus componentes, sus consecuencias, sus efectos en el cuerpo humano. Además de, información importante de las entidades para denunciar el expendio de drogas en la localidad como CAI,*

alcaldía, línea de emergencia. Información sobre centros de rehabilitación, fundaciones y entidades distritales que ofrecen ayuda para salir de las adicciones. Información sobre eventos que ofrece la alcaldía de la localidad para que los jóvenes asistan en sus tiempos libres para incentivar el deporte y la recreación. Foro anónimo, en donde los jóvenes puedan expresar que están siendo obligados a consumir, vender, entre otras situaciones.”

El siguiente paso en el proceso fue **idear**, en el cual se realizó un proceso de diseño más elaborado y más cercano a la realidad de cómo se vería la solución. A continuación, ver Figura. 6 se presenta un diseño más elaborado con respecto al diseño presentado en la Figura. 5:



Figura. 6. Mockup resultado del paso de Idear

El siguiente paso fue prototipar, donde se va refinando y formalizando las funcionalidades y diseño de la solución, producto de la retroalimentación, debate del grupo y con el docente que hacía las veces de usuario final de la solución propuesta. En la Figura. 7, se presenta la evidencia del desarrollo de una sesión de prototipado:

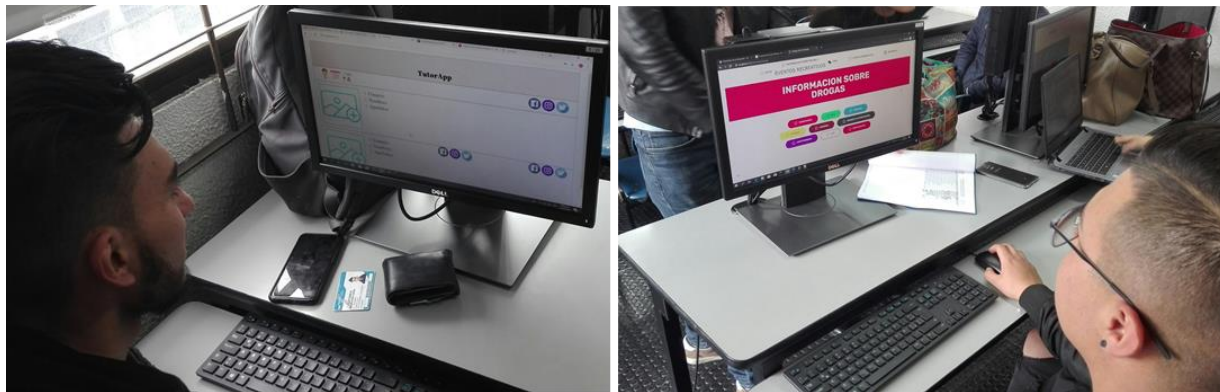


Figura. 7. Sesión de prototipado

Con los resultados anteriores mostraron el cumplimiento del Cuso desarrollo para móviles , la generación de productos propios de materia, con la implementación de la estrategia RADCo, debiendo pasar por varios procesos desde idear, comprender, prototipar, evaluar, afianzar el aprendizaje, se realiza una evaluación del impacto, obteniendo resultados muy positivos acerca de la estrategia empleada, la forma como se abordó y sobre todo dar solución a problemas profesionales desde una concepción científica e investigativa.

Discusión de resultados:

Teniendo en cuenta el análisis de los resultados: definición, comprensión, el idear, prototipar y el afianzamiento de aprendizaje, coinciden con lo asegurado por (Bolaño & Duarte, 2019), quienes afirman que la estrategia RADCo permite fortalecimiento de la competencia investigativa en el desarrollo de software. De acuerdo a lo anterior, es importante destacar que dada estrategia ofreció interesantes resultados frente a su ejecución., debiendo responder a las necesidades del curso, lineamientos nacionales e internacionales, las habilidades teórico – prácticas; y es en este sentido, como docentes, tenemos la gran responsabilidad de poder idear estrategias contextualizadas que provoquen resultados, que deban estar en constante evaluación, mejoramiento y replanteamiento.

Adicionalmente atienden a las premisas de (C. R. T. Díaz, 2010), el enfoque de competencias en la formación investigativa debe estar orientado a las características de los diversos contextos donde se manifiestan los procesos de la profesión en congruencia con la competencia a formar en los estudiantes. Y es precisamente lo que como docentes debemos estar atentos, a que deben responder a dicho contexto, y necesidades, que pueden ser cambiantes. Con empleo de esta estrategia, se pudo evidenciar que los estudiantes mostraron mayor interés en realizar investigación aplicada alrededor de contextos reales.

Finalmente concuerdan con (Li & Chun, 2011), señala que el proceso de aprendizaje de un alumno para comprender o resolver un problema, problemática mostrada en forma de Retos, de igual manera atienden a lo señalado por (Stanford d.school, 2013), al tomar cada uno de los pasos para su desarrollo eficiente.

Al comienzo del curso esperaban que el docente fuese el elemento principal de su aprendizaje, pero con el avance del desarrollo del curso y aplicación de la estrategia, fueron apropiándose, tomando el liderazgo del proceso de aprendizaje y construcción de su propio conocimiento, donde asumieron los retos, apegándose de los procesos para su desarrollo. Observándose en los estudiantes una posición de seguridad frente a su trabajo realizado y veían al docente no como la figura que les dice que hacer y cómo hacer su trabajo, si no como un cliente a quien se le debe presentar una solución que responda a sus necesidades y expectativas.

Conclusiones

Para los estudiantes, trabajar directamente con retos que involucran problemáticas reales y con los que se sienten identificados y pueden escoger libremente, los motiva a analizar, investigar, incentiva el auto aprendizaje y la participación activa en su propio aprendizaje. Sienten y pueden ver que su profesión, en la cual se están formando, hace parte activa de la solución de problemas en diversos contextos de la vida real.

La estrategia pedagógica **RADCo**, para el fortalecimiento de la competencia investigativa en el desarrollo de software, en sus cuatro componentes, Retos, ABP, Design Thinking y Configuración del curso, permitió una orientación metodológica, el desarrollo de habilidades investigativas para resolver problemas que integran aspectos académicos aplicados a su especialidad profesional, en contextos reales.

La implementación de la estrategia en el curso de desarrollo para móviles, demostró que los estudiantes asumieron, progresivamente, el protagonismo de su formación y no esperaban que el docente resolviera sus problemas de aprendizaje, si no que veían al docente con un perfil mixto entre tutor, asesor y cliente, a quien se consultaba para tener claridad sobre herramientas, tecnologías y las necesidades funcionales, para de esta manera garantizar la entrega de un producto que cumpliera con las expectativas esperadas. Adicionalmente, esta estrategia promovió la integración entre todo el grupo, puesto que, como el docente ya no es el protagonista, antes de consultarlo buscaban la forma de integrarse como curso para resolver las dificultades presentadas con el dominio de las tecnologías y herramientas de desarrollo.

Finalmente, recomendar la estrategia **RADCo**, a todos esos docentes que no solo quieren cumplir con un desarrollo de un curso de Diseño de móviles, sino que además se propongan dejar una experiencia significativa a sus estudiantes a partir de la investigación, y de una forma dinámica y creativa atendiendo a las necesidades del estudiante y del entorno.

Agradecimientos

A la Corporación Universitaria Remington, la Universidad del Magdalena y al Politécnico Gran Colombiano, por crear espacios de investigación, asignar recursos para hacer posible el desarrollo de este tipo de productos y participación en eventos que promueven la socialización y divulgación del conocimiento.

Referencias

- Bolaño M. & Duarte N. (2019) RADCo: estrategia pedagógica para el fortalecimiento de la competencia investigativa en el diseño de software. Documento Registrado bajo el número: 10754482.
- Brown, T., & Wyatt, J. (2013). Design Thinking for Social Innovation. *Development Outreach*, 12(1), 29–43. https://doi.org/10.1596/1020-797x_12_1_29
- Cinis, H. (2018). Improving the definition of software development projects through design thinking led collaboration workshops. *2018 IEEE/ACM 40th International Conference on Software Engineering: Software Engineering in Practice Track (ICSE-SEIP)*, 254–255. <https://doi.org/10.1145/3183519.3183535>
- Díaz, C. R. T. (2010). EL PROCESO DE FORMACIÓN INVESTIGATIVA DEL PROFESIONAL INGENIERO Y LA (S) COMPETENCIA (S) INVESTIGATIVA (S), XV(4), 37–47.
- Díaz, R. T. (2013). La Formación Basada En Competencias En La Educación Superior Desde Una Perspectiva Integradora. *The Formation in Competence in Higher Education From an Integrative Perspective.*, 4(4), 45–64. Retrieved from <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=fua&AN=91531631&lang=es&site=ehost-live>
- Ecosistema digital en Bogotá. (2018). Proyecto de generación de capacidades en el ecosistema digital en Bogotá.
- Estrada Molina, O. (2014). Sistematización teórica sobre la competencia investigativa. *Revista Electrónica Educare*, 18(2), 177–194. <https://doi.org/10.15359/ree.18-2.9>
- Ferrer, Y., & Carbonell, E. F. (2014). Estrategia Para La Formación De Competencias Investigativas En Estudiantes De La Carrera Ingeniería Informática. *Revista Didasc@ Lia.*, V, 143–162.
- Hayes, E. R., & Games, I. A. (2008). Making computer games and design thinking: A review of current software and strategies. *Games and Culture*, 3(3–4), 309–332.

- <https://doi.org/10.1177/1555412008317312>
- J. H. C. Moust, H. J. M. van B. and H. G. S. (2016). Signs of Erosion : Reflections on Three Decades of Problem-Based Learning at Maastricht, *50*(4), 665–683. <https://doi.org/10.1007/s10734-004-6371-z>
- Johansson-Sköldberg, U., Woodilla, J., & Çetinkaya, M. (2013). Design thinking: Past, present and possible futures. *Creativity and Innovation Management*, *22*(2), 121–146. <https://doi.org/10.1111/caim.12023>
- Kazuhiko, Y. (2014). Design Thinking and Human-Centered Design - Solution-Based Approaches to Innovation and Problem-Solving in Social Environment. *NEC Technical Journal*, *8*(3), 15–19.
- Li, S. C., & Chun, K. K. (2011). Apply problem-based learning in mobile learning environment. *Proceedings of the 2011 11th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies, ICALT 2011*, 129–130. <https://doi.org/10.1109/ICALT.2011.44>
- Lopes, B., Cravino, P., & Silva, A. A. (2010). Effective Teaching for Intended Learning Outcomes in Science and Technology (Metilost), 115. Retrieved from <http://books.google.ps/books?id=tLGbQwAACAAJ>
- Oscar Mas Torelló. (2001). El Profesor Universitario: Sus Competencias Y Formación. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, *15*, 195–211. Retrieved from <http://www.redalyc.org/pdf/567/56722230013.pdf>
- Palacin-Silva, M., Khakurel, J., Happonen, A., Hynninen, T., & Porras, J. (2017). Infusing Design Thinking into a Software Engineering Capstone Course. *Proceedings - 30th IEEE Conference on Software Engineering Education and Training, CSEE and T 2017, 2017-Janua*, 212–221. <https://doi.org/10.1109/CSEET.2017.41>
- Popovic, C. (2013). Teaching for quality learning at university. (2nd Edn.). *Innovations in Education and Teaching International*, *50*(4), 422–423. <https://doi.org/10.1080/14703297.2013.839332>
- Sandy Winnefeld, J. A., Kirchhoff, C., & Upton, D. M. (2015). Cybersecurity's human factor: Lessons from the pentagon. *Harvard Business Review*, *2015*(September).
- Stanford d.school. (2013). An introduction to Design Thinking. https://doi.org/10.1007/978-1-4302-6182-7_1
- Valentim, N. M. C., Silva, W., & Conte, T. (2017). The students' perspectives on applying design thinking for the design of mobile applications. *Proceedings - 2017 IEEE/ACM 39th International Conference on Software Engineering: Software Engineering and Education Track, ICSE-SEET 2017*, 77–86. <https://doi.org/10.1109/ICSE-SEET.2017.10>
- Viegas, C., Marques, A., & Alves, G. R. (2017). 21 st Century Challenges in Engineering and Technological learning Difference Between Simulation and Remote, 2–4.

Prisma: El Desafío de la Telesalud en Escenarios de Aprendizaje Basados en Tic

Myriam Leonor Torres Pérez
Universidad Nacional Abierta y a Distancia
Colombia

Myriam Leonor Torres Pérez: Phd. En Salud Pública, Decana Escuela de Ciencias de la Salud, Universidad nacional Abierta y a Distancia;

Correspondencia: myriam.torres@unad.edu.co

Resumen

Para nuestro país es necesaria la modulación y rectoría de las iniciativas que se encuentran en el contexto, para que se observe un impacto adecuado y una gestión efectiva. La integración del Modelo de Telesalud y la Estrategia de Atención Primaria en Salud APS desea ir más allá de la visión del problema, ya que si se sigue en esta posición se continuaría en lo que año tras año se ha venido haciendo, tratando de acabar un problema, pero no previendo riesgos; Bajo este escenario, la universidad Nacional Abierta y a Distancia y la Escuela de Ciencias de la Salud, cuentan con el Plan de Penetración Territorial en Servicios de Telesalud e Informática Médica, "PRISMA", Este proyecto se convierte en la concreción de la apuesta para los actores sociales involucrados que desarrollan procesos de empoderamiento en la implementación de la Telesalud como Modelo para la Obtención de Niveles Óptimos de Resolutividad en la Estrategia de APS y de la Penetración de Especialidades Médicas, apunta a potenciar la gestión y administración de la nueva política en Salud, e incorpora los avances en TIC en completa armonía de la definición de salud que aplica para nuestro país.

Palabras Claves: Prisma, Telesalud, Telemedicina, APS, Anfiteatro Virtual, TIC.

Prism: The Challenge of Telehealth in Tic-based Learning Scenarios

Abstract

For our country it is necessary to modulate and steer the initiatives that are in the context, so that an adequate impact and effective management is observed. The integration of the Telehealth Model and the Primary Health Care Strategy APS wants to go beyond the vision of the problem, because if it continues in this position it would continue in what year after year has been done, trying to finish a problem, but not foreseeing risks; Under this scenario, the National Open University and Distance and the School of Health Sciences, have the Territorial Penetration Plan in Telehealth Services and Medical Informatics, "PRISMA", This project becomes the concretion of the bet for the Social actors involved who develop empowerment processes in the implementation of Telehealth as a Model for Obtaining Optimal Levels of Resolutivity in the Strategy of PHC and the Penetration of Medical Specialties, aims to enhance the management and administration of the new Health policy , and incorporates advances in ICT in complete harmony of the definition of health that applies to our country.

Key Words: *Prism, Telehealth, Telemedicine, Aps, Virtual Amphitheater, TIC.*

Introducción

La experiencia plantea la importancia de la Atención Primaria de Salud (APS) como estrategia que sigue representado el mayor esfuerzo internacional de los países por alcanzar la salud mundial. Los planteamientos y las necesidades que se deben asumir continúan vigentes 36 años después de la Conferencia Internacional de Alma-Ata de 1978. La lucha por la Salud para todos y las estrategias para lograrlo son largas y difíciles. No parte de Alma-Ata, como se lee en la mayoría de los textos, pero lo más sorprendente es que muchas personas pioneras de la APS están olvidadas en los documentos de APS más citados. Las nuevas generaciones de profesionales y trabajadores de la salud no conocen a personajes como Henry Sigerist, Salvador Allende, Gustavo Molina, Sidney Kark, Franco Basaglia, César Uribe Piedrahíta, Héctor Abad o Santiago Rengifo. Recuperar a las personas que lucharon tiene enorme importancia para la salud pública colombiana hoy.

En las actuales y críticas circunstancias de la salud pública en Colombia, es útil compartir reflexiones e información fruto no sólo de la experiencia y jornadas académicas, sino de las expresiones de respaldo y motivación de las personas que trabajan y estudian estos temas y que, de una u otra manera creen y son “apasionados” por mejorar las condiciones de salud de las poblaciones de las que somos parte.

Bajo este escenario, este proyecto se convierte en la concreción de la apuesta para los actores sociales involucrados que desarrollan procesos de empoderamiento en la implementación de estrategias de Atención Primaria en Salud APS y aplicación de la Telesalud en las diferentes comunidades del territorio colombiano.

El objetivo del proyecto es convertirse en un referente de consulta relevante y actual no sólo para continuar en el proceso de mejoramiento del sistema de seguridad social del país sino en la urgente transformación que se requiere en las estrategias de participación activa para los actores locales, comunitarios e institucionales de los municipios de Colombia en el momento de percibir la APS, manifestándose en un sistema de actitudes y hábitos de autocuidado y convivencia cotidiana, a partir del quehacer de los procesos de las experiencias de los municipios Colombianos.

La experiencia ha sido trabajada desde patrones pedagógicos, académicos y metodológicos para que se consolide como herramienta en el reconocimiento de la APS como una estrategia eficaz en el logro de resultados en salud, equidad y disminución de los costos del sistema de salud; en función de alcanzar el bienestar, la calidad de vida y la equidad social de los pueblos; a través del diseño y confección de una trama de valores y prácticas en los intercambios sociales, culturales y educativos en la experiencia de lo cotidiano.

Entendiendo la Telesalud como la aplicación de las tecnologías de información y telecomunicaciones para transferir información del cuidado de la salud para brindar servicios clínicos, administrativos y educativos, lo que incluye un grupo de actividades de promoción, prevención (hoy llamado Gestión del Riesgo), diagnóstico y tratamiento a comunidades remotas, rurales o urbanas donde no se cuenta con personal especializado. La Telesalud acorta distancias y tiempos de atención, diagnósticos y tratamientos oportunos, atención continua a través de interconsultas y mayor cobertura, además permite una interacción mayor con la comunidad a través de programas educativos destinados a fomentar su bienestar desde la comodidad y seguridad de su hogar.

Dentro del marco de la Ley 1410 de 2010, el gobierno nacional establece los lineamientos para el desarrollo de la Telesalud en Colombia, y particularmente en su capítulo V, artículo 10 recomienda la creación de especializaciones en Telesalud en las universidades del país, siendo la Telesalud uno de los pilares más importantes dentro del Plan TIC de Ministerio de TIC y el

Ministerio de Salud y Protección social. Se hace necesario entonces capacitar a los profesionales del área de la salud en el manejo, los protocolos, alcances y limitaciones que la Telesalud brinda en todo el proceso de atención y diagnóstico del paciente, así como proporcionarles conocimientos en el uso de la tecnología y de los medios que se emplean para el desarrollo de esta.

Mientras la tecnología avanza y los equipos ofrecen más funciones van apareciendo nuevas aplicaciones para la Telesalud. Es por ello por lo que hoy día, la Telemedicina utiliza las tecnologías de la información y la comunicación para la transferencia, el análisis y el diagnóstico de información médica entre la mayoría de las especialidades médicas. Incluso la cirugía tele-dirigida comienza a ser una posibilidad a través del uso de la telemedicina. Actualmente se trabaja en mecanismos que llevan a escalas muy pequeñas los movimientos de las manos del cirujano. En este caso, el médico maneja una interfaz que a través de dispositivos electrónicos y mecánicos reproduce los movimientos de las manos del cirujano, pero en escalas muy pequeñas. De este modo se pueden reparar daños dentro de vasos muy pequeños.

Pero esta red fue creciendo, y ya no comprende solo el acto médico transmitido para el diagnóstico y tratamiento, ahora es necesario capacitar al personal y a la comunidad en el manejo de este nuevo tipo de tecnología, así como el de conocer todas las implicaciones y campos que abrió la Gestión Informática en Salud y la Informática en Salud. Al ingresar esta nueva utilidad, ingresa el término de Telesalud que se define como la aplicación de las tecnologías de la información y la telecomunicación para transferir información del cuidado de la salud brindando servicios clínicos, administrativos y educativos.

La diferencia entre estos dos términos radica en que la telemedicina involucra solo el acto clínico de diagnóstico como tal, mientras que la Telesalud permite que en la transferencia se envíe información que incluya o no contenido clínico.

Todos estos desarrollos e implementaciones sirvieron de base para que en los últimos años la Telesalud haya recibido un impulso muy importante gracias al desarrollo de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. Resulta evidente el interés creciente de los sectores público y privado por explotar las capacidades de los sistemas de telecomunicación avanzados para su uso en la mejora de los servicios de salud. Estados Unidos en primer lugar, en Australia, Canadá y también en menor medida en Europa, existen ya numerosos programas y redes de Telemedicina en funcionamiento estable, que se han visto multiplicados con el desarrollo de Internet, la telefonía móvil y las nuevas redes de telecomunicaciones de banda ancha.

La situación de la salud en el mundo ha mejorado de manera continua durante la última década, lo anterior, debido a la mayor existencia de programas de salud pública y de servicios de salud con apoyo de las TIC, suma de cambios ambientales, socioculturales y tecnológicos e iniciativas de integración subregionales y regionales que están echando abajo las barreras físicas que separan las áreas geográficas mediante su integración virtual.

La incorporación de las TIC a los Sistemas de Salud permite “Controlar costos crecientes, optimizar procesos y reasignar recursos que son retos permanentes de cualquier sistema sanitario. Pero es aún más importante cuando aquello permite mejorar la cobertura, especialmente de atención primaria, para los más vulnerables” (CEPAL, 2011)

Particularmente en este proyecto, se recoge la necesidad de la incorporación de las TIC en la Salud como una “decisión de política pública destinada a mejorar la efectividad y la eficiencia del sector. Sus objetivos específicos varían entre regiones y países, pero responden básicamente a dos hechos: De un lado, una realidad social marcada por las necesidades de los ciudadanos, cuyas expectativas son cada vez mayores porque disponen de acceso a gran cantidad de información. En América Latina y el Caribe es prioritario mejorar el acceso de los pacientes a una salud más oportuna y de mejor calidad, dificultada tanto por las desigualdades sociales como por la dispersión geográfica de los ciudadanos. Por otra parte, la necesidad de garantizar la sostenibilidad de los sistemas de

salud, puesta en riesgo tanto por la coyuntura económico-financiera y las restricciones presupuestarias, como por el incremento de los costes asistenciales asociado a la aparición de nuevas técnicas médicas y al cambio en el perfil epidemiológico” (CEPAL, 2011).

Aquí es importante realizar un análisis del desarrollo de la política de Salud Pública en Colombia, destinada a mejorar la efectividad y la eficiencia del sector, en donde la Telesalud tiene una injerencia directa en la prestación de los servicios de salud. La Ley 1438 de 2011 se propone fortalecer el Sistema General de Seguridad Social en Salud (SGSSS), a través de un modelo de prestación del servicio público de salud, que retome la estrategia Atención Primaria en Salud para que, mediante la acción coordinada del Estado, las instituciones y la sociedad, se avance en el mejoramiento de la salud de los habitantes del país, para lo cual se requiere la creación de ambientes sanos y saludables; a la vez que se garantice que la prestación de los servicios se efectúe dentro de estándares crecientes de calidad, y que dicha prestación sea incluyente y equitativa, donde el centro y objetivo de todos los esfuerzos sean los residentes en el país. Así quedó establecido en su artículo 1º: “El Sistema General de Seguridad Social en Salud estará orientado a generar condiciones que protejan la salud de los colombianos, siendo el bienestar del usuario el eje central y núcleo articulador de las políticas en salud”; Para esto, concurrirán acciones de salud pública, promoción de la salud, prevención de la enfermedad y demás prestaciones que, en el marco de una estrategia de Atención Primaria en Salud, sean necesarias para promover de manera constante la salud de la población”.

La Estrategia de Atención Primaria en Salud, según los mandatos de la Ley antes anotada, está constituida por tres componentes integrados e interdependientes:

1. Los servicios de salud. En este componente se destaca la organización en redes integradas de servicios (RISS), la política de fortalecimiento de la baja complejidad. Así mismo, la organización e implementación de Equipos Básicos de salud.

2. La acción intersectorial/transectorial por la salud. Este componente se convirtió en uno de los principios del SGSSS (Minsalud 2011), en la ley anotada, en la cual se ordena crear la Comisión Intersectorial de Salud pública, “... para hacer seguimiento a las acciones para el manejo de determinantes en salud, la cual informará al CONPES”. En este componente es necesario tener en cuenta los documentos CONPES (Minsalud, 2011) relacionados con la adopción de los compromisos de país para cumplir con los Objetivos del Milenio y el 3550 de 2008, referido a los “Lineamientos para la formulación de la política integral de salud ambiental con énfasis en los componentes de calidad de aire, calidad de agua y seguridad química”; así mismo, una serie de Comisiones Intersectoriales, que ya ejecutan acciones con efectos sobre la salud y sus determinantes.

3. La participación social, comunitaria y ciudadana. Este componente, está fundamentado, además, en los principios del SGSSS y debe ser objeto de la formulación de una política específica.

Se determinó que la aplicación de esta estrategia debe tomar como marco, las regulaciones relacionadas con el Plan Decenal de Salud Pública, en la ejecución y resultados de las acciones de promoción de la salud y la prevención de la enfermedad como pilares de la estrategia de Atención Primaria en Salud, y en la conformación de los equipos básicos en salud y de las redes integradas de servicios de salud, igualmente esta norma define los elementos para la implementación de la estrategia de Atención Primaria.

Ahora bien, la Atención Primaria en Salud, como estrategia nacional, debe estar en concordancia con el ordenamiento territorial, y los planes respectivos, pues de su aplicación y grado de acatamiento, se derivan efectos determinantes para la salud de las poblaciones de cada territorio. Esta coordinación se da a nivel nacional, mediante la integración de las políticas sociales y demás, en función de las condiciones de salud de la población y tiene su correspondencia en el nivel territorial, en los planes de desarrollo de las entidades territoriales y demás acciones orientadas al desarrollo de los territorios.

En este sentido, uno de los retos clave que se presentan es el de dotar a los sistemas de salud con recursos humanos en número suficiente y adecuadamente capacitados, de forma que sea el lugar donde se puedan resolver la mayoría de los problemas sanitarios que padece la comunidad.

En efecto, la renovación de la APS exige una transformación profunda en los programas de formación de los profesionales de la salud, así como la expansión y diseminación del conocimiento sobre este nivel de atención. Tal propósito supone resolver problemas difíciles, entre los que cabe destacar la insuficiencia de personal calificado para proveer la cobertura universal, el desequilibrio de recursos en favor de la concentración en ciudades y hospitales, la falta de políticas de incentivos, los elevados costos del personal, la escasez de supervisión apropiada, la formación con enfoque predominantemente curativo y orientada a las especialidades, así como el débil desarrollo del trabajo en equipo, todos considerados como los problemas más frecuentes que afrontan actualmente los servicios de salud.

En consecuencia, el avance de la estrategia de renovación comportará la necesidad de contar con más profesionales con formación específica, es decir, capacitados para desempeñar un conjunto de funciones específicas de la atención primaria. Este conjunto de conocimientos y habilidades se diferencia de los del resto del sistema y se deberá adecuar al nuevo contexto configurado conforme a la estrategia de APS (Molina-Durán et al., 1996). Así mismo, el énfasis que dicha estrategia ejerce sobre la equidad de acceso y la calidad de los servicios requiere sistematizar los procedimientos y el trabajo en red, como poderosos instrumentos para aumentar la capacidad resolutoria de los equipos al fomentar la coparticipación y la corresponsabilidad de sus integrantes (Aguirre-Huacuja, 1994).

Por último, se plantea una propuesta de como diseñar y desarrollar programas y proyectos de Telesalud para ser masificados en las regiones de Colombia y Latinoamérica, priorizando por encima de la adquisición de tecnología en los centros de salud (que también es muy importante), el enfoque que debe tener estos proyectos para hacer óptimos los niveles de resolutoria en la Estrategia de APS en el país, sobre todo en las zonas más apartadas y desprotegidas del territorio nacional.

Metodología:

La Atención Primaria de Salud (APS), conforme a la Organización Panamericana de Salud (OPS), debe constituir la base de los sistemas nacionales de salud por ser la mejor estrategia para producir mejorías sostenibles y una mayor equidad en el estado de salud de la población. Dicha recomendación se sustenta en el momento actual sobre sólidas evidencias científicas. La APS abarcadora es un conjunto de valores: derecho al más alto nivel de protección de la salud, solidaridad y equidad; principios: responsabilidad gubernamental, sostenibilidad, intersectorialidad, participación social entre otros y, elementos estructurantes del sistema de servicios de salud (atributos de la APS): acceso de primer contacto, integralidad, longitudinalidad, coordinación, orientación familiar y comunitaria y competencia cultural. Para garantizar la legitimidad de esta estrategia frente a la sociedad, el sistema de servicios de salud basado en la APS debe estar caracterizado por el más alto patrón de excelencia posible. Este objetivo solo puede ser alcanzado con la presencia de profesionales calificados y formados para tal fin.

Distintas recomendaciones convergen para la expansión de sistemas de servicios de salud basados en la Atención Primaria de Salud (APS) como forma de atender a tales propósitos. Evidencias recientes muestran la necesidad de contar con recursos humanos calificados con competencias específicas para alcanzar mejores resultados y más costo-efectivos. El número insuficiente de personas trabajando a partir de tales competencias es aún uno de los factores que limita el impacto potencial de esta estrategia en los indicadores de salud de la población.

En América Latina y en algunos países europeos, el rol de trabajadores calificados en APS lo asumen médicos de familia, enfermeros y auxiliares de enfermería. La formación existente se basa en diplomados o cursos de profundización para los profesionales de la salud, pero no existe en el País un programa de las características del planteado en esta propuesta.

En este sentido hay una imperiosa necesidad de contar con personal cualificado en la formación universitaria específicamente en APS, partiendo de una carrera tecnológica como punto de inicio para el desarrollo de las acciones necesarias para la construcción de sistemas de salud más efectivos y equitativos. El reto de reorganizar los sistemas de salud alrededor de una APS abarcadora de calidad solo será alcanzado con la participación de profesionales que comprendan y practiquen los atributos de la APS.

Particularmente el uso de la Telemedicina es una herramienta para lograr aumentar el nivel de resolutivez en la APS ya que participa en todos los procesos cotidianos del que hacer de la salud y permite la incorporación de las nuevas tecnologías en la atención, desarrollo de sistemas y diagnóstico de enfermedades a través de redes de salud creadas entre IPS Prestadores Remisores y Centros de Referencia que generalmente son hospitales de Nivel 3 de atención. Las diversas aplicaciones de la Telesalud- Telemedicina permiten mejorar el sistema de salud del país, al brindar la posibilidad de realizar consultas remotas, en lugares donde a veces, no es posible conseguir atención médica especializada. También facilitan la realización de actividades educativas mediante conferencias múltiples, la consulta a distancia de información en los principales centros médicos del país bien sea instituciones privadas y públicas, entre otras.

Como antecedente principal, la UNAD, cuenta con experiencias exitosas en el país como el proyecto de implementación de la Telesalud en diferentes municipios de las regiones colombianas y se evidencia la potenciación de la nueva política de Atención Primaria en Salud (APS) en Colombia, pues resalta el direccionamiento estratégico de los diferentes Planes Territoriales de Salud de municipios y gobernaciones con sus Planes de Intervenciones Colectivas, donde muchos de ellos apuntan a lograr condiciones de vida digna, con equidad e inclusión de la población en todas las etapas de su ciclo de vida, reconociendo a las personas desde sus distintas características, buscando su protección en los riesgos de salud, el acceso con calidad y humanización a los servicios de salud y la resolución efectiva de sus necesidades por cada una de las entidades que han sido delegadas como responsables de estas funciones; favoreciendo con ello oportunidades de calidad de vida que potencien las capacidades y el desarrollo integral de los Colombianos.

Por otro lado, con el vertiginoso avance de las TIC, la sociedad ha experimentado cambios y ha tenido que adaptarse para tomar provecho de ellas casi sobre la marcha. Áreas tales como la educación han redefinido varios de sus paradigmas y con ello, entre muchos otros beneficios, se ha extendido la cobertura del servicio. Y este es quizá uno de los problemas más recurrentes alrededor del mundo en lo que a servicios de salud concierne: la imperiosa necesidad de extender al máximo el cubrimiento de su función de manera que ningún grupo se sienta excluido, rompiendo en alguna medida, patrones de segregación y pobreza.

La creciente demanda de servicios de información y comunicaciones, combinada con los avances tecnológicos, creciente infraestructura y reducción de precios, están haciendo que más y más personas pasen a formar parte de la sociedad de la información. Las tecnologías permiten como lo han demostrado en diferentes campos, mejorar procesos, optimizar el uso de recursos y ampliar la cobertura y acceso a todo tipo de servicios. La comunicación instantánea, la disponibilidad de bases de datos y la utilización de dispositivos que interactúan a través de estas redes de computadores, eliminan en la mayoría de los casos la necesidad de desplazamiento de los usuarios sobreponiéndose con ello a las dificultades que presentan las barreras geográficas. (Min TIC, 2014)

Aspectos críticos y relevantes a resaltar y detallar

En la actualidad la UNAD cuenta con un proyecto el cual consiste en un Plan de Penetración Territorial en Servicios de Telesalud e Informática Médica de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia, denominado proyecto “PRISMA” (Figura 1), el cual ha consistido hasta este momento en la dotación de última tecnología a diferentes centros de atención básica en salud con área de influencia urbana y rural, ubicados estratégicamente en el territorio nacional, lo observado con PRISMA en su Fase 1 es un logro de instalación de tecnología de punta con vinculación a una plataforma de telemedicina con amplio recorrido y trayectoria nacional e internacional, brindando los servicios de Tele Apoyo Diagnóstico Cardiovascular, Teleconsulta Sincrónica y Asincrónica obteniendo muy buenos resultados.



Fig. 1. Logo Proyecto PRISMA, UNAD

PRISMA se proyecta como un modelo de atención en salud auto sostenible desde el punto de vista de presupuesto con un amplio margen de utilidad en un sistema de atención de pacientes, es muy oportuno resaltar que se puso a prueba la capacidad administrativa y científica de las diferentes regiones otorgando resultados que generan un horizonte virtuoso para el desarrollo de la Telesalud.

Este proyecto, articula las líneas operativas de promoción de la salud, gestión del riesgo en salud y gestión de la salud pública a través de sus componentes y la ejecución de diferentes PLANES OPERATIVOS ANUALES del Plan de Intervenciones Colectivas PIC para impactar positivamente los determinantes sociales de la salud e incidir en los resultados en salud, a través de la ejecución de intervenciones colectivas o individuales de alta externalidad, desarrolladas a lo largo del curso de vida, en el marco del derecho a la salud y de lo definido en el Plan Decenal de Salud Pública (PDSP).

Por otro lado, se integra la atención primaria y la gestión del riesgo en salud como una estrategia para anticiparse a los eventos de interés en salud pública, las enfermedades y los traumatismos para que no se presenten o si se tienen, detectarlos y tratarlos precozmente para impedir o acortar su evolución y sus consecuencias.

Discusión.

La capacidad resolutoria del médico sea médico general o médico especialista, depende de la calidad y efectividad de su acción científico-técnica. Ella es la dimensión central necesaria para resolver los problemas de salud que enfrentan. A la vez es la menos valorada, por las dificultades que tienen el análisis de su rendimiento clínico y la apreciación de su dimensión humana. En nuestro medio se ha especulado mucho respecto a la escasa “resolutoria” de los MG, pero no existen en la literatura nacional datos concretos al respecto y, más aún, los que aparecen son contradictorios, tenemos que adelantar estudios acreditados en donde se evidencie la capacidad resolutoria de un médico general contra la capacidad resolutoria del especialista, se entiende como algo lógico, pero

en un porcentaje de los aspectos de atención médica especializada no se le garantiza que se resuelva la circunstancias patológica de la afectación del paciente.

Una de las soluciones a toda esta problemática radica en la implementación de un sistema de Telesalud vinculado al modelo de prestación de servicios tanto en la estrategia de APS como en el modelo de interconsultas, son estas herramientas las que entregan la posibilidad de aumentar cada uno de los indicadores con los cuales se verifica la calidad de la atención en salud en el país; satisfacer las necesidades del usuario en términos de acceso, cobertura, calidad de la atención, disminución de brechas de equidad, tiempos de atención, mejores resultados y control de costos relacionados todos con el ámbito de la atención en salud del paciente, los modelos operativos de Telesalud brindan un infinito universo de posibilidades en los modelos de atención.

La Telesalud en Colombia tiene un amplio recorrido en la última década, en cada proceso del desarrollo de la temática a nivel nacional encontramos mejoras en los indicadores de atención, un ejemplo notorio de este proceso son los sistemas integrados de apoyo terapéutico bajo las modalidades de diagnósticos oportunos en Tele electrocardiografía en donde se puede evidenciar mediante el uso del recurso tecnológico mayor oportunidad en la atención, mayor beneficio para iniciar medidas terapéuticas en pacientes con infarto agudos al miocardio, donde la oportunidad en las recomendaciones en el diagnóstico muestran una gran utilidad en el manejo del paciente.

La situación actual con relación a las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC), salud-e, telemedicina y Telesalud en Colombia, así como en América Latina y el Caribe, tienen con antecedente, entre otros, el trabajo realizado a partir de la década de los ochenta por la Organización Panamericana de la Salud (OPS), la Organización de Estados Americanos (OEA), el gobierno canadiense, las cumbres —en especial la de Ottawa, Canadá— y las agendas de conectividad de los Estados miembros de América, este legado contribuyó al desarrollo de la necesidad basada en la prioridad de la atención hacia las poblaciones más vulnerables, pilar fundamental de la Telesalud; oportunidad médica con equidad. Es importante hacer referencia al estado del país con relación a su nivel de preparación el cual desde nuestra óptica es óptimo dada las características de la población, pero a nivel mundial no estamos con buenas referencias. De acuerdo con el Índice de Conectividad del Foro Económico Mundial, Colombia presenta una significativa mejora entre el período 2006-2007 y 2007-2008 (8), y hoy en día ocupa el noveno lugar en América Latina y el Caribe. El país tiene un nivel de desarrollo interesante, pero aún enfrenta un gran reto al respecto.

En Colombia se está trabajando en torno a la promoción de herramientas interactivas enfocadas al intercambio de información entre diferentes actores y orientadas a mejorar tanto el acceso a información como el cuidado de la salud. En el ámbito de la Telesalud es relevante señalar la progresiva importancia de los cuidados a distancia de enfermedades crónicas como la diabetes, hipertensión, enfermedades pulmonares crónicas, y el uso de TIC en tratamientos oncológicos, entre otros tal cual como se demostró con el componente PRISMA, en donde se evidenció que un gran porcentaje de resolutivez; se le entregó a la comunidad por encima del 80% indicadores que comprueban que no fue necesario el traslado de domicilio para recibir una atención oportuna, con mejoría en sus estilos vida, la Telesalud se adapta a las necesidades cualquier círculo social otorgado las herramientas necesarias para garantizar oportunidad, confianza, resolutivez, equidad en el modelo de atención.

Resultados:

Las recomendaciones obtenidas con el ejercicio se encaminan a mejorar el sistema; Fomentar la institucionalidad en salud, en particular la referida a salud-e, trabajar en la formulación de políticas; estrategias, planes y metas que ayuden a la identificación de objetivos para el sector salud y la importancia de este en el desarrollo de las TIC, atención a la buena gestión de los recursos existentes

en la actualidad, de tal forma que se logren los resultados e impactos deseados con el uso de las nuevas tecnologías, que las IPS visualicen los aplicativos como modelos de negocios auto sostenibles, en donde las barreras de acceso a los recursos médicos de la población sean mínimas.

Como resultado de todas experiencias exitosas se escribe el Libro: *“Integración del Modelo de Telesalud y la Estrategia de APS. Aplicación de la Telesalud como Modelo para la Obtención de Niveles Óptimos de Resolutividad en la Estrategia de APS y de la Penetración de Especialidades Médicas”*.

Este libro es el resultado del esfuerzo conjunto de un equipo de investigadores de la Escuela de Ciencias de la Salud de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia –UNAD–, y es la continuidad del libro denominado *“Telesalud e Informática Médica. Normatividad, Infraestructura e Implementación”*, que publicó la misma Escuela en el año 2013, para lo cual invitamos al público en general de tener la oportunidad de leerlo, como un primer paso en el entendimiento de conceptos básicos y necesarios de este nuevo trabajo académico (Figura 2.).

Es importante mencionar que, al entender la Telemedicina como parte constitutiva de la Telesalud, se decidió dejar durante el desarrollo de todo este libro, la denominación de Telesalud y no suscribirlo únicamente a la de Telemedicina, aunque en la práctica todo su contenido hace relevancia a la transferencia, análisis y diagnóstico de información médica entre la mayoría de las especialidades para hacer resolutivo la estrategia de APS.



Fig. 2. Imagen Libro *“Telesalud e Informática Médica. Normatividad, Infraestructura e Implementación”* - UNAD

Conclusiones

La evidencia de una enorme demanda de formación de tecnólogos y profesionales en Colombia, -especialmente en sus regiones-, llevó a la UNAD a desarrollar una propuesta de formación de tecnólogos y profesionales bajo la metodología a distancia -con un alto componente virtual-, utilizando una infraestructura física dispuesta en ocho (8) regiones del país y el acceso a una infraestructura tecnológica capaz de soportar una oferta masiva de alrededor de 1500 cursos y 70.000

estudiantes para el momento de la creación de un programa académico. Lo anterior implicó una adaptación teórica y práctica de la educación médica, que es pionera en Colombia.

Las estrategias didácticas meso curriculares se basaron en una mixtura del Aprendizaje Basado en Problemas (la forma natural de aprender en ciencias médicas) y el Aprendizaje Basado en Tareas para lograr un diseño instruccional amplio y pertinente.

Se planificó la dotación de laboratorios de ciencias de la salud con una serie de tecnologías médicas In Situ y TIC interactivas para asegurar un componente práctico que proveyera elementos suficientes para el desarrollo de habilidades praxeológicas de los tecnólogos y profesionales en formación, tanto en las ciencias biomédicas como en las ciencias radiológicas.

En los microcurrículos de los cursos teórico-prácticos se recrea, en lo posible, las condiciones requeridas por los estudiantes para enfrentarse a las prácticas clínicas reales que implican una total presencialidad.

Por otro lado, es importante resaltar que las TIC vertidas sobre el sector salud han llevado a acuñar un nuevo concepto: eSalud. Equiparado este neologismo con el termino e-mail, en el que se entiende que el correo pasa a ser electrónico y por ello inmediato, más asequible y masivo, se tiene como propósito trasladar esa inmediatez, masividad y asequibilidad a los servicios de salud. Y así como en la educación, con la masificación del acceso a las redes de computadores, en tanto más gente se alfabetiza en su uso y encuentra los medios para apropiarse de estas tecnologías y adoptarlas en su vida diaria, mediante la retro alimentación, el análisis de impacto y demás variables de efectividad, la implementación y el uso de estas herramientas se irá refinando cada vez más y es posible que se encuentren aplicaciones que hoy día sólo sean conceptos restringidos a la ciencia ficción.

Si bien eSalud comprende muchos de los beneficios antes citados circunscritos a la administración, gestión, y capacitación, su alcance más ambicioso y el que redundaría más en el cubrimiento de la mayor cantidad de usuarios es el de la telemedicina.

Referencias:

- Apráez G. *En busca de la atención primaria de salud y la salud para todos: reflexiones de una búsqueda.* en: *Dossier Salud Pública y Epidemiología en Odontología*; Colombia 2010. p. 29-35.
- Aguirre-Huacuja E. *La corresponsabilidad operativa en la atención primaria a la salud.* *Salud Pub Mex.* 1994;36(2): 210-13.
- CEPAL, 2011. *Manual de Salud Electrónica para Directivos de Servicios y Sistemas de Salud.* 2011. Ley 1438 de 2011 Por medio de la cual se Reforma el Sistema General de Seguridad Social en Salud y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial 47957 de enero 19 de 2011. Bogotá, Colombia. 19 de enero de 2011.
- MinTIC, *Agenda Estratégica De Innovación Nodo Salud*, Bogotá Colombia, 2014.
- Aguirre-Huacuja E. *La corresponsabilidad operativa en la atención primaria a la salud.* *Salud Pub Mex.* 1994;36(2): 210-13.
- Molina-Durán F, et. *Perfil profesional del personal sanitario en atención primaria.* Un estudio Delphi. *Aten Primaria.* 1996; 17(1):24-33.
- Norris, A. C. *Essentials of Telemedicine and Telecare*, John Wiley and Sons Ltd, United Kingdom, 2002.
- ONU, 2005. *Objetivos de desarrollo del milenio: Una mirada desde América Latina y el Caribe*, Naciones Unidas.

- OPS, 1996, *Gestión descentralizada de recursos humanos de salud en la reforma sectorial*. En: Brito P, Campos F, Novick M, eds. *Gestión de recursos humanos en las reformas sectoriales en salud: cambios y oportunidades*. Washington, DC: PAHO; 1996. Pp 3-22
- Showstack J, Lurie N, Larson E, Rothman AA, Hassmiller S. Primary care: *the next Renaissance*. *Ann Int Med*. 2003; 138(3):268-73.
- UNAD, *Documento Maestro Programa de Administración en Salud, Universidad Nacional Abierta y a Distancia*. Bogotá, Colombia, 2014.

Foro 4. Gestión del Conocimiento y el Entorno Social.

AUTORES	PONENCIA - INSTITUCIÓN
<p>Carlos Julio Restrepo Velásquez</p>	<p>El verbo: indicador del estado de desarrollo de la competencia en la Universidad Cooperativa De Colombia Universidad Cooperativa De Colombia Medellín, Colombia</p>
<p>Sonia Jaquelliny Moreno Jiménez Diana María Montoya Quintero</p>	<p>Caracterización de modelos de gestión del conocimiento como estrategia de aprendizaje para las lean manufacturing Instituto Tecnológico Metropolitano Medellín, Colombia</p>
<p>Eliana Fernanda Granada García</p>	<p>Impacto de la acreditación institucional en el desempeño de la universidad colombiana Universidad De Ibague Ibagué, Colombia</p>
<p>Raúl Alfredo Vargas Delgado</p>	<p>Experiencia significativa: Taller de diseño de juguetes “un sueño de navidad” Instituto Tecnológico Metropolitano – ITM Medellín, Colombia</p>
<p>Miryam Astrid Agudelo Valencia Eliana María Villa Enciso</p>	<p>Rutas competitivas como base para el desarrollo de la competitividad: propuesta para la subregión Occidente del departamento de Antioquia – Colombia a partir de sus potencialidades identificadas Instituto Tecnológico Metropolitano Medellín, Colombia</p>
<p>Javier Darío Canabal Guzmán Luis Manuel Zúñiga Pérez</p>	<p>Estrategias para emprender Universidad Del Sinú Montería, Colombia</p>
<p>Luz Natalia Tobón Perilla</p>	<p>Caracterización del nivel de uso de la información financiera en las pymes de Tunja Universidad Santo Tomás Seccional Tunja Tunja, Colombia</p>
<p>Jhon Fernando Mejía Zuluaga Olgalicia Palmett Plata Andrés Felipe Patiño Pérez</p>	<p>Patrimonialización del paisaje cotidiano (cultural y urbano) Intitución Universitaria Colegio Mayor De Antioquia Medellín, Colombia</p>

Caracterización de modelos de gestión del conocimiento como estrategia de aprendizaje para las lean manufacturing

Sonia Jaquelliny Moreno Jiménez, Diana María Montoya Quintero,
Instituto Tecnológico Metropolitano ITM
Colombia-Medellín

Sobre los autores

Sonia Jaquelliny Moreno Jiménez: Analista de producción y calidad de Papelería Mundo Copias. Integrante del grupo de investigación GNOMON y estudiante de la Maestría en Gestión de Innovación Tecnológica, Cooperación y Desarrollo Regional del Instituto Tecnológico Metropolitano con estudios en Tecnología en Calidad, Tecnología en Producción, Ingeniería de Producción, Pedagogía para docentes no profesionales e investigaciones basadas en Gestión del conocimiento, Herramientas Lean y vigilancia tecnológica. Correspondencia: soniamoreno@itm.edu.co

Diana María Montoya Quintero: Licenciada en Docencia de Computadores de la Universidad de Medellín, Magister en Ingeniería de Sistemas de la Universidad Nacional de Medellín. Doctora en Ingeniería de Sistemas e Informática de la Universidad Nacional. Líneas de Investigación y experiencia en: Sistemas Basados en Conocimiento, Ingeniería del Conocimiento y Gestión, Ingeniería del Software. Actualmente se desempeña como docente investigadora en el ITM en el Departamento de Calidad y Producción. Líder de la línea de investigación en calidad y Metrología. Su experiencia investigativa se centra en las líneas de investigación. Correspondencia: dianamontoya@itm.edu.co

Resumen

Un rasgo propio de la Gestión del Conocimiento son las acciones unidas al comportamiento humano, hechos que contribuyen en el mundo social, laboral y educativo. De acuerdo con lo anterior, este artículo tiene como objeto caracterizar los Modelos de Gestión del Conocimiento para la divulgación como estrategia de cultura de las herramientas Lean Manufacturing, para lograrlo se realizó en tres momentos en los cuales se hizo una revisión minuciosa en las bases de datos, permitiendo identificar la actualidad del estado de la ciencia, el análisis bibliométrico y autores que sigue aportando a la investigación, se clasificación de los modelos de Gestión del Conocimiento para su caracterización en Modelos Educativos, redes sociales, capital intelectual y aprendizaje en las organizaciones, y por último la selección del modelo más pertinente verificando los factores que influyen en el proceso de difusión de aprendizaje organizacional buscando la apropiación del conocimiento.

Palabras Claves: Modelo, Gestión del conocimiento, Lean, Gestión

Characterization of knowledge management models as a learning strategy for lean manufacturing

Abstract

A characteristic of Knowledge Management are actions linked to human behavior, facts that contribute to the social, labor and educational world. In accordance with the above, this article aims to characterize the Knowledge Management Models for the dissemination of information for the Lean Manufacturing tools, to achieve this was carried out in three moments in which a thorough review was made in the databases, allowing to identify the current state of science, bibliometric analysis and authors that continues to contribute to research, classification of Knowledge Management models for characterization in Educational Models, social networks, intellectual capital and organizational learning, and finally the selection of the most relevant model by verifying the factors that influence the process of dissemination of organizational learning seeking the appropriation of knowledge.

Keywords: *Model, Knowledge management, Lean, gestión*

Introducción

Siguiendo a Fainholc (2006), «la gestión del conocimiento es un papel central en el planteamiento estratégico situacional de toda organización educativa en general» (p. 1). Es un factor generador de ventajas competitivas en la organización, que involucra proyectos que buscan capturar y crear nuevo conocimiento. Para ello es importante entender cuáles son los factores que influyen en los procesos de aprendizaje organizacional, asimismo, qué tipos de resultados se pueden evidenciar cuando el conocimiento es gestionado. A partir de una Vigilancia Tecnológica se caracterizó Modelos de Gestión del Conocimiento -en adelante MGC- como estrategia de aprendizaje para las Lean Manufacturing en las organizaciones.

Para la caracterización se hicieron diferentes búsquedas en las bases de datos Scopus, Redalyc, Web of Science entre otras, donde se encontraron los MGC; se realizó un estudio minucioso donde se clasificaron los modelos existentes de acuerdo a su tipología, Modelos Educativos, Modelos de redes sociales, Modelos de capital intelectual y Modelos de aprendizaje de las organizaciones, luego se tomaron los MGC que permitían identificar estrategias de aprendizaje, de las cuales se destacan las siguientes: el Modelo KM (Knowledge Management), Modelo Espiral del Conocimiento, el Modelo de Gestión de la Innovación y el Modelo de Capital Intelectual.

El Modelo KM (Knowledge Management) hace referencia a un conjunto de herramientas, estructuras e iniciativas a través de las cuales las organizaciones pueden almacenar, transferir y aplicar conocimiento con un valor agregado, lo que repercutirá en una ventaja competitiva para la organización en relación con los demás competidores (G. Rivera & Rivera, 2016). Es importante resaltar que, el modelo KM contribuye a una actitud dinámica que incide en la combinación de procesos para la creación de valor en la organización.

El Modelo Espiral del Conocimiento, «es clave para la creación del conocimiento organizacional» (Donin, Rizzatti, Geiger, & Sartori, 2016), porque allí pueden articularse cuatro formas de lo que se ha denominado conversión del conocimiento: socialización, externalización, combinación e internalización. La responsabilidad y compromiso es necesaria para garantizar

implementaciones exitosas de Gestión del Conocimiento, la Espiral de los procesos dinámicos que crean conocimiento aportan valor a la organización.

El Modelo de Gestión de la Innovación es una estructura que es alimentada por variables de contexto y por variables de innovación. Autores como Fernández & Duque (2017) han destacado de este modelo la gestión de las relaciones con los clientes, factor que le ha permitido a muchas organizaciones mejorar sus procesos.

Finalmente, el Modelo de Capital Intelectual de Skandia Navigator, pensado en el futuro de la organización, -según lo planteado por Rodríguez (2009)-, hace énfasis en un enfoque de renovación y desarrollo, dando prioridad a la formación de los individuos perteneciente a las organizaciones. Otros autores como Ocaña (2009), subrayan de este modelo tres aspectos claves: conocimiento de las necesidades de los clientes; los procesos y el cuerpo del conocimiento. Este modelo es considerado un instrumento apropiado para medir y evaluar el capital intelectual de las organizaciones, como mecanismo que estimula el incremento en los negocios e innovaciones.

De los modelos expuestos, se buscó el origen del Modelo de la Espiral del Conocimiento en el cual se encontró que parte de los cuatro modos de conversión de conocimiento (Nonaka y Takeuchi, 1995) citado por Rojas & Torres Briones (2017) los cuales expresan dos tipos de conocimiento: «El conocimiento explícito es el conocimiento que pueden ser escritos y transferidos con relativa facilidad de una persona a otra. y el conocimiento tácito, es más difícil de articular porque a menudo surge por parte de la experiencia”. Este tipos de conocimientos permite vincular procesos para la difusión de la información de las herramientas Lean Manufacturing, por tal motivo se adapta un MGC con dicho pilar. Se tomó las Lean Manufacturing como medio de validación de este modelo, por la necesidad que tienen las organizaciones de buscar, estrategias de mejora en los procesos de calidad y producción, además elaborar operaciones para la sociedad de la información y el conocimiento.

El concepto de sociedad de la información y el conocimiento hace referencia a un paradigma que está produciendo cambios en nuestro entorno, «el conocimiento está transformando las sociedades modernas» Cuesta (2012), esta transformación compromete a las organizaciones a evaluar y analizar las condiciones de sistema de Gestión del Conocimiento.

Teniendo en cuenta lo expuesto, se puede concluir que los MGC son herramientas, métodos y estrategias que las organizaciones pueden diseñar o adaptar de acuerdo a sus necesidades, para crear valor en los procesos. El Manual de Oslo reseña que la Gestión del Conocimiento «implica actividades relacionadas con la apropiación y la utilización de la forma en poner en común este conocimiento por la organización» (OECD, 2007, p. 101). La creciente importancia de estas metodologías y mediciones del conocimiento, radica -como lo ha referido Rodríguez (2006)- en que se han convertido en un elemento esencial para el desarrollo económico y social. Así mismo la selección de un MGC va a permitir ser una estrategia para difundir las herramientas Lean Manufacturing.

León, Marulanda, & González (2017) basándose en una revisión literaria indican que, las empresas colombianas en la actualidad buscan ser más competitivas nacional e internacionalmente a través de estrategias que redunden en una productividad y calidad más alta en los diferentes productos y servicios. Es por esto, por lo que se ha visto la necesidad de adoptar las herramientas

Lean Manufacturing como elemento diferenciador y de éxito que garantice una alta competitividad en el mercado (Pag 1).

En este sentido la selección del estudio del modelo Toyota o Lean Manufacturing aporta valor, eliminando desperdicios existentes en la organización; al mismo tiempo, todos los agentes de la empresa son responsables de este reto. Como fue reseñado, Las claves del éxito Toyota radica en: una dirección comprometida, una formación adecuada y una cultura que haga que la mejora sostenida sea el comportamiento habitual desde el taller hasta la dirección. Jeffrey K. Liker en el libro «las claves de éxito de la casa Toyota 14 principios de gestión del fabricante mas grande del mundo» en el cual responde la pregunta

¿cuál es el secreto del éxito de la casa Toyota? La increíble consistencia del rendimiento de Toyota es el resultado directo de su excelencia operacional en un arma estratégica. esta excelencia operacional está basada en parte en herramientas y métodos de mejora de calidad, hechas famosa por Toyota en el mundo de la fabricación, como «just-in-time», «kaizen», «flujo pieza a pieza», «jidoka», y «heijunka». Estas técnicas han ayudado a expandir la revolución Lean Manufacturing. Pero las herramientas y las técnicas no son arma secreta de ningún negocio. El éxito de Toyota al implementar estas herramientas proviene de la filosofía más profunda del negocio basada en su comprensión y en la motivación de la gente. Su éxito esta finalmente basado en su habilidad para cultivar el liderazgo, los equipos y la cultura, para proyectar una estrategia, para construir relaciones con los proveedores y mantener la organización el aprendizaje (Jeffrey K. Liker, 2006, p. 34).

De acuerdo con lo anterior y por su aplicación la gestión del conocimiento tiene una estrecha relación entre las herramientas Lean y sus acciones de mejora para cualquier organización dado que lo importante de cualquier método, técnica o herramienta que sea implementada como estrategia de mejora debe perdurar en el tiempo. Así mismo, la selección de un MGC va a permitir ser una estrategia de aprendizaje para difundir las herramienta lean Manufacturing Casa Toyota en las organizaciones que la requieran como insumo para la mejora de los procesos. Como ya lo señaló Vizán & Hernández (2015). Afirma que «todos los elementos de esta casa se construyen a través de la aplicación de múltiples técnicas que han sido divididas según se utilicen para el diagnóstico del sistema, a nivel operativo, o como técnicas de seguimiento» (pág. 19). Además, cada herramienta Lean que se describen a continuación posee una relación propia entre ellas.

Just inTime: es el primer pilar de las herramientas Lean; según Padilla (2010) el Just inTime evita problemas tales como desequilibrio de existencias y exceso de equipos y operarios, a su vez permite crear métodos flexibles que puedan adaptarse a las modificaciones debidas a problemas y fluctuaciones de demanda. «Con el Just inTime todos los procesos producen las piezas necesarias en el tiempo necesario y se deben tener disponibles únicamente las existencias mínimas necesarias para mantener unidos los procesos». Con esto se aprovecha plenamente las capacidades de los operarios

Kaizen: traduce mejora continua, la cual establece el cambio continuo que efectúa la empresa para mejorar y lograr la calidad total en sus procesos. Este enfoque gerencial japonés, cuyo proverbio es: «Hoy mejor que ayer, mañana mejor que hoy», involucra a todos los miembros de la organización, con una visión holística a fin de solventar los inconvenientes y renovar sus formas de trabajo constantemente (Imai, 2006). Citado por (Perdomo Castellano, Rincón Mármol, & Sánchez Villarroel, 2017). Así mismo ayudan a disminuir gastos y a incrementar la productividad de una organización.

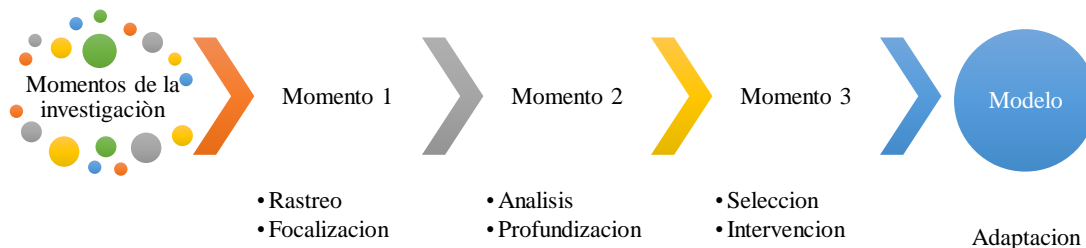
flujo pieza a pieza: o desperdicios en la herramientas Lean hacen referencia a las 8 mudas que son aquellas que generan sobrecostos en los procesos y pierden valor, Chacón Arméstar (2018) indica que un desperdicio en la productividad son: «las horas ocio en la mano de obra, el desorden de los procesos ya sea en la manufactura o servicio, o posiblemente el exceso indiscriminado del uso de algún componente en el desarrollo de un producto», se debe agregar también que el concepto de desperdicio en el trabajo fue detectado por Frank Gilbreth (pionero del estudio de los movimientos de las personas) el cual detectó a un albañil, que en cada ocasión que necesitaba un ladrillo se agachaba hasta el piso para poder tomarlo, para ello introdujo un pequeño andamio, el cual acercaba los ladrillos a la altura de la cintura del albañil, lo que permitió al albañil trabajar tres veces más rápido (eliminando movimiento) y con mucho menos esfuerzo.

Jidoka: es el segundo pilar de la herramienta Lean, de acuerdo con (Choque Pocreoy, MAKOTO, (2015) Jidoka «permite hacer que las anomalías sean visibles, en estos casos los operarios están facultados para detener el proceso de producción cuando se detecta una falla potencial, lo que permite encontrar la solución inmediatamente»

Heijunka: Hei=Plano Jun=Nivel Ka=Transformación. traduce «transformación en un nivel plano» Moreno Martín (2015, p. 15) define «El término heijunka se refiere a la nivelación de la producción, tanto por volumen como el mix de productos» esta herramienta permite que los productos que se fabrican contengan directamente la especificaciones y necesidades de los clientes.

Metodología:

La presente investigación, se suscribe a un estudio de tipo cualitativo con un enfoque descriptivo, del cual (Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2010), señalan que: «Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis» (Pág.80). Lo anterior, posibilitando un proceso hermenéutico-analítico, proceso propuesto como método, por autores como Gómez Vargas, Galeano Higueta & Jaramillo Muñoz en (2015), quienes manifiestan que dicha metodología es esencial en la comprensión de determinadas teorías; en este caso los MGC donde la finalidad es buscar claridad conceptual de nociones pertenecientes para la difusión de la información de la herramientas Lean Manufacturing. En este sentido, la ruta metodológica ha seguido tres momentos como los ilustra la figura 2



Las estrategias de análisis para el momento uno, fue la exploración de todos aquellos documentos académicos sobre el tema, encontrados en las bases de datos Scopus, Web of Science, Redalyc, Scielo, Google Académico y Carrot2. Como criterios de búsqueda, se incluyeron los siguientes descriptores: «Planificación», «cultura», «gestión de la información», «Gestión del Conocimiento»,

«caracterización de MGC», «Planeación», «Organización» y «Estructura». Estos descriptores fueron combinados de diversas formas al momento del rastreo, con el objetivo de ampliar los criterios de búsqueda. Ahora bien, al realizar el rastreo documental, se preseleccionaron 19 artículos, de acuerdo a los criterios previamente definidos, es menester anotar que, no se toman en consideración para la etapa de análisis los documentos que no hacían alusión a los núcleos temáticos de la investigación. Para la organización de los documentos, se creó una base de datos en Excel, considerando las siguientes categorías de análisis: tema, método, principales hallazgos, autor, año y MGC. Una vez organizada la información, se agruparon los MGC en cuatro núcleos temáticos: Modelos Educativos, Modelos de redes sociales, Modelos de capital intelectual y Modelos de aprendizaje de las organizaciones, se realiza el análisis de cada uno de los núcleos temáticos, proporcionando un análisis global mediante el cual se identificaron las convergencias y divergencias con respecto a la temática explorada.

Finalmente se propone un MGC compuesto por cuatro ejes el cual será adaptado, con la finalidad de plantear un flujo teórico de los datos, constituyéndose como una propuesta que, busca servir de insumo y estrategia de aprendizaje para fortalecer la toma de decisiones en las organizaciones sobre la difusión de la información de las herramientas Lean Manufacturing.

Análisis de resultados o Desarrollo – Cuerpo de Texto

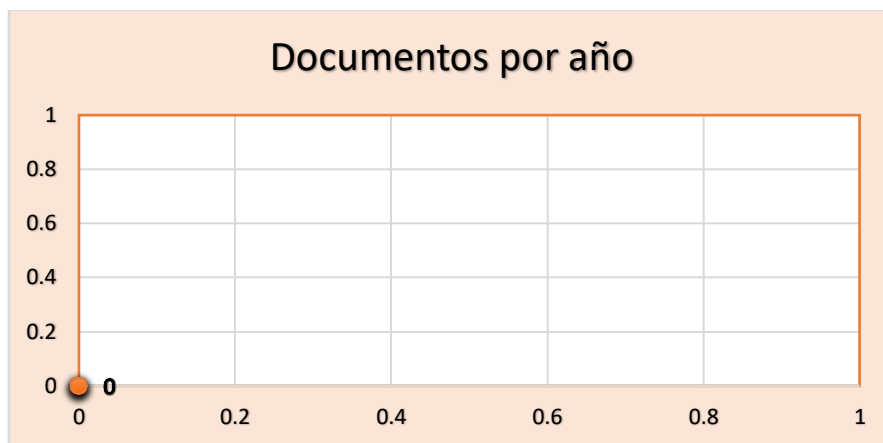
En el momento (1) se realizó el rastreo y focalización de la información permitiendo hacer un análisis cuantitativo y bibliométrico a través de las bases de datos. En la base de datos de Scopus y Web of Science con la ecuación de búsqueda creada a partir de los factores de pertinencia como lo ilustra la Tabla 1.

Tabla 11 Ecuaciones para la búsqueda de la información

Ecuación de búsqueda	Resultado
TITLE-ABS-KEY ("Conocimiento de gestión de modelos *" O cultura O organización O estructura) Y ACCESO (OA) Y PUBYEAR > 2012 Y PUBYEAR < 2018 Y (LIMIT-TO (SUBJAREA , "ENGI"))	20,984
("knowledge management knowledge")	18

Fuente: Autores

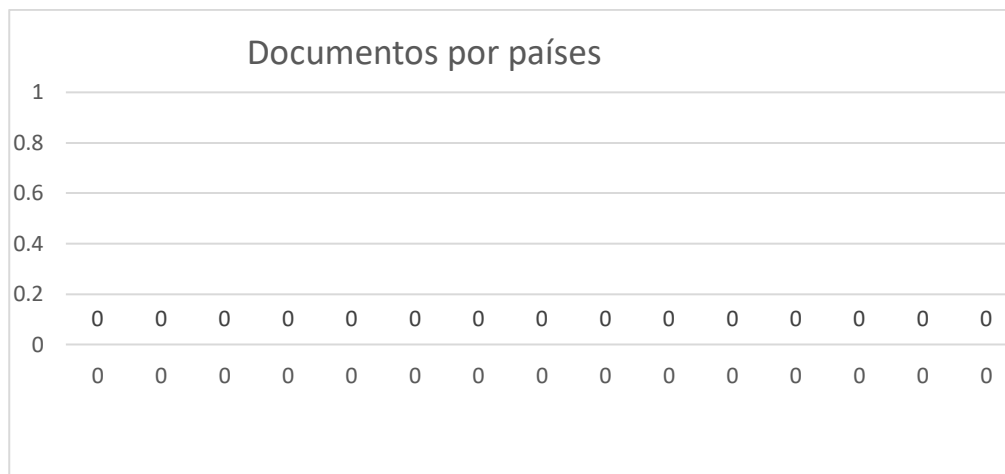
Se obtuvo en la base de datos 20,984 documentos, un resultado en un rango de años de 2013-2017, razón por la cual, se redujo la búsqueda entre los años 2014-2017 y se suscribió la indagación a las siguientes áreas. El principal interés de este análisis es realizar una revisión de publicaciones científicas en temas relacionados con MGC, analizando indicadores de quiénes son los mayores productores y las publicaciones de mayor pertinencia, lo cual se considera como un indicador cualitativo, y que genera para este trabajo la fundamentación teórica. En la Gráfica 1 se observa un creciente interés en la cultura organizacional, en el 2013 se observa 1760, para el 2017 de publicaron 7419 lo que indica que las organizaciones están en actualización de la información.



Grafica 1 Documentos por año de publicación

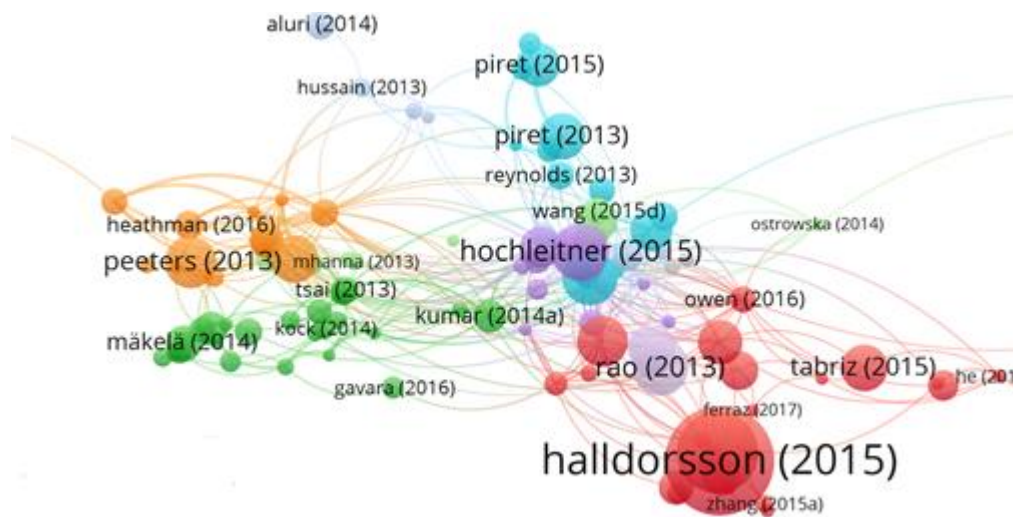
Fuente: elaboración propia adaptada de la base de dato Scopus

Igualmente, de los resultados obtenidos de la ecuación de búsqueda anterior, en la Gráfica 2, se observan los países que han presentado el mayor interés en publicar sobre el tema de MGC.



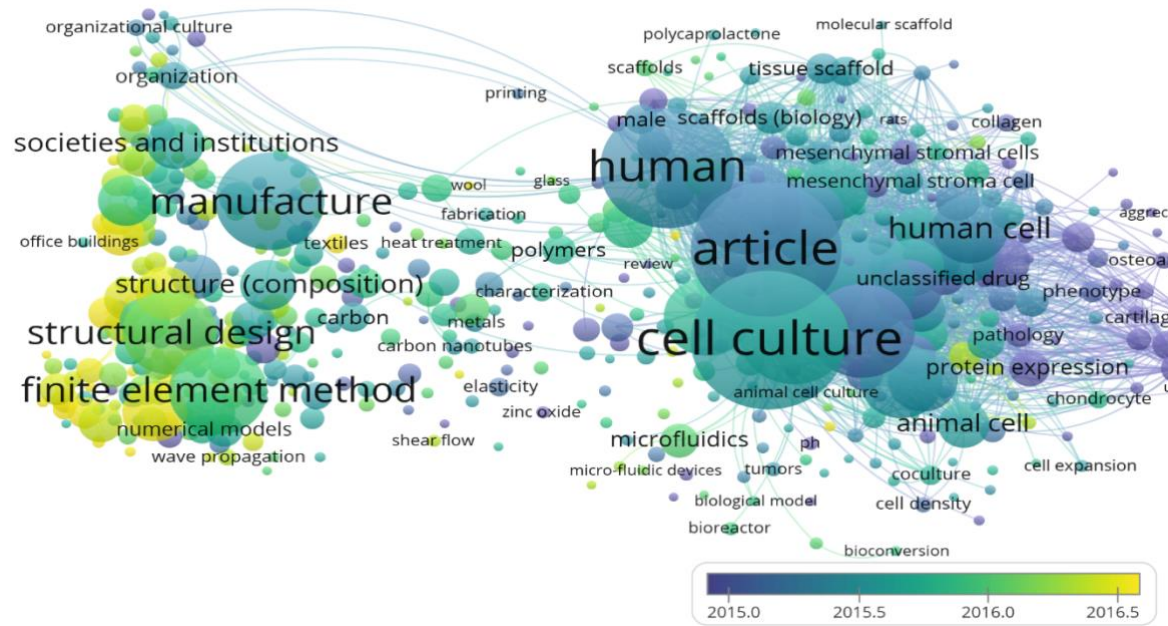
Grafica 2 Resultados de países con mayor publicación, fuente. autores adaptada de la base de datos Scopus

De la ecuación de búsqueda construida anteriormente para la base de datos de Scopus se obtuvieron 20,984 resultados, en un rango de cinco años (2013-2017). Empleando el software VOSviewer para construir redes de colaboración bibliométricas entre los autores y tema. Se observa en la Grafica 3 la red de colaboración entre autores diferenciando por colores; esta herramienta me permito visualizar 500 ítems y seleccionar 20 documentos para la caracterización de los MGC.



Grafica 3 Relación por tema y colaboración entre autores, Fuente. autores adaptado de Vosviewer

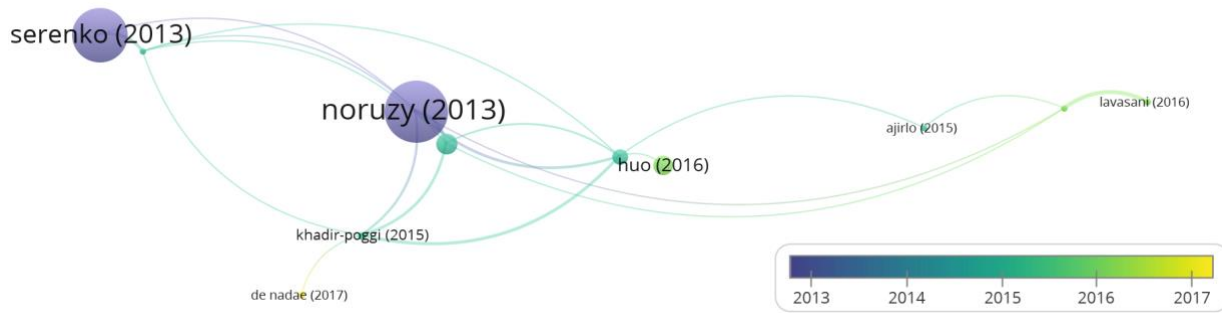
Los clúster que se crea en la gráfica se identificaron por los colores dentro de los cuales los círculos que más sobresalen son los más citados o los líderes en la investigación. Así, mismo se creó una concurrencia de términos para verificar si los resultados de los documentos estaban relacionados con los MGC como se nota en la Grafica 4



Grafica 4 Colaboración entre términos y palabras claves entre artículos

De esta manera se observa que no solo los MGC son para las empresas de manufactura sino también que indican en todas las áreas de cualquier compañía.

Posteriormente en la base de datos de Web of Science se hallaron 18 documentos los cuales se analizaron con la ecuación de búsqueda ubicada en la tabla 1 para lo cual se llevó al Vosviewer permitiendo conocer la relación entre los autores y pertinencia del tema como se observa en la Grafía 5 y se eligen 4 documentos de MGC.



Grafica 5 Relación entre autores, fuente. autores adaptado en Vosviewer

VOSviewer permite crear un análisis de fuerza entre los autores en los 18 documentos crea 12 clúster lo que concluye que 8 de ellos trabajan independiente y 10 se citan y colaboran con la importancia del tema de la Gestión del Conocimiento en la organización.

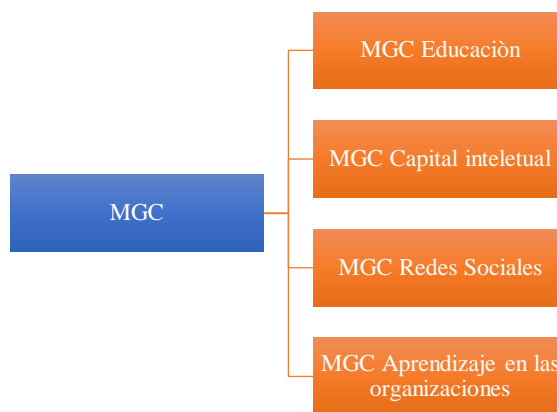
Dentro del análisis que se realizó con el metabuscador Carrot2 ayudado a complementar la investigación, se usó la ecuación de búsqueda “Modelos de Gestión del Conocimiento” esta búsqueda arrojó 60 enlaces los cuales se distribuyen de acuerdo a la filiación en forma de esponja como se percibe en la Gráfica 6 asimismo cada título enlaza los documentos del tema correspondiente a su distribución de los cuales se seleccionaron 4 documentos



Grafica 6 Panel de resultados, fuente. autores adaptado de carrot2

De esta forma los documentos fueron analizados de acuerdo a la necesidad de la investigación. Así mismo la base de datos de Redalyc se tomaron 2 documentos y de igual forma en Google Académico hasta completar 20.

En un momento (2) de realizó el análisis y profundización en los 20 artículos seleccionados, de acuerdo a sus característica y pertinencia, Además hablaban de los casos de implementación y adaptación de MGC. Luego se clasificaron según su función; como lo muestra la gráfica 7, acorde a su topología



Grafica 7 clasificación de los MGC, fuente. autores

En la Tabla 2 se observa la caracterización de los MGC para la selección del modelo más relevante para la difusión de las herramientas Lean Manufacturing.

Tabla 12 Modelos de Educación

Autor	Modelo	Concepto
Fátima & Estivalet (2018)	Articulation across the analyzed categories	La importancia de: comportamientos estratégicos relacionados con la colaboración; aprendiendo a través del método interactivo y; mayor valorización de los elementos de aprendizaje de la dimensión conductual-social, principalmente el elemento clave de la confianza en las relaciones.
Plasencia, Marrero, Bajo, & Nicado (2018)	El Cubrix y el triángulo.	La naturaleza compleja de la sostenibilidad organizacional ha desafiado a los investigadores, académicos, organismos e instituciones internacionales en la búsqueda de un modelo, muestra de esto es la gran variedad de marcos de trabajo, metodologías y métodos existentes en la literatura actual.
Rotundo, Gerardo, & Martínez,(2018)	Capacidades Dinámicas	El modelo incluye conceptos desarrollados a partir de la psicología cognitiva puestos en práctica en el ámbito de estudio de las organizaciones
Melendez & Dávila,(2018)	(GSTI) gestión de servicios de tecnologías de información	El modelo de gestión de servicios de tecnología de información (GSTI) tiene como finalidad ofrecer servicios de manera eficaz y con mayor nivel de calidad en las organizaciones
Lizama (2017)	A model of analysis for specialization codes in classroom	El modelo propone una estructura de intercambio pedagógico que comprende un intercambio central en su núcleo, constituido su análisis de códigos permite la especialización en el discurso de la clase se basa en esta conceptualización de las prácticas de enseñanza.

Fuente: autores

Los modelos de educación antes analizados observan el comportamiento humano, el proceso cognitivo, la forma como aprenden y realizan tareas, actividades e instrucciones así mismo se analiza a partir de los estilos de aprendizajes para lograr adaptar actividades de acuerdo cargos y labores en las organizaciones.

Los modelos de capital intelectual son aquellos que les permiten a las organizaciones identificar el conocimiento de sus empleados, de acuerdo a su experiencia en la Tabla 3 así mismo le permiten plantear estrategias de mejoras

Tabla 13 Modelos Capital Intelectual

Autor	Modelo	Concepto
Ocaña (2009)	El modelo de Balanced Scorecard	El modelo hace monitoreos de resultados en un tiempo de corto plazo bajo los siguientes parámetros: Los clientes; Los procesos internos del negocio; El aprendizaje y el crecimiento
Monagas (2012)	EL Modelo de capital intelectual	El modelo divide al capital intelectual en dos partes, uno en el capital humano y el staff; y el otro en el capital estructural

Sáiz, Alonso, & Manzanedo (2010)	Gestión del conocimiento y valor al cliente	con el fin de dar cumplimiento a lo objetivos propuestos de las organizaciones éste se encuentra fundamentado bajo tres principales áreas: 1. Conocimiento de las necesidades de los clientes; 2. Los procesos; y 3. El cuerpo del conocimiento.
Angulo y Negrón (2005)	Gestión de Conocimiento KMAT	propone diversas formas que posibilitan la generación y el desarrollo del conocimiento organizacional
Rodríguez (2009)	Inteligencia organizacional	Se describe un tipo de gestión de conocimiento que también puede ser considerado dentro de la categoría de modelos cognoscitivos y de capital intelectual

Fuente: autores

Los modelos de Capital intelectual le permiten incorporar elementos de información dentro de las acciones de la organización, estas acciones permiten a las áreas encargadas de la Gestión del Conocimiento tomar acciones de mejoras para generar competencia y perspectivas. Los modelos de redes sociales se ilustran en la Tabla 4

Tabla 14 Modelos Redes Sociales

Autor	Modelo	Concepto
Peña, Jovanes, Sáiz, & García (2006)	Modelo integral de sociedades del conocimiento (SC)	El modelo logra explicar la dinámica que tiene el saber dentro de una sociedad del conocimiento, en tanto que la información, el conocimiento y la innovación a través de la retroalimentación continua promueven la construcción de sociedades basadas en el conocimiento,
Castillo (2010)	Modelo Triple hélice	el modelo supone la existencia de tres hélices que pretenden explicar las relaciones que se dan entre la universidad, la empresa y el gobierno para mejorar las condiciones en las cuales se genera la innovación dentro de una sociedad basada en el conocimiento.
Rodríguez (2009)	Modelos casual para las interacciones y beneficios de la comunidad	El modelo describe los beneficios que se pueden esperar de la interacción para la organización

Fuente: autores

Los modelos de las redes sociales integra la innovación, Información, el conocimientos y el derecho humano, los cuales permiten la interacción ayudando a generar el bien social y las interacciones aumentando la competitividad.

Los MGC de aprendizaje en la organizaciones son factores claves para el crecimiento y permanencia de una organización, en la Tabla 5 se ilustran los modelos seleccionados en el rastreo de la investigación.

Tabla 15 Modelos de la organizaciones

Autor	Modelo	Concepto
Garcia & Coltre,(2017)	Knowledge Management	factores de gestión del conocimiento, a través del tácito y /o de manera explícita, son cruciales para retener a los profesionales en una empresa de la industria
Follador & Trabasso (2016)	Modelo de patrones de gestión del conocimiento para un entorno de prueba de vuelo	El modelo puede simular los patrones de Gestión del Conocimiento en un entorno, para la transferencia del mismo
Enid & Mendoza (2017)	Espiral del conocimiento SECI	La creación de conocimiento es una espiral entre conocimiento tácito y conocimiento explícito, en una interacción entre el tipo de conocimiento y la creación de un nuevo conocimiento

Fuente: autores

En el Momento (3) después del análisis, se concluye que a través de los MGC de aprendizaje organizacional que se muestran en el estudio, se evidencia que el MGC de Nonaka y Takehuchi es el modelo que se ha seleccionado para la adaptación y difusión de la información de las herramientas Lean Este proceso en espiral involucra cuatro formas de conversión de conocimiento:

socialización (conocimiento tácito a tácito, compartiendo experiencias, por ejemplo, con tormenta de ideas); exteriorización (de tácito a explícito, con la ayuda de metáforas, analogías, creación de nuevos conceptos, hipótesis o modelos); combinación (de explícito a explícito, mediante

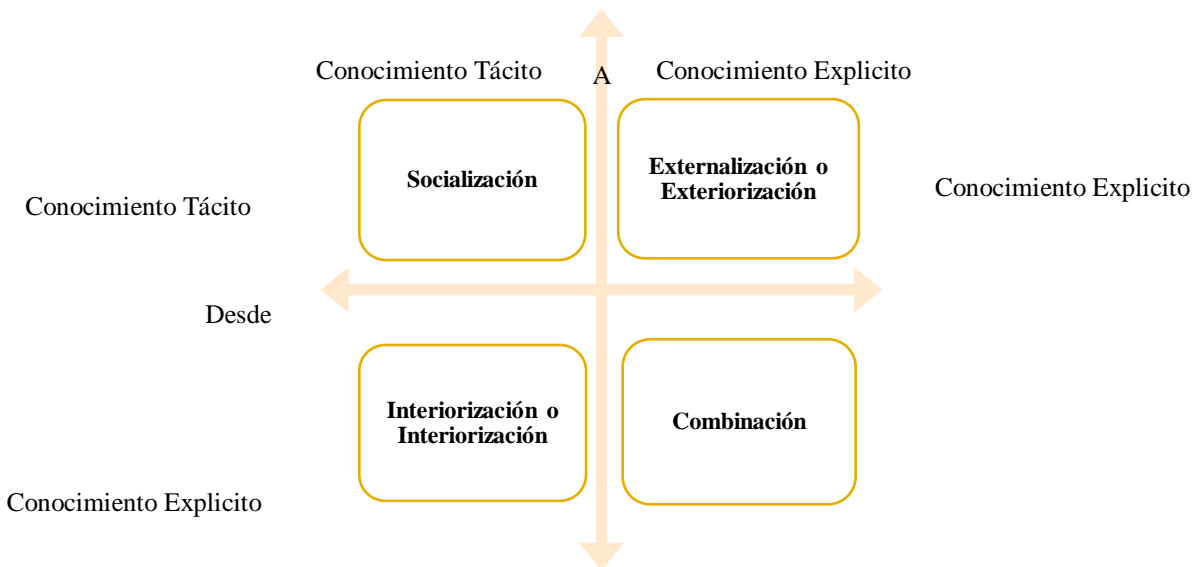
comunicación combinación telefónica, juntas, documentos, redes computarizadas) e interiorización (de de explícito a tácito, conlleva modelos mentales y know how compartidos). Desde la interiorización se inicia la acumulación de conocimiento tácito, para iniciar nuevamente el proceso hacia la socialización. (Mart, 2004, p. 2)

Resultados:

De los modelos expuestos, en la caracterización y clasificación de MGC del segundo momento y desarrollo de la investigación; se buscó el origen del Modelo de la Espiral del Conocimiento expuesto por Enid & Mendoza, en el cual se encontró que parte de los cuatro modos de conversión de conocimiento (Nonaka y Takeuchi, 1995) citado por Rojas & Torres Briones (2017) los cuales expresan «El conocimiento explícito es el conocimiento que pueden ser escritos y transferidos con relativa facilidad de una persona a otra. y el conocimiento tácito, es más difícil de articular porque a menudo surge por parte de la experiencia». Este tipos de conocimientos permite vincular procesos para la difusión de la información de las herramientas Lean Manufacturing, por tal motivo se adapta un MGC.

Se tomó las herramientas Lean como medio de validación de este modelo y se ubica en cada modo de conversión la herramienta Lean que ayuda a apoyar el cuadrante, debido a la necesidad que tienen las organizaciones de buscar, estrategias de mejora en los procesos de calidad y producción, además elaborar operaciones para la sociedad de la información y el conocimiento. A continuación, se describen siguientes aspectos fundamentales para el inicio de la adaptación y construcción del modelo que integra la Gestión del Conocimiento con la herramientas Lean que pueda servir como estrategia de aprendizaje en una organización.

Para el diseño se partió los cuatro modos de conversión de conocimiento (Nonaka y Takeuchi, 1995) como se observa en al Grafica 8



Grafica 8 modos de conversión del conocimiento, fuente. autores adaptada de Nonaka y Takehuchi (1995)

Aguilera Luque (2003) expresa que el modelo de Nonaka y Takeuchi es un «modelo dinámico sobre la creación del conocimiento que contextualiza tal proceso en un entorno social», coexistiendo la transformación de tipos de conocimiento entre sí, más aún, requiere de los individuos, como un

producto de la interacción entre personas. En la tabla se muestra los conceptos de los modos de conversión del conocimiento y la relación con la gestión del conocimiento VS la herramientas Lean para la construcción del MGC como estrategia de aprendizaje y mejora en las organizaciones.

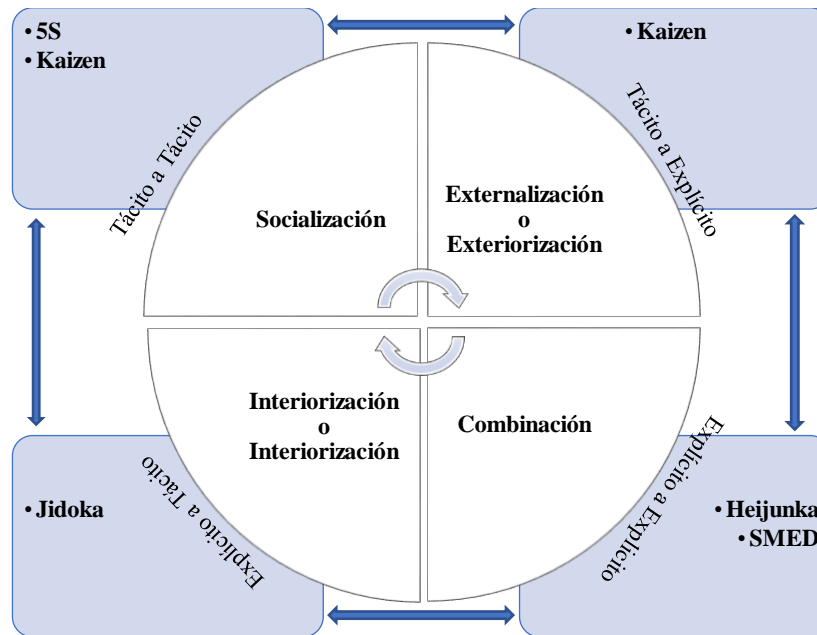
Tabla 16 Gestión del Conocimiento VS Herramientas Lean

Modos Conversión del conocimiento	Herramientas Lean	Relación
Socialización: Promover las condiciones sociales que favorezcan en los seres humanos el desarrollo integral de su persona (WordReference, 2019c). La socialización es un proceso en el que se adquiere conocimiento tácito de otros, compartiendo experiencias y pensamientos con ellos (M. León & Mercader, 2002) (de tácito a tácito)	5s y Kaizen: el Kaizen, o actitud hacia el mejoramiento de las capacidades de todo el personal en beneficio de un objetivo común. Para lo cual se reúne a todos los trabajadores de la empresa y se les invita a dar sus opiniones para efectuar cualquier mejora en el proceso de producción. Las 5S del Kaizen bases del TPS, son herramientas que contribuyen con los principios de orden y limpieza en el puesto de trabajo (Choque Pocreoy & MAKOTO, 2015)	Permite la socialización, hablar de lecciones aprendidas que se encuentran solo en los trabajadores, experiencias y opiniones acerca de los procesos que intervienen en la organización.
Externalización o Exteriorización: Acción y efecto de externalizar, aprende a diferenciar su cuerpo del mundo que lo rodea (RAE, 2018). La externalización es llevar los conocimientos adquiridos con la experiencia a conceptos (formulas, definiciones, teorías, etc.). Este modo de conversión se considera la llave o la clave para la creación de conocimiento, ya que es este el que genera el conocimiento conceptual (de Tácito a Explicito)	Kaizen: Apunta a mejorar la productividad, la eficacia, la seguridad y la reducción de residuos (Umba Rodríguez & Duarte Cordon, 2017).	Muchas maneras de mejorar (TQM, Mejora continua, diagrama causa-efecto y los 5 porque) ayudando a permanecer la cultura en la organización
Combinación: implica la combinación de distintos cuerpos de conocimiento explicito. Los individuos intercambian y combinan conocimiento a través de distintos medios (González Santoyo, 2011). Unión de dos elementos en una misma cosa o persona (WordReference, 2019a) (de explícito a explícito) la combinación en una organización pueden ser	Heijunka: Esta es una técnica que sirve para ambientes de demanda relativamente estable y conocida (o programable), por ejemplo para la producción de componentes (L. Rivera, 2013) es una herramienta que se adapta fácil cualquier entorno pertenece primer pilar que es just-in-time. Las herramientas que compone el Heijunka o transformación es el SMED: Continuamente se utiliza SMED para reducir y caracterizar el tiempo de alistamiento y operación de la estación que marca el ritmo de producción (Umba Rodríguez & Duarte Cordon, 2017)	García-Mora (2017) el aprendizaje combinado, el aprendizaje invertido, los vídeos interactivos y aprendizaje móvil entre otros, todos esos recursos buscan mejorar el aprendizaje y que ello se refleje en rendimiento. (sistematización de conocimientos con el uso de las Tecnologías de Información y Comunicación TIC) Con el uso de la tecnologías, donde se combinan la conceptualización abstracta con la observación reflexiva puesto que ellos desean saber el “Qué” de las cosas
Internalización o Interiorización: Proceso de asimilación de las percepciones o del lenguaje y del pensamiento (WordReference, 2019b) la internalización es la recuperación del conocimiento y todas las actividades anteriormente mencionadas para la operatividad del conocimiento individual (Barrera Londoño, 2015)	Jidoka: Una libre interpretación de este término podría ser: automatización con un toque humano. Esta herramienta lea está directamente conectada al control de calidad y permite que los procesos automatizados sean interrumpidos por el operador humano.	Aprender haciendo

Fuente: autores

De acuerdo con lo definido en la tabla 6, las diferentes herramientas que se asocian con los modos de conversión del conocimiento no son desconectadas. Existe una lógica entre ellas que se desprende de los aprendizajes y disciplinas ganadas en la implementación de cada técnica, método o caso de estudio en los diferentes contexto. En la gráfica 9 llamada Modelo de Gestión del conocimiento como estrategia para las organizaciones (MGCEO) no solo parte de la clasificación de los MGC sino de una necesidad que las organizaciones comprendan la importancia de la gestión del conocimiento y que existen herramientas que pueden intervenir en los procesos y general una mejora

continua por medio del proceso de aprendizaje el cual juega un papel muy importante en el desarrollo de habilidades y la adquisición de conocimiento para procesos de calidad y producción.



Grafica 9 Modelo de Gestión del conocimiento como estrategia para las organizaciones MGCEO, fuente. Autores adaptado de Nonaka y Takehuchi

Conclusiones

En la sociedad actual, con tendencia a la globalización, innovación y comunicación, debe tener la capacidad de gestionar el conocimiento para enfrentar nuevos retos y la defunción de crear nuevos conocimientos, interactuando estratégicamente con los grandes cambios sociales.

Gracias a al rastreo de la información en la bases de datos de Scopus, Web of Science, Redalyc, Carrot2 y Google académico, se logró conocer el estado de ciencia e identificar los MGC, por tanto, fueron clasificados lo que permitió una mejor visión para identificar cual de ellos iba ser seleccionado para la divulgación de la información de las herramientas Lean.

Al caracterizar los MGC, se evidencio que cada modelo fue creado y adaptado de acuerdo a la necesidad de la organización y uso cumpliendo objetivos específicos, por tanto, se seleccionó el modelo que más se adaptara o vincular con la herramientas Lean y la definición de los elementos a medir o comparar son establecidos para seguir el avance de las mejoras aplicadas. Motivo por el cual se creó la tabla 9 para la verificación de la relación entre las herramientas Lean y la gestión del conocimiento.

Al lograr adaptar un Modelo de Gestión del conocimiento como estrategia para las organizaciones MGCEO, que parte de la teoría de Nonaka y Takehuchi. Se pretende difundir la información en pequeñas microempresas, para la cual ya existe un establecimiento llamado Mundo Copias ubicado al frente de la universidad de Antioquia donde se adelantan trabajos de implementación de las 5s a

través del modelo con el fin de verificar su funcionalidad y seguir promocionando sus ventajas en otras partes interesadas en las mejoras de los procesos.

Agradecimientos

Agradezco a los compañeros estudiantes de la maestría Gestión de Innovación Tecnológica, Cooperación y Desarrollo Regional del Instituto Tecnológico Metropolitano, que con su apoyo y comentarios ayudaron a tomar decisiones para el desarrollo del artículo «Caracterización de Modelos de Gestión del Conocimiento Como Estrategia de Aprendizaje para las Lean Manufacturing»

Bibliografía

- Aguilera Luque, A. M. (2003). Gestión del Conocimiento Organizacional. ... *de Computación En La Educación*, (1), 1–13. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.28487.29600>
- Albeiro Cuesta Meza. (2012). SUMA DE ESFUERZOS para multiplicar la inversión en educación. In *Educación & Desarrollo Revista institucional del ICETEX* (ICETEX, Vol. 05, pp. 1–72). Bogotá. Retrieved from https://portal.icetex.gov.co/Portal/docs/default-source/documentos-el-icetex/revista-institucional/educacionydesarrollo_5ed.pdf
- Ángel, M., & Martín, M. (2015). *Filosofía Lean aplicada a la Ingeniería del Software 3. Filosofía Lean*. Retrieved from <http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/70201/fichero/03+-+Filosofia+Lean.pdf>
- Angulo, Estelio; Negrón, M. (2005). *Negotium*. *Negotium*, 4(11), 38–51. Retrieved from <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=78241104>
- Barrera Londoño, L. M. (2015). *Diseño de un modelo de gestión del conocimiento gestión del conocimiento en en CORANTIOQUIA, para CORANTIOQUIA, para favorecer el favorecer el aprendizaje organizacion*. Retrieved from <http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/43321/1/lbarreralfm0715memoria.pdf>
- Castillo, H. G. C. (2010). El Modelo De La Triple Hélice Como Un Medio Para La Vinculación Entre La Universidad Y Empresa. *Revista Nacional de Administración*, 1(1), 85–94. <https://doi.org/10.22458/RNA.V1I1.286>
- Choque Pocorey, L. F., & MAKOTO, A. (2015). *SISTEMA DE PRODUCCIÓN TOYOTA (TPS), EFICIENCIA EN LA PRODUCCIÓN A TRAVÉS DE LA REDUCCIÓN DE IMPRODUCTIVIDAD EN TODOS SUS NIVELES*. Retrieved from http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/rtft/v13n19/v13n19_a09.pdf
- David Rodríguez Gómez. (2006). Modelos para la creación y gestión del conocimiento: una aproximación teórica. *Educar* 37, 37(15), 25–39.
- Donin, C., Rizzatti, E., Geiger, K. T., & Sartori, T. (2016). APPLIED KNOWLEDGE MANAGEMENT IN SMALL DESIGN FIRMS: CASE STUDY. *Independent Journal of Management & Production*, 7(3), 989–1004. <https://doi.org/10.14807/ijmp.v7i3.444>
- Enid, D., & Mendoza, Z. (2017). Modelos de gestión para la transferencia de los conocimientos en instituciones de Educación Superior. *Revista Ciencias Estratégicas*, 25(38), 441–456.
- Fainholc, B. (2006). Rasgos de las universidades y de las organizaciones de educación superior para una sociedad del conocimiento, según la gestión del conocimiento. *Revista de Universidad y*

- Sociedad Del Conocimiento (RUSC)*, 3(1), 1–10.
<https://doi.org/http://dx.doi.org/10.7238/rusc.v3i1.267>
- Fátima, V. De, & Estivaleta, B. (2018). From Individual Learning to Interorganizational Learning Proposition of an Analysis Framework. *ARTIGO*, 43(32), 45–76.
- Fernández-Ledesma, J. D., & Duque, S. (2017). Representative variables of marketing and trading based innovation management model. *DYNA*, 84(200), 351–355.
<https://doi.org/10.15446/dyna.v84n200.53885>
- Follador, R. da C., & Trabasso, L. G. (2016). Knowledge management patterns model for a flight test environment. *Journal of Aerospace Technology and Management*, 8(3), 263–271.
<https://doi.org/10.5028/jatm.v8i3.568>
- García-Mora, J. J. (2017). *ANÁLISIS DEL RENDIMIENTO ACADÉMICO EN EL ESTUDIO DE LOS LÍMITES DE FUNCIONES DE VARIABLE REAL CON EL APOYO DE OBJETOS INTERACTIVOS DE APRENDIZAJE-OIA*-. Retrieved from http://ridum.umanizales.edu.co:8080/jspui/bitstream/6789/3318/1/Garcia_Mora_John_2017.pdf
- Garcia, O., & Coltre, S. (2017). Knowledge Management as a Determining Factor in the Retention of Professionals in the Industry: A Case Study in an Organization in the Furniture Industry. *Brazilian Business Review*, 14(1), 182–203. <https://doi.org/10.15728/bbr.2017.14.2.3>
- González Santoyo, F. C. A. G. (2011). Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. *Revista Del Claustro de Profesores de La Facultad de Contaduría y Ciencias Administrativas de La Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo Enero*, 67. Retrieved from <http://www.iaidres.org.mx/pdf/revista19.pdf#page=39>
- Jeffrey K. Liker. (2006). Las Clavez de Exito de toyota - 14 principios de gestión del fabricante mas grande del mundo. Retrieved from https://www.academia.edu/36534909/Las_Clavez_de_Exito_de_toyota_-_www.FreeLibros
- Joseph Miguel Chacón Arméstar. (2018). “*APLICACIÓN DEL LEAN EN LA REDUCCION DE DESPERDICIOS EN LOS PROCESOS INDUSTRIALES*”; *Un Estudio de Revisión*. Retrieved from http://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/14658/Joseph_Chacón_Armestar_ing_ind.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- León, G. E., Marulanda, N., & González, H. H. (2017). Factores claves de éxito en la implementación de Lean Manufacturing en algunas empresas con sede en Colombia. *Tendencias*, 18(1), 85. <https://doi.org/10.22267/rtend.171801.66>
- León, M., & Mercader, R. (2002). LOS PROCESOS DE CREACIÓN DEL CONOCIMIENTO: EL APRENDIZAJE Y LA ESPIRAL DE CONVERSIÓN DEL CONOCIMIENTO. *XVI Congreso Nacional de AEDEM*, p. 16. Retrieved from http://www.upct.es/~economia/PUBLI-INO/LOS_PROCESOS_DE_CREACION_DEL_CONOCIMIENTO-EL_APRENDIZA.pdf
- Lizama, M. V. (2017). Knowledge in your classroom: A model of analysis for specialization codes in classroom discourse. *Onomazein*, 35, 149–178. <https://doi.org/10.7764/onomazein.sfl.06>
- Melendez, K., & Dávila, A. (2018). Problemas en la adopción de modelos de gestión de servicios de tecnologías de información . Una revisión sistemática de la literatura. *Dyna*, 85(204), 215–222.
- Monagas-Docasal, M. (2012). El capital intelectual y la gestión del conocimiento Intellectual capital and knowledge management. *Ingenieria Industrial*, XXXIII(2), 142–150. Retrieved from <http://scielo.sld.cu/pdf/rii/v33n2/rii06212.pdf>
- Ocaña, A. B. (2009). Aproximación a una taxonomía de modelos de gestión del conocimiento. *Intangible Capital*, 5(1), 65–101. <https://doi.org/10.3926/ic.2009.v5n1.p65-101>
- OECD. (2007). *Manual de Oslo. Analysis* (Vol. 30). <https://doi.org/10.1787/9789264065659-es>
- Padilla, L. (2010). *LEAN MANUFACTURING MANUFACTURA ESBELTA/ÁGIL*. Retrieved from

- <http://www.tec.url.edu.gt/boletin>
- Peña, Teresa; Manzanedo, M. A. L. S. (2006). Modelo Integral de Gestión del Conocimiento desde un Enfoque de Procesos. *II Conferencia de Ingeniería de Organización*, 5(7), 5–6.
- Perdomo Castellano, L., Rincón Mármol, R., & Sánchez Villarroel, M. (2017). La teoría Kaizen como corriente humanista y paradigmática en las organizaciones. *Centro de Investigación de Ciencias Administrativas y Gerenciales*, 14(2), 184–185.
- Plasencia, J. A., Marrero, F., Bajo, A. M., & Nicado, M. (2018). Modelos para evaluar la sostenibilidad de las organizaciones. *Estudios Gerenciales*, 34(146), 63–73. <https://doi.org/10.18046/j.estger.2018.146.2662>
- RAE. (2018). estandarización | Definición de estandarización - Diccionario de la lengua española - Edición del Tricentenario. Retrieved April 25, 2019, from <https://dle.rae.es/?id=Glw2OhJ>
- Rivera, G., & Rivera, I. (2016). Design , Measurement and Analysis of a Knowledge Management Model in the Context of a Mexican University. *Innovar*, 26(59), 21–34. <https://doi.org/10.15446/innovar.v26n59.54320>.CITACI
- Rivera, L. (2013). Justificación conceptual de un modelo de implementación de Lean Manufacturing. *Heurística*, 15(16), 91–106. Retrieved from <http://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/10893/6139/1/Heuristica15-A08.pdf>
- Rodríguez, D. (2009). *La creación y gestión del conocimiento en las organizaciones educativas: barreras y facilitadores. Un estudio multicaso*. Retrieved from <http://www.tdx.cat/handle/10803/327017>
- Rojas, R., & Torres Briones, C. (2017). La Gestión del Conocimiento basado en la Teoría de Nonaka y Takeuchi. *INNOVA Research Journal*, 2(4), 30–37.
- Rotundo, Z., Gerardo, J., & Martínez, M. (2018). Capacidades Dinámicas de la Organización : Revisión de la Literatura y un Modelo Propuesto, 47.
- Sáiz, L., Alonso, C., & Manzanedo, M. Á. (2010). Análisis y Nuevas Propuestas. *XIV Congreso de Ingeniería*, 13(10), 1–10. Retrieved from http://www.adingor.es/congresos/web/uploads/cio/cio2010/KNOWLEDGE_MANAGEMENT/837-846.pdf
- Umba Rodríguez, N. R., & Duarte Cordon, J. D. (2017). *Propuesta para Implementar Herramientas Lean Manufacturing para la Reducción del Tiempo de Ciclo en la Fábrica de Almojábanas el Goloso*. Retrieved from http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/21775/47111109_2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Vizán, A., & Hernandez, J. C. (2015). *Lean C manufacturing onceptos, técnicas e implantación*. (J. P. Davim, Ed.), *medio ambiente industria y energía*. Cham: Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-20152-8>
- WordReference. (2019a). combinacion - Definición - WordReference.com. Retrieved April 25, 2019, from <http://www.wordreference.com/definicion/combinacion>
- WordReference. (2019b). Interiorización - Definición - WordReference.com. Retrieved April 25, 2019, from <http://www.wordreference.com/definicion/Interiorización>
- WordReference. (2019c). socializar - Definición - WordReference.com. Retrieved April 25, 2019, from <http://www.wordreference.com/definicion/socializar>

Impacto de la acreditación institucional en el desempeño de la universidad colombiana

Eliana Fernanda Granada García, Jesús María Godoy Bejarano.
Universidad de Ibagué
Colombia

Sobre los autores

Eliana Fernanda Granada García: Magister en Gerencia de la Calidad de la Universidad de Ibagué, docente tiempo completo, Universidad de Ibagué.

Correspondencia: eliana.granada@unibague.edu.co

Jesús María Godoy Bejarano: Doctor en Administración, docente tiempo completo, Universidad de Ibagué.

Correspondencia: jesus.godoy@unibague.edu.co

Resumen

Este trabajo estima el impacto de la acreditación institucional sobre el desempeño de las universidades colombianas en tres dimensiones: (i) la demanda de cupos de las Instituciones de Educación Superior IES, (ii) el desempeño académico de sus estudiantes y, (iii) la relevancia social. Se utilizó una base de datos, construida a partir de la información recolectada de algunas entidades del Estado, para estimar un modelo de datos panel al nivel de cada dimensión. Se tuvieron en cuenta 83 universidades colombianas de las cuales 31 han obtenido la acreditación institucional en el período 2003-2015. Los principales resultados del estudio sugieren que la relación entre la acreditación institucional y la cobertura de matrículas para las universidades es positiva para los niveles de formación tecnológica, maestría y doctorado. La acreditación está asociada fuerte y positivamente con el desempeño académico de los estudiantes y con el incremento en los salarios de los recién graduados especialmente para los niveles de formación en especialización y maestría. Sin embargo, para la obtención de empleo de los egresados en los niveles de formación en pregrado, maestría y doctorado, la acreditación no parece tener relevancia.

Palabras Claves: Acreditación, demanda de cupos, desempeño, educación superior relevancia social, universidad.

Impact of institutional accreditation on the performance of the Colombian university.

Abstract

This work examines the impact of the institutional accreditation on the Colombian universities performance into three dimensions: i) quota demand of higher education's institutions HEI, ii) Students' academic performance and, iii) the social relevance. We used a database, which have been built from information reported by some State entities, to estimate a panel data model at the level of each dimension. 83 Colombians universities were taken into account, 31 of them have obtained the institutional accreditation during the period 2003 to 2015. The main results of this study suggest that the relation between institutional accreditation and the enrollment coverage for universities is positive for the levels of technological training programs, Masters Programs and PhD Programs. Accreditation is associated strong and positively with the students' academic performance and with the recent graduates salaries increase, especially, for the levels of training in specialization and masters programs. However, to obtain an employment for graduates at undergraduate, masters and doctoral levels, accreditation does not seem to be relevant.

Keywords: *Accreditation, higher education, performance, quota demand, social relevance, university.*

Rutas competitivas, base para la competitividad: análisis para la subregión Occidente del departamento de Antioquia – Colombia.

Miryam Astrid Agudelo Valencia, Eliana María Villa Enciso, Institución Universitaria Instituto Tecnológico Metropolitano - ITM
Colombia

Sobre los autores

Miryam Astrid Agudelo Valencia: Administradora de Empresas Turísticas, Especialista en Gerencia de Proyectos y M.Sc(c) en Gestión de Innovación Tecnológica, Cooperación y Desarrollo Regional del Instituto Tecnológico Metropolitano – ITM de la ciudad de Medellín. Docente Universitaria de instituciones de educación superior de la ciudad de Medellín como Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid y la Institución Universitaria ESUMER. Integrante del semillero de investigación en Gestión de la Tecnología y la Innovación de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas del Instituto Tecnológico Metropolitano. **Correspondencia:** miryamagudelo259480@correo.itm.edu.co, aagudelovalencia@gmail.com

Eliana María Villa Enciso: PhD. (c) en Ingeniería - Universidad Nacional de Colombia sede Medellín; docente tiempo completo del Instituto Tecnológico Metropolitano ITM de la ciudad de Medellín. **Correspondencia:** elianavilla@itm.edu.co

Resumen

El departamento de Antioquia (Colombia) está dividido por 9 subregiones geográficas con características particulares (Valle de Aburrá, Occidente, Norte, Nordeste, Oriente, Bajo Cauca, Suroeste, Urabá y Magdalena Medio). Con la finalidad de incentivar la competitividad de los *cluster* empresariales, existen las rutas competitivas, diseñadas para definir una estrategia de largo plazo para desarrollar un sector económico importante. La subregión del occidente de Antioquia – Colombia no cuenta actualmente con una ruta competitiva que permita tener un plan de acción que contenga las diferentes estrategias y acciones a seguir y que permita alinear a los diferentes actores que conforman la institucionalidad del territorio como la universidad, la empresa, el estado y la sociedad, conllevando de esta manera el fortalecimiento y la competitividad del territorio. El objetivo de esta ponencia es presentar los potenciales económicos de esta subregión con la finalidad de proponer una ruta competitiva para la misma. La metodología utilizada consistió en una investigación mixta, conformada por encuestas, entrevistas y grupos focales, así como revisión sistemática de literatura. Como resultado, se priorizó el café como la potencialidad económica más relevante en la subregión y se propuso una ruta competitiva con base en esta potencialidad. Como recomendación final se sugiere convertir esta ruta competitiva en un plan a seguir por parte de la institucionalidad, con el fin de que sea una estrategia sostenible en el tiempo.

Palabras Claves: competitividad, desarrollo regional, potencial económico, ruta competitiva, subregión occidente Antioquia, Colombia.

Competitive routes, basis for competitiveness: analysis for the Western subregion of the Department of Antioquia – Colombia.

Abstract

The department of Antioquia (Colombia) is divided into 9 geographical subregions with particular characteristics (Aburrá Valley, Occidente, North, Northeast, Oriente, Bajo cauca, Suroeste, Urabá and Magdalena Medio). In order to encourage the competitiveness of business clusters, there are competitive routes, designed to define a long-term strategy to develop an important economic sector. The western sub region of Antioquia - Colombia does not currently have a competitive route that allows having an action plan that contains the different strategies and actions to follow and that allows aligning the different actors that make up the institutional framework of the territory such as the university, the company, state and society, thus leading to the strengthening and competitiveness of the territory. The objective of this paper is to present the economic potential of this subregion in order to propose a competitive route for it. The methodology used consisted of a mixed investigation, consisting of surveys, interviews and focus groups, as well as a systematic literature review. As a result, coffee was prioritized as the most relevant economic potential in the subregion and a competitive route was proposed based on this potential. As a final recommendation, it is suggested that this competitive route be converted into a plan to be followed by the institutions, in order to make it a sustainable strategy over time.

Keywords: *Cluster, competitiveness, regional development, economic potential, competitive route.*

Introducción

La subregión occidente del departamento de Antioquia-Colombia cuenta con potencialidades económicas importantes. Dicha subregión cuenta con un gran potencial competitivo, sin embargo, al no contar con una ruta competitiva definida acorde con la realidad económica, no se tiene una estrategia que integre a los diferentes actores del territorio y que conlleve a que cuenten con una hoja de ruta en la cual todos tengan un mismo objetivo. El presente artículo presenta la propuesta de una ruta competitiva para la subregión del occidente de Antioquia, la cual puede traer grandes beneficios para el territorio ya que contribuirá a que el territorio cuente con un norte o foco competitivo y a que se tomen decisiones estratégicas con el fin de ser más competitivos y de facilitar políticas de apoyo para fortalecer la ruta competitiva como un instrumento para mejorar la competitividad del territorio y generar un impacto regional.

Este trabajo presenta una metodología de tipo mixto con corte correlacional debido a que se basa en el análisis de un fenómeno específico de carácter social (Hernandez Sampieri, Fernandez Collado, & Baptista Lucio, 2010). Se contemplaron las siguientes fases: la primera conlleva la descripción de las potencialidades económicas de la Subregión Occidente del departamento de Antioquia; la segunda fase presenta la priorización de las potencialidades económicas descritas con el apoyo de actores clave del departamento, con el fin de tomarlas como base para la propuesta de una ruta competitiva para la subregión del Occidente y la tercera fase está presenta la propuesta de una ruta competitiva para la subregión Occidente del departamento de Antioquia, validando la pertinencia de la misma con actores clave del departamento y teniendo en cuenta las potencialidades económicas priorizadas.

Marco Teórico:

En el ámbito mundial, la competitividad se ha convertido en una de las preocupaciones centrales de los gobiernos y de las industrias de todas las naciones y aunque el concepto de competitividad empresarial está claro el de las naciones aún no se encuentra bien definido, sin embargo, (M. Porter, 2008) lo define como la capacidad de competir o ser mejor en el mercado, refiriéndose tanto a países como a regiones, sectores y empresas. Porter explica en su teoría los determinantes de la ventaja competitiva nacional, los cuales sirven como base para el presente proyecto de investigación.

La palabra competitividad, se ha venido utilizando con gran énfasis desde las dos últimas décadas, especialmente en escenarios conformados por gobiernos, estados, empresas, empresarios y universidades, entre otros; casi siempre para señalar el éxito o el fracaso de un agente económico, en el proceso de generación del valor agregado o para establecer un punto de referencia que permita evaluar el buen desempeño económico de un Estado, de una empresa, de un sector, o de cualquier otro agente económico (Ramírez Díaz, 2006).

“La competitividad se origina en la interrelación de las empresas con el entorno, la rivalidad, las estrategias individuales y empresariales de las diferentes empresas que compiten en un mismo sector” (Red Cluster Colombia, 2017).

Por otro lado, el concepto de rutas competitivas surge posterior al concepto de competitividad del autor Michael Porter mencionado anteriormente, donde sus principales aportes fueron en términos de competitividad e innovación, cluster y modelo de las cinco fuerzas (Hernández, Pezzi, & Soy, 2010). Porter también introdujo conceptos como cadena de valor y desarrollo regional, donde la competitividad se origina en la interrelación de las empresas con el entorno, las estrategias individuales y empresariales de las diferentes organizaciones que compiten en un sector específico (Gutiérrez, López, Pérez, & Rendón, 2002).

Las rutas competitivas hacen referencia a los procesos que se llevan a cabo con el fin de mejorar la competitividad de las empresas pertenecientes a determinado sector económico, teniendo en cuenta aspectos como cooperación, trabajo interinstitucional, entre otros. La competitividad hace referencia al estado compartido con las mejoras continuas, por el cual deben transitar las empresas en su camino hacia el éxito, en leal y solidaria competencia con otras de su tipo, sobre la base de ofertar productos u/o servicios de elevada calidad, con precios atractivos y plazos de entrega oportunos y confiables, que le permitan de manera creciente ganar la confianza de sus clientes, tanto nacionales como extranjeros, garantía para lograr ventajas competitivas de sus productos u/o servicios en otros mercados (Quero, 2008).

La importancia de los modelos de asociatividad como por ejemplo las rutas competitivas está en que son una estrategia para afrontar los principales problemas que enfrentan las Pymes, tales como el acceso a recursos financieros, la penetración en mercados locales e internacionales y la innovación y producción de nuevos productos (Lozano, 2010).

Es importante resaltar las ventajas de una ruta competitiva para los diferentes actores que en ella intervienen, donde permite a las entidades de gobierno, tanto locales como nacionales, y a los gremios, asociaciones, instituciones de educación tecnológica, universidades y centros de investigación, dos aspectos esenciales:

- Ayudar a los empresarios a tomar las decisiones estratégicas para innovar y ser más competitivos.
- Disponer de información actualizada y depurada de las necesidades actuales y futuras de las empresas que se localizan en sus regiones y zonas de influencia con el fin de adecuar políticas horizontales y diseñar instrumentos de apoyo (Rodríguez Jaramillo, 2015).

De acuerdo a la Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial – ONUDI, menciona que “la competitividad de las empresas (especialmente de las MIPYMES) y de los sistemas económicos en que se insertan, depende en gran medida de su capacidad de interrelación y de las características del entorno local” (Jiménez Blasco, 2008).

En medio de la crisis internacional experimentada a partir de 2007, resulta importante analizar los diferentes mecanismos con que cuentan las pymes para hacerle frente a las distintas fases del ciclo económico, uno de los cuales es la asociatividad. Este mecanismo se entiende como una estrategia de colaboración colectiva que persigue la creación de valor a través de la concreción de objetivos comunes que contribuyen a superar la escasez de escalas individuales y a incrementar la competitividad, herramienta que es necesaria para la supervivencia de las pequeñas y medianas empresas (Lozano, n.d.).

De acuerdo a lo mencionado por Porter en su libro la ventaja competitiva de las naciones donde define la competitividad como “el único concepto de competitividad a nivel nacional es la productividad. El objetivo principal de una nación es conseguir un alto y creciente nivel de vida para sus ciudadanos” (M. Porter, 2008).

En un contexto nacional, Colombia tradicionalmente ha tenido gran potencial económico en sectores como café, banano, flores, entre otros, (Ramírez Osorio & Ochoa Sanint, 2016), lo que ha contribuido a que estos sectores sean los más importantes para el trabajo interinstitucional que se viene realizando desde hace varios años entre diferentes entidades tanto públicas como privadas, esto se ve reflejado en uno de los objetivos de desarrollo sostenible con visión al 2030 emitidos desde la ONU el cual manifiesta la importancia de fomentar la asociatividad y el fortalecimiento de redes empresariales (ONU, 2018).

Es importante resaltar que el sector del café contribuye a los objetivos de desarrollo sostenible – ODS, de acuerdo a lo mencionado por la Organización Internacional del Café en cuanto a que uno de los objetivos del Acuerdo Internacional del Café de 2007 es el de alentar a los Miembros a desarrollar un sector sostenible del café en términos económicos, sociales y ambientales. Este objetivo se refuerza con el Artículo 36, que hace referencia a los principios y objetivos de desarrollo sostenible que figuran en el Programa 21, adoptado por la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo, y a los adoptados en la Cumbre Mundial sobre Desarrollo Sostenible (International Coffee Organization, n.d.).

En Colombia se han venido proponiendo e implementando las rutas competitivas desde el año 2012 desde el gobierno nacional, Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, mediante Innpulsa, donde lo que han buscado es mejorar la competitividad de las empresas pertenecientes a un cluster a partir de la redefinición de la estrategia de largo plazo, construir capacidades locales para el pensamiento estratégico, gestión del cambio, y la dinamización de cluster e incidir en la mentalidad

de actores locales para el pensamiento estratégico y la innovación como vehículo de la competitividad (Innpulsa, 2012).

Adicionalmente y en términos de asociatividad empresarial, desde el año 2015 a través de diferentes convocatorias de Innpulsa, se viene apoyando la implementación de estrategias clúster, así:

- Se han asignado \$11.008 millones, para la implementación y fortalecimiento de Iniciativas clúster. Estos proyectos buscan incorporar conocimiento para fortalecimiento de los cluster, lograr mayor sofisticación y/o valor agregado en los productos y/o servicios de las empresas participantes.
- Se está apoyado la ejecución de 22 proyectos para implementación de estrategias de 24 iniciativas clúster.
- En los proyectos apoyados participan como beneficiarias 204 empresas de las 24 iniciativas clúster y cerca de 28 instituciones de desarrollo empresarial (Innpulsa Colombia, 2018).

Por su parte, el departamento de Antioquia (Colombia) se encuentra compuesto por nueve subregiones geográficas con diferentes potenciales económicos, éstas son: Valle de Aburrá, Occidente, Norte, Nordeste, Oriente, Bajo cauca, Suroeste, Urabá y Magdalena Medio. “Su economía genera el 13 % del PIB colombiano, ubicándose en segundo lugar tras Bogotá” (Gobernación de Antioquia, n.d.).

En términos de rutas competitivas e iniciativas cluster el departamento cuenta con las siguientes iniciativas: iniciativa cluster derivados lácteos la cual se encuentra enfocada en la subregión norte del departamento (Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia, 2016), la iniciativa cluster cacao la cual se encuentra en las subregiones de Bajo Cauca, Urabá, Magdalena Medio y Nordeste (Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia, n.d.-b), la iniciativa cluster cítricos (Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia, n.d.-c), el cluster café Medellín y Antioquia (Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia, n.d.-a) y los cluster: energía eléctrica, hábitat sostenible, negocios digitales, moda y fabricación avanzada, turismo de negocios, Medellín *health city* para la ciudad de Medellín.

La subregión del occidente tiene 19 municipios. Su extensión representa el 11.6% del departamento de acuerdo a (Universidad de El Rosario, n.d.). Se encuentra localizada entre las cordilleras Central y Occidental de Colombia, entre el Valle de Aburrá al sur, y el Nudo de Paramillo y Urabá al norte. y congrega a 19 municipios en dos zonas distribuidos así: Cuenca del Río Sucio; Abriaquí, Cañasgordas, Dabeiba, Frontino, Peque y Uramita. Cauca Medio; Anzá, Armenia, Buriticá, Caicedo, Ebéjico, Giraldo, Heliconia, Liborina, Olaya, Sabanalarga, San Jerónimo, Santa Fe de Antioquia y Sopetrán. Posee una extensión total de 7.381 Km² que corresponden al 11,6% del área departamental y concentra el 3,06% de la población de Antioquia, cuya densidad poblacional (Personas por km²) es en promedio de 113,5 para toda la subregión, la cual se encuentra por encima de la departamental que se ubica en 37,22 personas por km²; cabe señalar que la mayor densidad poblacional se encuentra en el municipio de San Jerónimo con 80,48; mientras Abriaquí posee la menor densidad con 7,26 personas por km² (Comfenalco, 2017).

Específicamente la subregión occidente, para el año 2013, se situó como la quinta del departamento con mayor extensión de tierra (cuenta con 729.500 hectáreas). Sin embargo, con respecto a la utilización de la tierra para uso productivo agrícola, el Occidente ocupó, durante el 2013, el cuarto lugar en Antioquia al cosechar 33.890 hectáreas, indicador en el que solo es superada por las subregiones del Suroeste, el Urabá y el Oriente. En este aspecto es preciso resaltar el potencial que tiene para ampliar su producción agrícola teniendo en cuenta que es cosechado menos de un 5 % del total de su territorio

En relación con el tipo de cultivo, la mayor parte (86%) de las tierras cosechadas en el Occidente están destinadas al cultivo de productos permanentes, lo que le permitió posicionarse como la cuarta subregión del departamento con el mayor número de hectáreas destinadas a dicho uso, superada por el Suroeste, el Urabá y el Oriente. Con respecto a los cultivos transitorios, la situación es diferente, puesto que las hectáreas cosechadas en este rubro pueden considerarse moderadas en el escenario departamental en comparación con subregiones con mayor vocación para este tipo de cultivos como el Urabá, el Oriente y el Bajo Cauca.

Dentro de los productos permanentes, las cifras de la Secretaría de Agricultura de Antioquia hacen evidente que la vocación agrícola más importante del Occidente está asociada al cultivo del café y la caña, productos en los que el área cosechada representaba el 68% y 14%, respectivamente, del total de las tierras destinadas a cultivos permanentes en la subregión. Sobre el particular se debe señalar que la producción subregional de café durante el 2013 fue la segunda más alta del departamento (con 27.250 toneladas), mientras que la de caña fue la tercera (con una cifra cercana a las 26.812 toneladas) (Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia, 2015).

De acuerdo a lo anterior, se hace necesario proponer una ruta competitiva en la subregión del occidente antioqueño, ya que es una de las subregiones que no cuenta con este tipo de estrategias, por ende no tiene una hoja de ruta que de acuerdo a lo mencionado por Confecámaras ésta debe responder a objetivos muy concretos, con esfuerzos focalizados hacia segmentos que agreguen valor y reten a las empresas a avanzar bien sea en sofisticación de su aparato productivo, en la consolidación de vínculos comerciales o en la prestación de un servicio a la medida de las necesidades del cliente (Confecámaras, 2017).

La importancia de una ruta competitiva para la subregión del occidente radica en que busca mejorar la competitividad de las empresas pertenecientes a un clúster a partir de la redefinición de la estrategia de largo plazo e incrementar la cooperación entre los actores que hacen parte de la misma.

Esta metodología permite a los empresarios tomar las decisiones estratégicas para innovar y ser más competitivos, además de depurar las necesidades actuales y futuras de las empresas que se localizan en sus regiones, con el fin de adecuar políticas horizontales y diseñar instrumentos de apoyo (Finagro, n.d.).

Este tema tiene gran importancia para el desarrollo de la subregión ya que como se mencionó anteriormente, las rutas competitivas contribuyen a mejorar la competitividad de las empresas de un territorio determinado al facilitar el acceso a mercados más atractivos, desarrollar estrategias más rentables y además impacta positivamente la calidad de vida de los ciudadanos de una región en términos de más y mejores empleos e infraestructura, mejorando de esta manera la realidad económica de la subregión.

Metodología:

Este proyecto se basó en una metodología de tipo mixto con corte correlacional debido a que se basa en análisis de un fenómeno específico de carácter social (Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., Baptista Lucio, 2010). Para el caso de este proyecto se determinó estudiar acerca de las potencialidades económicas de la subregión del Occidente Antioqueño, validarlas y proponer una nueva ruta competitiva de un sector económico priorizado.

Se desarrollaron las siguientes fases: 1. Describir las potencialidades económicas de la Subregión Occidente del departamento de Antioquia, 2. Priorizar las potencialidades económicas descritas con el apoyo de actores clave del departamento, con el fin de tomarlas como base para la propuesta de una ruta competitiva para la subregión y 3. Proponer una ruta competitiva para la subregión Occidente del departamento de Antioquia, teniendo en cuenta las potencialidades económicas priorizadas.

Análisis de Resultados

Teniendo en cuenta las fases mencionadas en la metodología, se consultaron en primera instancia diferentes fuentes bibliográficas con el fin de identificar las vocaciones económicas más importantes de la subregión. Posteriormente, estas vocaciones previamente identificadas se validaron mediante encuestas y/o entrevistas a actores o líderes clave del departamento y/o la subregión del occidente antioqueño y finalmente se propone la ruta competitiva para la subregión de acuerdo a la vocación económica priorizada y se valida la propuesta de la ruta competitiva con algunos de los actores o líderes clave.

A continuación, se da a conocer los resultados de cada una de las fases:

Fase 1: Descripción de las potencialidades económicas de la subregión Occidente del departamento de Antioquia.

Con el fin de describir las potencialidades económicas actuales de la subregión del occidente antioqueño se investigó en diferentes fuentes como la Gobernación de Antioquia, la Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia, el Departamento Nacional de Estadística – DANE, diferentes gobiernos municipales, entre otros.

Los principales hallazgos encontrados en la revisión de los diferentes estudios económicos y sectoriales son que la estructura empresarial de la subregión se encuentra en su gran mayoría compuesta por microempresas, seguido de pequeñas y medianas y en una pequeña proporción grandes organizaciones. A continuación, se muestra dicha información representada gráficamente:

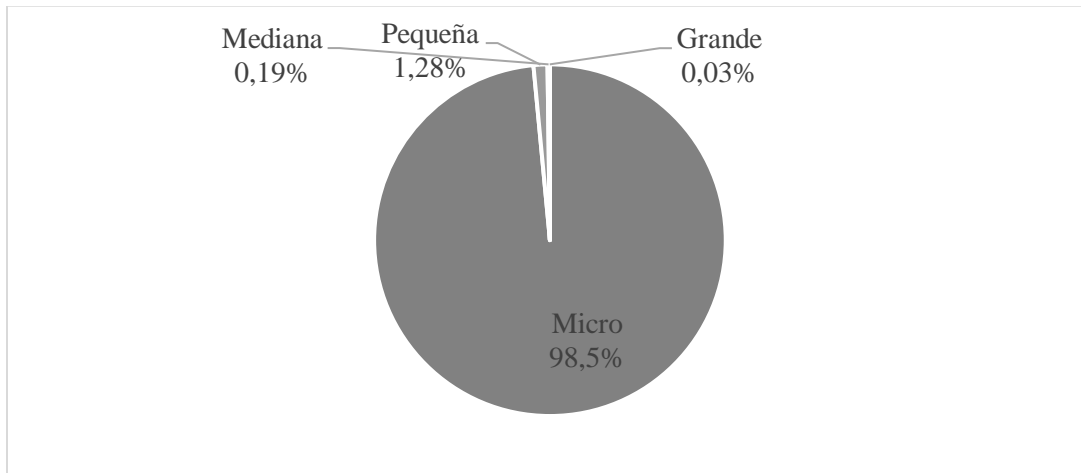


Gráfico 1. Composición estructural empresarial subregión occidente. Fuente: (Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia, 2015)

De acuerdo a la Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia, según el registro público mercantil del año 2017, las actividades líderes en creación de empresas fueron:

- Actividades de turismo, específicamente: alojamiento y alimentos.
- Industrias manufactureras: panadería, confecciones, madera, procesamiento de frutas y verduras.
- Construcción
- Agropecuario

La mayor parte de las sociedades de la subregión (21%) se concentran en el municipio de Santa Fe de Antioquia, lo que ratifica su liderazgo regional en materia de generación de valor. También es importante anotar que si además de este municipio se consideran Frontino, Ebéjico, Sopetrán y San Jerónimo, la concentración empresarial asciende a una cifra cercana a las dos terceras partes de las unidades productivas de la zona (63%) (Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia, 2015).

Las cifras sectoriales revelan que el valor agregado del Occidente se concentra fundamentalmente en el desarrollo de actividades de servicios sociales, comunales y personales (37,8 %), comercio, hoteles y restaurantes (turismo) (21 %), industriales (15 %) y agropecuarias (12,9 %). El dinamismo que en los últimos años han venido adquiriendo las actividades de turismo y la segunda vivienda en la subregión Occidente (caracterizado por las parcelaciones, los condominios, las urbanizaciones y las infraestructuras asociadas a la prestación de servicios turísticos) ha propiciado una mayor participación del sector de comercio, hoteles y restaurantes (turismo), así como una mayor demanda por servicios sociales, comunales y personales (Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia, 2015).

Se evidencian importantes potenciales económicos en la subregión donde el aporte de las actividades agropecuarias y de comercio, hoteles y restaurantes al valor agregado en Occidente se ha constituido en una fuente notable de ingresos y empleo para un importante número de sus habitantes. El reto para la región está asociado a generar proyectos y acciones orientadas a incorporar mayor valor a la producción local, más aún si se tiene en cuenta que la participación de la subregión del Occidente en el valor agregado departamental en las actividades agropecuarias y comerciales y turísticas tan

solo ascendió al 3,7 % y al 4,1 %, respectivamente (Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia, 2015).

Para el año 2017, la estructura empresarial de la subregión se encuentra compuesta por 3.358 empresas según el registro mercantil de la Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia para ese año. A continuación se da a conocer la composición empresarial por municipio:

Centro Regional/Mpios	Micro	Pequeña	Mediana	Grande	Total empresas
Occidente	3.314	37	7	0	3.358
ABRIAQUI	11				11
ANZA	93				93
ARMENIA	89				89
BURITICA	201	5			206
CAÑASGORDAS	220	3			223
EBEJICO	244	1			245
FRONTINO	265	1	2		268
GIRALDO	102				102
HELICONIA	90		1		91
LIBORINA	171				171
OLAYA	28	1			29
PEQUE	101	1			102
SABANALARGA	128				128
SAN JERÓNIMO	351	7	2		360
SANTAFE DE ANTIOQUIA	805	15	1		821
SOPETRAN	362	3	1		366
URAMITA	53				53

Tabla 1. Estructura empresarial subregión occidente por municipio. Fuente: Elaboración propia apartir de (Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia, 2015)

Como se puede observar, 3.314 son microempresas, cifra correspondiente al 99% total de la composición empresarial de la subregión, solo 37 son pequeñas correspondiente al 1% y solo 7 son medianas correspondientes al 0,2%. Por municipio, los que mayor concentración total tienen de empresas son en su orden: Santa Fé de Antioquia, seguido de Sopetrán y San Jerónimo, Frontino, Ebéjico, Cañasgordas, Buriticá, Liborina, Sabanalarga, Giraldo y Peque y los demás municipios en una menor proporción.

Aunque existe una amplia composición empresarial en la subregión, las anteriores cifras, se traducen en la necesidad de que en la misma se planteen estrategias que permitan fortalecer dicha estructura empresarial la cual se encuentra compuesta en su gran mayoría por pymes y que ayude a alinear a los diferentes actores que apoyan el desarrollo económico y el incremento de la competitividad de la misma como lo son la institucionalidad (entidades públicas sean de carácter local o departamental) y la universidad (academia).

Una de esas estrategias están enfocadas a redes o asociaciones empresariales como las rutas competitivas, ésto teniendo en cuenta que “el término asociación surge como uno de los mecanismos de cooperación mediante el cual las pequeñas y medianas empresas unen sus esfuerzos para enfrentar las dificultades derivadas del proceso de globalización” (Liendo & Martínez, 2001).

La anterior necesidad se convierte en un reto, sobre todo si hablamos de las principales economías de la subregión, donde tiene gran importancia el sector café:

Enfrentamos entonces un desafío de grandes proporciones en razón a que los cultivos de ladera son de difícil mecanización y demandan gran cantidad de mano de obra, hechos que afectan la productividad. Según informes presentados en el 85 Congreso Nacional Cafetero (2017), pese a que en los últimos años la productividad nacional se incrementó en 32% hasta alcanzar 18,7 sacos/ha, esta continúa por debajo de los principales países productores. Así que debemos decidir si continuamos produciendo café básico para competir en mercados saturados a precio de bolsa o nos esforzamos por ser excelentes en la producción de cafés especiales y diferenciados que son apreciados por su calidad, perfil de taza, preparación y servicio.

Una forma de responder a este reto han sido las Rutas Competitivas promovidas por el Ministerio de Comercio, Industria y Comercio e INNPulsa Colombia a través de las cámaras de comercio. En diferentes departamentos estas iniciativas han servido para identificar nuevas tendencias de consumo de café, conocer la cadena de valor, seleccionar segmentos de negocio rentables y diseñar planes de acción, elementos esenciales para comprender en qué negocios se debía competir y con qué estrategias hacerlo de acuerdo con las capacidades de los empresarios de cada región (Jaramillo Rodriguez, 2019).

En un contexto subregional, el cultivo de café se da principalmente en dos de las subregiones del departamento de Antioquia, estas son: Suroeste y Occidente (Gobernación de Antioquia, 2016a). A continuación, se muestran algunas cifras para el año 2015:

Subregión	Año 2015
Valle de Aburrá	18,35
Oriente	87,72
Urabá	-
Suroeste	514,93
Norte	62,17
Bajo Cauca	0,03
Nordeste	38,71
Magdalena Medio	1,04
Occidente	153,05

Gráfico 2. Comportamiento café por subregiones Antioquia. Fuente: (Gobernación de Antioquia, 2016a)

Como se puede observar en el anterior cuadro, la subregión del occidente antioqueño es después del suroeste la que aporta más al departamento de Antioquia en términos de cultivo de café para el año 2015.

Para el año 2013, la subregión del Occidente se situó como la quinta del departamento con mayor extensión de tierra (cuenta con 729.500 hectáreas). Sin embargo, con respecto a la utilización de la tierra para uso productivo agrícola, el Occidente ocupó, durante el 2013, el cuarto lugar en Antioquia al cosechar 33.890 hectáreas, indicador en el que solo es superada por las subregiones del Suroeste, el Urabá y el Oriente. En este aspecto es preciso resaltar el potencial que tiene para ampliar su producción agrícola teniendo en cuenta que es cosechado menos de un 5 % del total de su territorio.

En relación con el tipo de cultivo, la mayor parte (86%) de las tierras cosechadas en el Occidente están destinadas al cultivo de productos permanentes, lo que le permitió posicionarse como la cuarta subregión del departamento con el mayor número de hectáreas destinadas a dicho uso, superada por el Suroeste, el Urabá y el Oriente. Con respecto a los cultivos transitorios, la situación es diferente, puesto que las hectáreas cosechadas en este rubro pueden considerarse moderadas en el escenario departamental en comparación con subregiones con mayor vocación para este tipo de cultivos como el Urabá, el Oriente y el Bajo Cauca.

Dentro de los productos permanentes, las cifras de la Secretaría de Agricultura de Antioquia hacen evidente que la vocación agrícola más importante del Occidente está asociada al cultivo del café y la caña, productos en los que el área cosechada representaba el 68% y 14%, respectivamente, del total de las tierras destinadas a cultivos permanentes en la subregión. Sobre el particular se debe señalar que la producción subregional de café durante el 2013 fue la segunda más alta del departamento (con 27.250 toneladas), mientras que la de caña fue la tercera (con una cifra cercana a las 26.812 toneladas) (Camara de Comercio de Medellín para Antioquia, 2015).

En la siguiente tabla se muestra el comportamiento del cultivo de café para el año 2013 en la subregión del occidente de Antioquia:

Municipio	Área total	Área en producción	Producción total
Abriaquí	153	131	118
Anzá	1749	1481	1629
Buriticá	995	953	953
Cañasgordas	3231	2831	5096
Dabeiba	2069	1894	2131
Ebéjico	1926	1626	2439
Frontino	1089	803	1205
Giraldo	753	712	783
Heliconia	1229	1078	1078
Liborina	1537	1464	2196
Olaya	399	359	431
Peque	1310	1136	1022
Sabanalarga	1637	1400	2451

Municipio	Área total	Área en producción	Producción total
San Jerónimo	636	606	909
Santa Fé de Antioquia	2251	1557	2335
Sopetrán	1120	972	1458
Uramita	1271	1271	1017
Total occidente	23355	20274	27251

Gráfico 3. Comportamiento del cultivo de café para el año 2013 en la subregión del occidente de Antioquia. Fuente: (Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia, 2015)

El aporte de las subregiones en términos de PIB al departamento de Antioquia para el año 2015 fue el siguiente:

Subregión	Año 2015
Valle de Aburrá	72.947
Oriente	10.574
Urabá	6.523
Suroeste	4.316
Norte	4.136
Bajo Cauca	3.883
Nordeste	2.935
Magdalena Medio	2.787
Occidente	2.093
Total Antioquia	110.194

Gráfico 4. Aporte de las subregiones de Antioquia. Fuente: (Gobernación de Antioquia, 2016b)

De acuerdo al anterior gráfico y en términos de Producto Interno Bruto -PIB- en miles de millones de pesos por subregiones de Antioquia a precios corrientes para el año 2015, las subregiones con un comportamiento más positivo son Valle de Aburrá, seguido de Oriente, Urabá, Suroeste y Norte Bajo Cauca y las subregiones que menos aporten realizaron fueron Magdalena Medio y Occidente. En la anterior información se evidencia que las subregiones que aportan más al PIB de Antioquia son las que cuentan con rutas competitivas definidas y en el caso de Occidente, región en estudio del presente proyecto, se presenta un bajo aporte a este indicador, subregión que no cuenta precisamente con una ruta competitiva definida de acuerdo a su contexto y realidad económica.

Por otro lado y en términos de infraestructura, la subregión del Occidente del departamento de Antioquia cuenta con importantes ejes viales que han permitido el desarrollo económico que esta ha presentado hasta la fecha. Para destacar, todos los municipios de la subregión tienen acceso a la vía que conecta a Medellín con el municipio de Turbo, adicionalmente, cuenta con conexión con el sur del país mediante la vía que conecta con el municipio de La Pintada.

Actualmente en la subregión se están desarrollando varios proyectos viales los cuales se conocen como autopistas para la prosperidad, dicho proyecto tiene el objetivo de generar una interconexión vial entre la ciudad de Medellín con las principales concesiones viales del país, y que a su vez, la conecten con los principales centros de intercambio comerciales como la Costa Caribe, la Costa Pacífica y con el río Magdalena (Devimar, n.d.). Los proyectos específicos que se tienen para la subregión son:

Mar1:

Abarca los municipios de Anzá, Armenia, Betulia, Concordia, Ebejico, Medellín, San Jerónimo, Santa Fe de Antioquia, Giraldo, Cañasgordas, Sopetran, Titiribí y Venecia.

Esta obra permitirá llegar más rápidamente a Santa Fe de Antioquia (Occidente), gracias a la construcción del segundo túnel de occidente, la doble calzada y otras obras en la salida de Medellín. Esto permitirá reducir el tiempo de viaje de 1 h 20 minutos a 35 minutos.

Mar 2:

Beneficiará a los municipios de Cañasgordas, Uramita, Dabeiba, Mutatá, El Tigre. La obra permitirá que Medellín y el eje cafetero tengan una nueva alternativa para salir más rápidamente al mar Caribe y los futuros puertos de Urabá (Mercado Pérez, 2018).

De acuerdo con el perfil socioeconómico de la subregión del Occidente Antioqueño realizado por la Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia, se espera que el futuro desarrollo de varios proyectos viales estratégicos, como la optimización del túnel de Occidente y la vía Santa Fe de Antioquia-Puerto Valdivia, permita desencadenar dinámicas productivas vinculadas a mayores volúmenes de tránsito de carga y de pasajeros, así como a menores costos asociados al transporte de la producción regional hacia los centros de consumo, como consecuencia de una eventual articulación de los municipios de la región con los proyectos.

La ubicación geográfica, favorecida con el túnel de Occidente, que redujo la distancia entre esta subregión y el Valle de Aburrá; la biodiversidad y los recursos naturales al presentar una oferta de diferentes pisos térmicos en sus municipios; la existencia de dos parques naturales nacionales como Las Orquídeas y el Paramillo, que fomentan el ecoturismo; y el valor patrimonial de algunos municipios por haber sido centros de asentamiento de los primeros colonos se han constituido en los principales motores de la economía del Occidente.

Fase 2: Priorización de las potencialidades económicas descritas con el apoyo de actores clave del departamento.

A partir de la aplicación de encuestas a actores líderes de la subregión se validaron y priorizaron las potencialidades económicas identificadas en la fase anterior. A continuación se muestran los principales hallazgos a partir de las respuestas dadas por los encuestados:

Se encuestaron líderes ubicados en los municipios de Santa Fé de Antioquia (36,54%), Giraldo (36,54%), San Jerónimo (21,15%), Medellín (3,85%) y Olaya (1,92%), donde las entidades u organizaciones que contestaron la encuesta, corresponden a organizaciones asociadas al sector económico agricultura (café desde su producción, transformación, hasta su comercialización y venta, limón, cebolla, entre otros) (30,77%), seguido del sector económico turismo (guianza

turística, alojamiento, restaurantes y bares, entre otros) (19,23%), seguido de servicios (entidades financieras, cajas de compensación, entre otros) (17,31%) de participación, seguido de entidades gubernamentales (de carácter local y departamental) y comercio (7,69%) cada uno y finalmente entidades sin ánimo de lucro y academia (instituciones de educación superior de la subregión) (3,85%) cada uno. No respondieron esta pregunta (9,62%).

A la pregunta cuál (es) sectores económicos considera que son los más fuertes actualmente en la subregión occidente los encuestados consideran que los sectores económicos más fuertes son en primera instancia la agricultura enfocado en café (73,1%), seguido de turismo (67,3%) (hoteles, restaurantes, guías de turismo) y en menor e igual proporción actividades inmobiliarias y servicios sociales (7,7%) cada uno. El 100% de las personas encuestadas consideran importante que exista una ruta competitiva en la subregión del occidente antioqueño que permita alinear las diferentes iniciativas, proyectos, actores y demás aspectos en una misma dirección en busca del fortalecimiento de la misma.

El 73,1% de los encuestados considera que el sector económico más pertinente para proponer una ruta competitiva en la subregión del occidente antioqueño es la agricultura enfocado en café, seguido de turismo con un 65,4% y menor proporción servicios sociales con un 15,4% y actividades inmobiliarias con un 11,5%, resaltando la importancia que diferentes entidades tanto públicas como privadas de carácter local y regional integren el plan de acción de la ruta.

Los aspectos que los encuestados consideran más importantes para considerarse en el plan de acción de una ruta competitiva es la innovación (69,4%), seguido de productividad (67,3%), transferencia de conocimiento (53,1%), desarrollo de talento humano (49%) e internacionalización (30,6%).

Fase 3: Propuesta de una ruta competitiva para la subregión Occidente del departamento de Antioquia.

La propuesta de dicha ruta competitiva se realiza siguiendo los pasos de la metodología propuesta por Innpulsa Colombia para tal fin (Innpulsa, n.d.). A continuación se describe cada uno de los pasos de la metodología Innpulsa para la propuesta de la ruta competitiva para la subregión occidente del departamento de Antioquia:

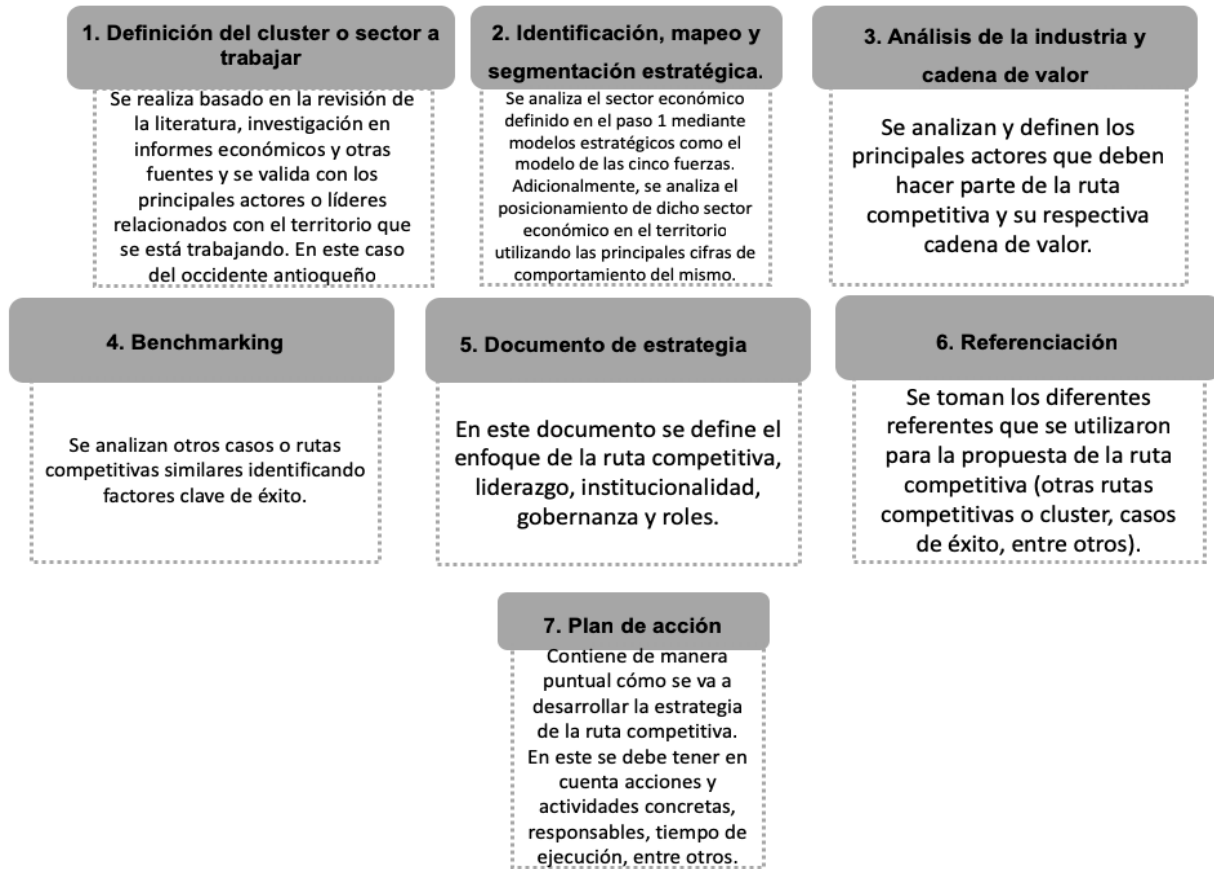


Gráfico 5. Etapas metodología rutas competitivas Innpulsa. Fuente: Elaboración propia apartir de (Innpulsa, n.d.)

Propuesta ruta competitiva:

De acuerdo a lo anteriormente mencionado, se detalla a continuación la propuesta de la ruta competitiva siguiendo cada uno de los pasos propuestos en la metodología de Innpulsa:

Selección del cluster o sector a trabajar:

Luego de realizar la priorización de las potencialidades económicas descritas en la fase uno y con el apoyo de actores clave del departamento y la subregión del occidente en la fase dos, se concluye que el sector económico que más prevalece en la opinión de los diferentes actores clave encuestados y entrevistados es la actividad económica agropecuaria enfocado en café con una participación en el total de las encuestas del 73,1% como se mencionó anteriormente.

Se realizó un mapeo y una segmentación estratégica del café en la subregión del occidente, donde se encontró que la subregión aporta el 18% de la producción del departamento, segundo mayor productor luego de la subregión suroeste. En el occidente el 99,7% de los caficultores son pequeños productores (Development, n.d.). También se realizó un diagnóstico estratégico donde se aplicaron dos herramientas de gestión, entre ellas el diamante de Porter (M. Porter, 2008) con el fin de analizar las amenazas y oportunidades del café en la subregión y la cadena de valor de Porter (M. E. Porter,

n.d.) con el fin de analizar los diferentes actores que juegan un papel importante en la ruta competitiva del café en el occidente antioqueño.

El enfoque que se definió para la ruta competitiva es el de caficultores con enfoque en valor agregado, institucionalidad con mayor capacidad de apropiación tecnológica para desarrollo de valor agregado e industrialización, asociaciones fortalecidas con conocimiento del mercado y productores, facilitando flujos de conocimiento, valor agregado e ingresos, estructura de gobernanza sólida que de acuerdo a Confecámaras “genere espacios de relacionamiento e interlocución entre múltiples actores para la toma de decisiones” (Confecámaras, 2017), estrategia liderada principalmente por parte de los empresarios y estrategia integrada por la academia.

Dentro de los líderes que se consideran deben guiar la estrategia de la ruta competitiva se encuentran la Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia, la Gobernación de Antioquia, acompañados de una institucionalidad que juegan un papel de aliados o actores importantes como entidades tanto públicas como privadas de carácter local, regional y nacional, la academia, especialmente las que cuentan con sedes en la subregión y el sector empresarial. Adicionalmente, se propone una gobernanza conformada por un comité estratégico, un comité técnico y unas mesas de trabajo enfocadas en los temas que se consideran primordiales para el fortalecimiento de la subregión.

El comité estratégico tiene la responsabilidad de dar lineamientos a la ruta competitiva y su plan de acción de acuerdo a las necesidades del sector en el contexto de la subregión occidente de Antioquia y el comité técnico tiene el rol de realizar seguimiento constante a la ruta competitiva del occidente de Antioquia y a su plan de acción de acuerdo al enfoque dado a la misma.

En cuanto a la mesas de trabajo, se definieron las siguientes líneas de trabajo de acuerdo a las necesidades del sector en la subregión:

Mesa de Innovación la cual tiene el objetivo de identificar, proponer y gestionar proyectos y recursos en busca del fortalecimiento de la innovación principalmente en las unidades productivas de la subregión teniendo en cuenta que la innovación es la “concepción e implantación de cambios significativos en el producto, el proceso, el marketing o la organización de la empresa con el propósito de mejorar los resultados” (Manual de Oslo, n.d.), la **mesa de productividad** la cual tiene el objetivo de proponer estrategias que contribuyan al mejoramiento de la productividad de las empresas del territorio teniendo en cuenta que ésta es “un objetivo estratégico de las empresas, debido a que sin ella los productos o servicios no alcanzan los niveles de competitividad necesarios en el mundo globalizado” (Medina Fernández De Soto, 2010), la **mesa de transferencia de conocimiento** con el objetivo de proponer estrategias de transferencia de conocimiento que conlleven al fortalecimiento de las unidades productivas de la subregión teniendo en cuenta que es una estrategia para potenciar la investigación y la articulación Universidad – Empresa – Estado, como motor de desarrollo económico y social del país (Colciencias, 2016) y por último la **mesa de desarrollo del talento humano** la cual tiene como objetivo proponer estrategias que conlleven al mejoramiento de las capacidades del talento humano de las empresas de la subregión donde éste se convierte en un aspecto crucial, pues si el éxito de las instituciones y organizaciones depende en gran medida de lo que las personas hacen y cómo lo hacen, entonces invertir en las personas puede generar grandes beneficios (Castillo Palacios, n.d.).

Referenciación: Se tomaron como referentes las rutas competitivas de café de las diferentes regiones del país y las rutas competitivas de diferentes sectores económicos del departamento de

Antioquia. También se tomó como referente el Cluster Café de Medellín-Antioquia. Las rutas competitivas tomadas como referente fueron:

Nombre ruta competitiva o iniciativa: Iniciativa CaféPlus

Departamento: Nariño

Descripción:

- Promueve la inmersión en mercados sofisticados que garanticen una mejor distribución del valor agregado en toda la cadena, mediante la innovación en productos y modelos de negocio conjuntos.
- Busca incrementar la competitividad del sector cafetero en Antioquia a través de la generación de valor en los segmentos de café verde y café tostado. En este sentido, los productores / empresas invitadas a participar son aquellas que tienen una clara orientación hacia mercados especializados y entidades de soporte del negocio que implementan acciones con el fin de apoyar la gestión en dichos mercados (Colombia, Ministerio de Comercio, & Pasto, 2013).

Nombre ruta competitiva o iniciativa: Iniciativa Cafénix- cafés de calidad suprema del Tolima

Departamento: Tolima

Descripción:

- La iniciativa apunta a orientar a la oferta de cafés del Tolima hacia el negocio de Experiencia Individual, asociado a un conjunto de tendencias de consumo de café más actual y sofisticado –personalización y exaltación de la experiencia de consumo.
- Esto se deriva en la aparición del nuevo segmento de negocio dentro de “Experiencia Individual” reconocido como un mercado de cafés de muy alta calidad, la más alta del mercado, que se consume y se compra en cafeterías con ambientación y servicio especiales, y que buscan generar en el consumidor una experiencia sensorial de alto nivel, con diferenciación de los distintos atributos sensoriales (organolépticos) de cada café, según mezclas u orígenes específicos.
- Este segmento se orienta hacia una relación directa entre el consumidor y su proveedor, tanto por razones de trazabilidad, como por la garantía de calidad y estabilidad en la consistencia de la materia prima, que hace que precisen trabajar de forma continua con proveedores a largo plazo, estabilizando además los precios (Red Cluster Colombia, n.d.).

Nombre ruta competitiva o iniciativa: Iniciativa Kaldia

Departamento: Quindío

Descripción:

- El sector cafetero del Quindío compite generalmente en el segmento de negocio de café básico y segmento de café de marca (commodity).
- El análisis estratégico realizado en iniciativa Kaldia determinó que se debe buscar competir en el segmento de negocio de Café Experto donde prima la calidad y mayores márgenes de rentabilidad.
- Líneas de Acción: 1- Programa para la mejora de los procesos en finca. Formar al productor en procesos de trazabilidad en finca, estándares de calidad y manejo de variedades (micro

lotes) para incursionar en mercados de café diferenciados. 2- Generación de capacidades de exportación y vinculación con compradores especializados. Fomentar puntos de encuentro entre empresarios para conocer casos de éxito, crear relaciones empresariales y generar capacidades y conocimientos en logística y exportación. 3- Piloto de inteligencia comercial. Formular y ejecutar un piloto con tiendas (USA, Europa.) para ampliar el conocimiento comercial y fortalecer la cadena de valor. 4- Programa de Incentivo a la demanda de café de calidad. Generar conocimiento, cultura e interés por el consumo de café de calidad en la demanda local (Cámara de Comercio de Armenia y del Quindío, n.d.).

Nombre ruta competitiva o iniciativa: cafés especiales de Risaralda

Departamento: Risaralda

Descripción:

La iniciativa del clúster de cafés especiales se ha formado en la región de manera dirigida y promovida por las diferentes instituciones que conforman el sector, quienes a través de la mesa de cafés han realizado un trabajo articulado de la mano de las asociaciones productoras buscando el incremento de la productividad y competitividad del sector. Esta misma mesa desde su trabajo articulado ha realizado acciones encaminadas a cumplir con los distintos pasos de la metodología de Rutas Competitivas aprovechando los estudios y análisis de la industria que se tienen desde el Comité departamental de Cafeteros de Risaralda, así como a través de las diversas experiencias de reconocimiento de mercados internacionales por parte de varios actores de la mesa de cafés especiales, por último cumpliendo con un plan de acción para la iniciativa que coordina y lidera tanto la Cámara de Comercio de Pereira como el Comité departamental. Este proyecto dará la oportunidad de fortalecer la iniciativa a través de una intervención de su modelo de gestión desde el ámbito administrativo y organizacional (Comisión Regional de Competitividad Risaralda, n.d.).

Plan de acción: Para cada una de las mesas de trabajo definidas es pertinente proponer y ejecutar acciones que permitan fortalecer cada uno de los temas mencionados anteriormente en cuanto a innovación, productividad, transferencia de conocimiento y talento humano.

Discusión y conclusiones

Los resultados de la investigación se encuentran alineados con diferentes estudios realizados en la subregión del occidente antioqueño, específicamente el estudio realizado por la firma consultora Cluster Development en el sentido que se evidencia que el sector café es uno de los que mayor potencial tiene dentro de la misma. Es importante que la ruta competitiva propuesta en el sector café se implemente con el fin de que no se quede solamente en un documento o trabajo académico, si no que realmente pueda aplicarse en la subregión en busca de un fortalecimiento de la misma.

A partir de los resultados de las validaciones realizadas con los diferentes actores o líderes clave de la subregión, se recomienda proponer a futuro una ruta competitiva donde se integre el turismo como motor también dinamizador de algunos municipios de la subregión occidente. Lo anterior, en busca

de optimizar recursos y esfuerzos, además de que se detectó a partir de dichas validaciones que los actores clave consideran importante una ruta competitiva que integre estos dos sectores económicos.

Es relevante que las administraciones municipales de la subregión se comprometan más con el desarrollo de las diferentes estrategias que se propongan para la misma, en busca de que esta sea más competitiva. Lo anterior, teniendo en cuenta que el estado o gobierno juegan un papel fundamental en cuanto a facilitar las condiciones para que las diferentes estrategias y acciones se implementen.

Conclusiones

- La ruta competitiva y las demás estrategias que surjan en busca del fortalecimiento de la subregión, pueden ser más efectivas si la subregión dispone de equipos locales con capacidad de focalizar las diferentes acciones a futuro, teniendo en cuenta también el cambio de mentalidad de los diferentes actores, especialmente los empresarios, sólo de esta manera se podrá avanzar en el posicionamiento y fortalecimiento de la subregión a un mediano y largo plazo.
- Las estrategias de fortalecimiento de la subregión como la ruta competitiva debe ser sostenible en el tiempo, con actores comprometidos en su permanencia, conllevando a que las diferentes estrategias y acciones se ejecuten, hacia procesos de gobernanza donde interactúen los diferentes actores de la ruta competitiva.
- Actualmente no se cuenta con un apoyo por parte de las administraciones locales de los diferentes municipios de la subregión, lo anterior, evidenciado en las encuestas realizadas a los diferentes actores o líderes de la misma, donde manifiestan que estas entidades no han participado activamente ni liderado las diferentes estrategias de fortalecimiento económico de la subregión.
- En cuanto a las mesas de trabajo propuestas en la gobernanza de la ruta competitiva, se propone llevar retos de la subregión a los grupos de investigación de las universidades de la misma con el fin de incrementar la investigación y la innovación en el territorio. Lo anterior, teniendo en cuenta opinión de uno de los actores líderes con los cuales se realizó la respectiva validación.
- Se recomienda partir de la base de las agendas que ya se tienen en las diferentes mesas del comité universidad, empresa, estado – CUUE y de las comisiones regionales de competitividad e integrarlas con las mesas propuestas en la gobernanza de la ruta competitiva de la subregión del occidente antioqueño.
- De acuerdo a la opinión de uno de los actores clave, es pertinente incluir temas de formalización empresarial y laboral en las respectivas mesas de trabajo propuestas en la ruta competitiva, donde se parta de las acciones que ya se han emprendido desde entidades como Comfenalco y el Sena en la subregión.

Referencias

- Cámara de Comercio de Armenia y del Quindío. (n.d.). Iniciativa Kaldia. Retrieved April 16, 2019, from <https://www.camaraarmenia.org.co/>
- Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia. (n.d.-a). Cluster Café Medellín y Antioquia. Retrieved March 25, 2019, from <https://www.camaramedellin.com.co/comunidad-cluster/comunidad-cluster/cluster-cafe-medellin-y-antioquia>
- Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia. (n.d.-b). Iniciativa Cluster Cacao. Retrieved March 26, 2019, from <https://www.camaramedellin.com.co/comunidad-cluster/gestion-regional/iniciativas-cluster-regionales/iniciativa-cluster-cacao>
- Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia. (n.d.-c). Iniciativa cluster cítricos. Retrieved April 16, 2019, from <https://www.camaramedellin.com.co/comunidad-cluster/gestion-regional/iniciativas-cluster-regionales>
- Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia. (2015). Perfil Socioeconómico de la Subregión de Occidente. Retrieved from http://www.camaramedellin.com.co/site/Portals/0/Documentos/2017/Publicaciones-regionales/15-3Perfil Occidente_Oct14.pdf
- Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia. (2016). *Ruta competitiva lácteos*. Retrieved from <https://www.camaramedellin.com.co/Portals/0/Cluster-CCMA/gestion-regional/Iniciativas-Cluster-Regionales/Lacteo/Ruta-competitiva-lactea-del-norte-antioqueño.pdf?ver=2018-12-19-151947-177>
- Castillo Palacios, F. W. (n.d.). IMPORTANCIA DE LA GESTIÓN DEL TALENTO HUMANO | Dr. FREDDY WILLIAM CASTILLO PALACIOS. Retrieved April 16, 2019, from <http://blog.pucp.edu.pe/blog/freddycastillo/2010/11/04/importancia-de-la-gestion-del-talento-humano/>
- Colciencias. (2016). Transferencia de conocimiento, una estrategia para potencializar la investigación | COLCIENCIAS. Retrieved April 16, 2019, from https://www.colciencias.gov.co/sala_de_prensa/transferencia-conocimiento-una-estrategia-para-potencializar-la-investigacion
- Colombia, I., Ministerio de Comercio, I. y T., & Pasto, C. de C. de. (2013). *Documento Líneas de Acción Iniciativa CaféPlus*.
- Comfenalco. (2017). *DINÁMICA LABORAL SUBREGIÓN DEL OCCIDENTE ANTIOQUEÑO*. Retrieved from <http://www.comfenalcoantioquia.com/Portals/0/pdf/OCCIDENTE.pdf>
- Comisión Regional de Competitividad Risaralda. (n.d.). Cafés especiales. Retrieved April 16, 2019, from <https://www.crcrisaralda.org/cafes-especiales/>
- Confecámaras. (2017). *CONTRIBUCIÓN DE LAS INICIATIVAS CLÚSTER AL DESARROLLO REGIONAL*. Retrieved from [https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/19831/Contribución de las inciativas clúster al desarrollo regional.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://bibliotecadigital.ccb.org.co/bitstream/handle/11520/19831/Contribución%20de%20las%20iniciativas%20clúster%20al%20desarrollo%20regional.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Development, C. (n.d.). *Mapa oportunidades occidente*.
- Devimar. (n.d.). AUTOPISTA AL MAR 1. Retrieved April 16, 2019, from <http://www.devimar.co/index.php/proyecto/autopista-al-mar1.html>
- Finagro. (n.d.). ‘Rutas Competitivas’, la apuesta de La Gran Colombia para el agro. Retrieved April 16, 2019, from <https://www.finagro.com.co/noticias/‘rutas-competitivas’-la-apuesta-de-la-gran-colombia-para-el-agro>
- Gobernación de Antioquia. (n.d.). Datos de Antioquia. Retrieved April 16, 2019, from <http://antioquia.gov.co/index.php/antioquia/datos-de-antioquia>
- Gobernación de Antioquia. (2016a). Anuario Estadístico de Antioquia. Retrieved March 25, 2019, from <http://www.antioquiadatos.gov.co/index.php/9-4-6-valor-agregado-por-grandes-ramas->

- de-la-economia-antioquena-y-pib-para-las-subregiones-de-antioquia-cifras-a-precios-corrientes-miles-de-millones-de-pesos-ano-2015
- Gobernación de Antioquia. (2016b). Anuario Estadístico de Antioquia. Retrieved March 25, 2019, from <http://www.antioquiadatos.gov.co/index.php/9-4-2-producto-interno-bruto-pib-en-miles-de-millones-de-pesos-por-subregiones-de-antioquia-a-precios-corrientes-anos-2013-2015>
- Gutiérrez, E., López, L., Pérez, J., & Rendón, J. (2002). Desarrollo regional: reflexiones y alternativas. *Semestre Económico*, 5(9). Retrieved from <https://revistas.udem.edu.co/index.php/economico/article/view/1356/1381>
- Hernández, J., Pezzi, A., & Soy, A. (2010). *Clusters y competitividad: el caso de Cataluña* (© Generali). Barcelona.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación documental*.
- Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2010). *Metodología de la investigación*.
- Innpulsa. (n.d.). El camino de las rutas competitivas.
- Innpulsa. (2012). *Programa rutas competitivas*.
- Innpulsa Colombia. (2018). INNPULSA COLOMBIA TÉRMINOS DE REFERENCIA PARA EL DESARROLLO DE PROYECTOS DE COOPERACIÓN BINACIONAL CON EL MINISTERIO DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN DE LA REPÚBLICA FEDERAL DE ALEMANIA PARA EL FORTALECIMIENTO DE CLUSTERES. Retrieved April 3, 2019, from https://innpulsacolombia.com/sites/default/files/tdr_alemania_coa3_parte_i_.pdf
- International Coffee Organization. (n.d.). Café sostenible. Retrieved April 16, 2019, from http://www.ico.org/es/sustainable_coffeec.asp?section=Qu%E9_hacemos
- Jaramillo Rodriguez, A. (2019). Los clústeres de cafés especiales. | nao clúster. Retrieved March 23, 2019, from <http://www.naocluster.com/2019/01/los-clusteres-de-cafes-especiales.html>
- Jiménez Blasco, G. (2008). *CLUSTERS Y AGRUPAMIENTOS EMPRESARIALES*. Retrieved from www.unido.org
- Liendo, M. G., & Martínez, A. M. (2001). ASOCIATIVIDAD. UNA ALTERNATIVA PARA EL DESARROLLO Y CRECIMIENTO DE LAS PYMES, 9. Retrieved from https://www.fcecon.unr.edu.ar/web/sites/default/files/u16/Decimocuertas/Liendo_Martinez_asociatividad.pdf
- Lozano, M. A. (n.d.). Modelos de asociatividad: estrategias efectivas para el desarrollo de las Pymes. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/ean/n68/n68a14.pdf>
- Lozano, M. A. (2010). Revista Escuela de Administración de Negocios. *Revista EAN*, (68), 175–178. Retrieved from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-81602010000100014
- Manual de Oslo. (n.d.). UNED | Manual de Oslo sobre Innovación. Retrieved April 16, 2019, from http://portal.uned.es/portal/page?_pageid=93,23280929&_dad=portal&_schema=PORTAL#concepto
- Medina Fernández De Soto, J. E. (2010). *MODELO INTEGRAL DE PRODUCTIVIDAD, ASPECTOS IMPORTANTES PARA SU IMPLEMENTACIÓN* *Productivity Integral Model-Important Issues on its Implementation*. Retrieved from <http://www.scielo.org.co/pdf/ean/n69/n69a07.pdf>
- Mercado Pérez, D. A. (2018). La autopista 4G en Antioquia más adelantada tiene un 37% de avance. Retrieved from <https://www.eltiempo.com/colombia/medellin/la-autopista-4g-en-antioquia-mas-adelantada-tiene-un-37-de-avance-189900>
- ONU, O. de las N. U.-. (2018). Objetivos de Desarrollo Sostenible | PNUD.
- Porter, M. (2008). LA VENTAJA COMPETITIVA DE LAS NACIONES. *Revista Facetas*, 91, 5–

12. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Porter, M. E. (n.d.). La cadena de valor y la ventaja competitiva. In *La cadena de valor y la ventaja competitiva* (p. 28). Retrieved from http://biblio3.url.edu.gt/Libros/2011/ven_comp/cap2-ven.pdf
- Quero, L. (2008). ESTRATEGIAS COMPETITIVAS: FACTOR CLAVE DE DESARROLLO. *Revista Científica Electrónica Ciencias Gerenciales / Scientific e-Journal of Management Science*, 36–49. Retrieved from <https://www.redalyc.org/html/782/78241004/>
- Ramírez Díaz, L. F. (2006, July 1). La competitividad... ¿a qué se refiere? *Ensayos de Economía*, 16(29), 107–117. Retrieved from <https://revistas.unal.edu.co/index.php/ede/article/view/24712>
- Ramírez Osorio, J. A., & Ochoa Sanint, J. C. (2016). Oportunidades comerciales para el transporte aéreo de carga entre Medellín y el Bajo Cauca Antioqueño y su contribución para el desarrollo competitivo de esta subregión. *Instname: Universidad Pontificia Bolivariana*.
- Red Cluster Colombia. (n.d.). Iniciativa Cafénix- cafés de calidad suprema del Tolima. Retrieved April 16, 2019, from <https://redclustercolombia.com/clusters-en-colombia/iniciativa/65>
- Red Cluster Colombia. (2017). Convenio de Cooperación con el Consejo Privado de Competitividad.
- Rodriguez Jaramillo, A. (2015). ¿Para qué sirve una Ruta Competitiva? Retrieved April 3, 2019, from <http://www.naocluster.com/2015/06/por-que-una-ruta-competitiva-i.html>
- Universidad de El Rosario. (n.d.). Departamento de Antioquia. Retrieved from <http://www.oocities.org/unitecnicos/perfil.html>

Estrategias Para Emprender

Eje de investigación: Gestión del conocimiento y entorno social

Javier Darío Canabal Guzmán*

javiercanabal@unisinu.edu.co

Universidad del Sinú, Elías Bechara Zainúm.
Montería, Colombia.

Luis Manuel Zúñiga Pérez**

Luis_zuniga@cun.edu.co

Corporación Unificada Nacional de Educación Superior CUN

*Docente investigador asociado Colciencias, Administrador público, administrador de empresas, Especialista en finanzas y especialista en planeamiento educativo, Magister en gestión de organizaciones y Maitré Es Science, doctor en ciencias de la educación con énfasis en administración educativa y post doctor en procesos sintagmáticos de la ciencia y la investigación. Líder del grupo equipo interdisciplinario de investigación CUS, adscrito a la Facultad de Ciencias Económicas, Administrativas y Contables de la Universidad del Sinú, categoría A Colciencias.

**MSc. Luis Manuel Zúñiga Pérez, Investigador Asociado Colciencias. Administrador de Empresas, Especialista en Docencia Universitaria, Magister en Administración y Planificación Educativa, Investigador del Grupo de Investigación GIDECER de la Corporación Unificada Nacional de Educación Superior CUN.

Resumen

En la ciudad de Montería el sector comercial concentra el mayor número de microempresas con una participación del 58,9 por ciento, seguido de los sectores de servicios, con 22,2 por ciento; y el industrial, con un 11,8 por ciento. En este sentido los inversionistas prefieren dedicar su capital a la explotación bovina y agrícola, y si bien se podría ser pionero en el País en manufactura de pieles, harinas, lácteos, y demás productos, no existe en el Municipio una cultura emprendedora que genere nuevas ideas de negocios y transforme toda esa materia prima en productos terminados. Es notable, la evolución de sectores como el de hotelería, el ecoturismo, el comercio, la educación universitaria, la gastronomía y el transporte; pero atendiendo los resultados de proyectos presentados y aprobados en el fondo emprender, Córdoba ocupa el puesto 21 de 32 departamentos estudiados y solo cuenta con 19 pymes de 7.559 empresas. ¿Quién diseña entonces los proyectos de emprendimiento y hace aprovechamiento de los recursos de la Región?

Ante esta situación se planteó el presente proyecto de investigación que busca identificar las razones de este preocupante rezago y los avances indican que el ciudadano nacido en la ciudad de Montería se encuentra viviendo en un estado de confort y relajado frente a las pocas empresas existentes.

Por lo anterior y luego de analizar los diversos factores sociales y culturales que inciden en el emprendimiento del Municipio de Montería y escuchar en mesas de trabajo los aportes de importantes actores de sectores económicos, políticos, sociales, se llegó a la conclusión de que el foco a partir del cual se debe buscar una transformación es de la educación hacia el emprendimiento. Por lo tanto, es esta la base central de la propuesta diseñada, la cual se acompaña de estrategias

transversales necesarias para alcanzar el fin planteado. En este sentido, se plantean tres estrategias: Formación orientada al desarrollo de una cultura emprendedora en el contexto del Municipio, Promoción de un ecosistema articulado de entidades que trabajen en pro del emprendimiento del municipio y Fortalecimiento y creación de nuevos fondos de emprendimiento mixtos.

Palabras claves: Espíritu emprendedor, emprendimiento, cultura y desarrollo

Abstract

In the city of Monteria, the commercial sector has the largest number of microenterprises with a 58.9 percent share, followed by the service sectors, with 22.2 percent; and the industrial one, with 11.8 percent. In this sense, investors prefer to devote their capital to cattle and agricultural exploitation, and although it could be a pioneer in the country in the manufacture of skins, flour, dairy products and other products, there is no entrepreneurial culture in the municipality that generates new business ideas and transform all that raw material into finished products. It is noteworthy, the evolution of sectors such as hospitality, ecotourism, commerce, university education, gastronomy and transport; but taking into account the results of projects presented and approved in the fund to undertake, Córdoba is ranked 21 out of 32 departments studied and only has 19 SMEs of 7,559 companies. Who then designs the projects of entrepreneurship and makes use of the resources of the Region?

In view of this situation, the present research project was designed to identify the reasons for this worrying lag and the advances indicate that the citizen born in the city of Monteria is living in a state of comfort and relaxed compared to the few existing companies.

For the above and after analyzing the various social and cultural factors that affect the entrepreneurship of the Municipality of Monteria and listening to the contributions of important actors from economic, political, and social sectors at work tables, it was concluded that the focus from which a transformation must be sought is from education to entrepreneurship. Therefore, this is the central basis of the designed proposal, which is accompanied by transversal strategies necessary to achieve the proposed goal. In this sense, three strategies are proposed: Training oriented to the development of an entrepreneurial culture in the context of the Municipality, Promotion of an articulated ecosystem of entities working for the municipality's entrepreneurship and Strengthening and creation of new mixed entrepreneurship funds

Keywords: Entrepreneurship, entrepreneurship, culture and development.

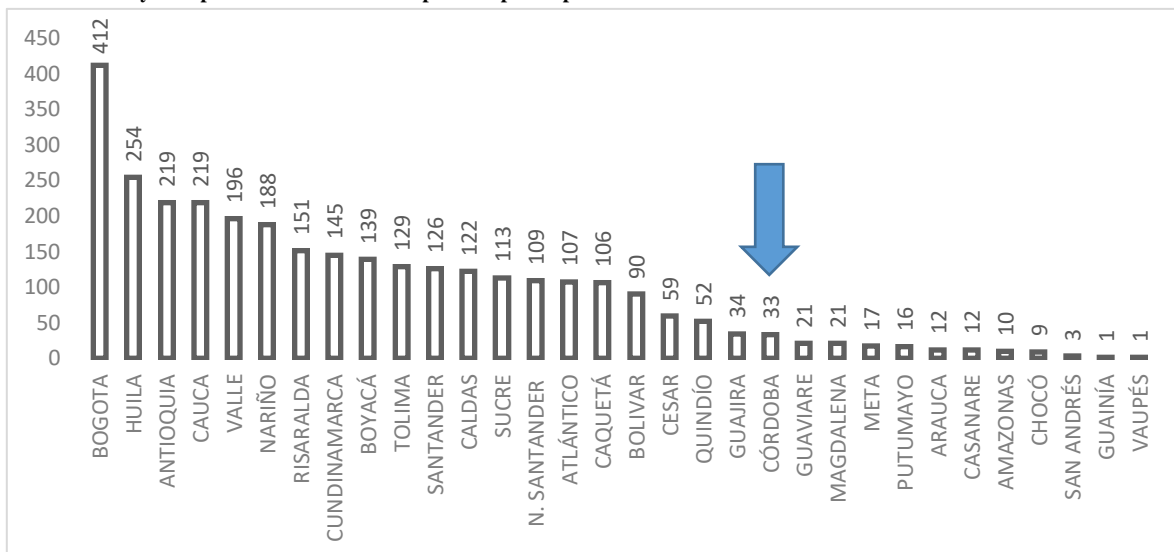
1. Introducción

En el Departamento Córdoba – Colombia el 98,3% de las empresas se clasifican en la categoría micro y solo el 1,7% corresponde a pequeñas, medianas y grandes sociedades. Las empresas son de un solo dueño, o pequeñas sociedades familiares con poca o ninguna proyección de expansión al mercado nacional y menos al internacional. Según el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas - DANE, Córdoba participa con el 1,7% del PIB nacional y aporta el 11,5% de la producción nacional de vacunos, con un hato de aproximadamente 2,5 millones de cabezas de ganado, lo que la convierte en una de las principales regiones en materia pecuaria. (Manufacturera, 2002)

Referente a la ciudad de Montería, su capital; el sector comercial concentra el mayor número de microempresas con una participación del 58,9 por ciento, seguido de los sectores de servicios, con 22,2 por ciento; y el industrial, con un 11,8 por ciento. En este sentido los inversionistas prefieren dedicar su capital a la explotación bovina y agrícola, y si bien se podría ser pionero en el País en manufactura de pieles, harinas, lácteos, y demás productos, no existe en el Municipio una cultura emprendedora que genere nuevas ideas de negocios y transforme toda esa materia prima en productos terminados. (Herrera, Castellón, Barrera, & Novoa)

Frente a estos datos, (SENA, 2015) registró información que muestra el posicionamiento de los diferentes Departamentos del País en lo referente a diseño y ejecución de proyectos en el fondo emprender. El escalafón de la gráfica 1 muestra que el Departamento de Córdoba ocupa el puesto 21 de 32 Departamentos estudiados. (Emprender, 2016)

Gráfica 1: Proyectos presentados al fondo emprender por Departamento



Fuente: Fondo emprender Sena - Montería

Es importante referenciar otras Instituciones Gubernamentales y no Gubernamentales que de igual manera han promovido el emprendimiento como un componente importante del desarrollo Local, Regional y Nacional:

- Alcaldía de Montería y su programa **emprendimiento para todos** además de convenios tanto con Bancoldex (Institución que apoya a los microempresarios) como con el DPS (Departamento para la prosperidad social), con el objetivo de implementar una política de emprendimiento que permita brindar un capital semilla, ofrecer capacitación y emprender oportunidades de negocio para los Monterianos.
- La Cámara de Comercio de Montería, entidad que apoya la **cultura empresarial de la región**, gestiona todos los tópicos que benefician al sector empresarial del Departamento, promoviendo su crecimiento económico y competitivo. (Guzmán, 2017)
- El programa para la prosperidad social "**Mi Negocio**" promueve y fortalece emprendimientos como plataforma para que la población vulnerable de los municipios

urbanos pueda acceder a mejores oportunidades de generación de ingresos como medio para superar su situación de pobreza.

- **Banca de las oportunidades** (programa del Gobierno Nacional, administrado por Bancoldex para promover la inclusión financiera en Colombia): Programa piloto para los Municipios de Chinú, Sahagún, Montería, Planeta Rica, Lorica, Cereté, Tierra alta, Montelíbano, Cotorra y San Pelayo que apoya iniciativas de emprendimiento para pequeños negocios, a través de una asistencia técnica desde el desarrollo de la idea. Con el apoyo de asesores se brinda formación en el oficio y/o en temas empresariales, garantizando el acceso al crédito y desembolso para iniciar las unidades productivas y que le otorgue acompañamiento técnico hasta seis (6) meses después de iniciado cada negocio. (de las Oportunidades, 2015)

- **Montería te Impulsa:** Este programa busca a través del emprendimiento y la innovación la puesta en marcha de microempresas y negocios productivos, que vuelvan a las personas auto sostenible económicamente.

Todas estas acciones no han sido suficientes para despertar el espíritu emprendedor entre los ciudadanos nativos de la ciudad de Montería, dando a entender que, más que programas de apoyo con capital semilla, se requiere una estrategia pedagógica motivacional hacia una cultura emprendedora que generen más empleos directos e indirectos y que se aprovechen las ventajas competitivas y comparativas que posee esta zona geográfica.

En este sentido, (Lundström & Stevenson, 2002) expresan que la empresariedad se ve favorecida en aquellos ámbitos donde existe adecuado apoyo para emprendedores y para quienes desean hacer crecer sus empresas. El interés en el estudio de las políticas e instituciones que fomentan la empresariedad ha crecido de manera significativa en los últimos años a medida que también va aumentando el número de países que instrumentan iniciativas para estimular la creación de empresas.

2. Espíritu emprendedor, emprendimiento, cultura y desarrollo

2.1 Espíritu emprendedor

Ante todo, es importante mencionar que (Unesco, 1998) en conferencia Mundial desarrollada en París del 5 al 9 de octubre referente al tema de la Educación Superior, (Bolonia, 1999) Espacio Europeo de Educación Superior, la realización (Europea, 2003) del Tuning Educational structures in Europe y (Latina, 2007) han sido proactivos en la búsqueda por establecer lineamientos para una educación superior integral en el siglo XXI. Es por esto por lo que una forma de facilitar la planificación y el mejoramiento de las estrategias para promover y formar el espíritu emprendedor en los estudiantes es divulgar las distintas iniciativas desarrolladas en las instituciones educativas y las universidades.

Red Emprendia, red universitaria iberoamericana centrada en el emprendimiento surgido de las universidades, con sus trabajos: “Emprender con éxito desde las universidades: algunos instrumentos y buenas prácticas” y “Manual de Buenas Prácticas en emprendimiento universitario”, ambas publicadas en 2010, y “100 buenas prácticas de emprendimiento universitario” (Netbiblo, 2012); aporta diversas estrategias desarrolladas e implementadas en universidades comprometidas con el emprendimiento, que muestran el acierto de las mismas en Iberoamérica. Es una red de universidades que promueve la innovación y el emprendimiento responsables. Lo hace desde el

compromiso con el crecimiento económico, el respeto al medioambiente y la mejora de la calidad de vida, en línea con sus universidades, de las más relevantes del espacio iberoamericano. (Moya Anegón, Chinchilla-Rodríguez, Chinchilla-Rodríguez, Corera-Álvarez, & Díaz-Pérez, 2012)

En este sentido, el espíritu emprendedor que contiene un componente de formación académica importante es la capacidad que posee una persona de percibir oportunidades que otras personas no ven o no les interesa, aspecto que las hace proactivas y tenaces en todas sus acciones. (Gonzalez, 2019)

2.2 Emprendimiento

En Colombia, la ley 1014 de enero 26 de 2006, en su artículo 1 del literal C, define el emprendimiento como la manera de pensar y actuar, orientada hacia la creación de riqueza, de la misma manera, para (*Gerencia proactiva*, 2016) el emprendimiento es tomado como aquella competencia que permite a las personas estar dispuestas a iniciar un proyecto en cualquier área del saber o de las ocupaciones asumiendo los riesgos propios de esa decisión racional que en algunos casos es realizada en condiciones altas de incertidumbre, mientras que para (*Pasión por emprender, De la idea a la cruda realidad*, 2006) el emprendimiento reconoce todas las actividades relacionadas con detectar oportunidades y crear organizaciones para concretarlas. En este sentido, el emprendimiento es una forma de pensar proactivamente, centrada en las oportunidades, planeada con una visión desarrollista y llevada a cabo mediante un liderazgo equilibrado y un riesgo calculado, beneficiando la empresa, la economía y la sociedad.

Para algunas personas el emprendimiento es considerado un concepto nuevo; sin embargo, esta característica como tal siempre ha estado presente a lo largo de la historia de la humanidad. El emprendimiento es una capacidad de los seres humanos para salir adelante de manera novedosa y con ideas renovadas. Ser emprendedor requiere de habilidades no sólo a nivel individual, sino también colectivo. Una de las razones por las cuales este término se ha vuelto importante en la última década es el resurgimiento de la manera como se han manejado las situaciones económicas y cómo éstas han sido superadas con nuevas ideas. La palabra emprendimiento viene del francés “entrepreneur”, que significa pionero; se refiere a la capacidad de una persona de realizar un esfuerzo adicional para alcanzar una meta; es también utilizada para la persona que inicia una nueva empresa o proyecto. Así mismo, este término se atribuyó a aquellas personas que fueron innovadoras o agregaban valor a un producto ya existente. (Jaramillo, 2008)

El éxito del emprendedor en su propósito de crear y consolidar su empresa requiere tanto de la valoración positiva que él posea de sus capacidades como de la existencia real y puesta en acción de las mismas. Un concepto muy amplio de capacidades lo ofrece Nussbaum (2011), quien afirma que estas no son solo habilidades que residen en el interior de una persona, sino también las libertades o las oportunidades creadas por la combinación de las capacidades personales y el entorno político, social y económico. (Marulanda Valencia, Montoya Restrepo, & Vélez Restrepo, 2014)

2.3 Cultura

Diversas son las definiciones que se presentan en torno a la cultura. (Hayton, George, & Zahra, 2002), la define como el conjunto de valores, creencias, y comportamientos esperados que comparten los miembros de una sociedad y que se transmiten de una generación a la siguiente. Para (Keesing, 1993) las culturas son sistemas que sirven para relacionar a las comunidades humanas con

sus entornos ecológicos;(Wright, 2004), la cultura no es sólo un dominio específico de la vida sino que es constructora, constitutiva y creadora de todos los aspectos de ésta, incluyendo la economía y el desarrollo. En esta misma línea, (González Domínguez, 2004), relaciona el término cultura con el crecimiento económico. Habla indistintamente de cultura empresarial y de cultura emprendedora para hacer referencia a la necesidad expresada por diferentes agentes políticos, económicos y sociales de fomentar la creación de empresas y el mantenimiento de las mismas.

Por otra parte, hay determinadas comunidades que son más emprendedoras que otras; esto plantea que existe una causa social que explica el espíritu emprendedor, es decir, que existen grupos de personas donde se ha desarrollado más dicho espíritu.(del Arco & Blömer, 2012)

En este sentido propender por un cambio cultural responde a iniciar un proceso de adaptación que habría que incorporar, a la ya asumida selección natural, criterios compartidos que condicionan sus costumbres y estilo de vida y que se relacionan entre sí en el marco de una comunidad.

2.4 Desarrollo

En Colombia, los avances en este tema se han centrado en el cumplimiento de la Ley 1014 de 2006 sobre Fomento para la Cultura del Emprendimiento, que hace referencia a la obligatoriedad de incluir el emprendimiento en los procesos de formación en las instituciones educativas y opcional en las Universidades(Congreso de la República, 2006). La ley en referencia asigna a la educación un rol de vital importancia, lográndose, según lo expresa el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, y la Asociación Colombiana de Universidades (2014), que “el emprendimiento se ha posicionado al interior de las universidades por considerar que la formación profesional no es suficiente para desempeñarse con éxito; se hace necesario formar capacidades y ofrecer alternativas de vida para los futuros profesionales”. La limitación en el proceso de enseñanza - aprendizaje de estas capacidades es evidente, al carecer de directrices claras acerca de aspectos administrativos, didácticos y curriculares sobre cómo desarrollar la iniciativa y el espíritu emprendedor en los estudiantes universitarios; no obstante el esfuerzo económico y compromiso de las universidades, conduce de manera ineficiente en el logro del fomento de la cultura del emprendimiento, según lo afirma el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo y Asociación Colombiana de Universidades (2014). En los últimos años, se ha hecho evidente que las instituciones de educación superior (IES) han incorporado el tema del emprendimiento a sus procesos de formación, extensión e investigación, con diferentes énfasis, estrategias y acciones, debido a la importancia que se le ha dado en función del desarrollo económico y social.(Rangel, Rubiano, & Riaga, 2015)

Es así como el concepto de desarrollo es humano, porque además del progreso material busca el progreso espiritual de los individuos particulares y de toda la comunidad. Es territorial, porque crece en un espacio que opera como unidad. También es multidimensional porque abarca diferentes esferas de la comunidad y es integrado, porque articula diferentes políticas y programas verticales y sectoriales.

Para (*Jornada de Extensión del INTA*, 2003) el desarrollo local es sistémico, porque supone la cooperación de actores y la conciliación de intereses de diferentes ámbitos, es sustentable porque se prolonga en el tiempo, es institucionalizado, participativo, planificado y es innovador, especialmente porque innova en el modelo de gestión.

3. Contexto teórico

Según el Global Entrepreneurship Monitor(GEM, 2015), Colombia ocupa el primer puesto, entre 54 países que analiza esta entidad en la intención de creación de empresa por parte de la población. Este importante calificativo se ha adquirido gracias a que el gobierno cuenta con una Red Nacional de Emprendimiento, se avanza en fortalecer la industria de apoyo al emprendimiento, conformada por centros educativos y empresas, así como en ampliar y divulgar los vehículos de financiación a los emprendedores (Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, 2016). El Ministerio de Comercio Industria y Turismo es la entidad que encabeza esta red que tiene como objetivos:

- Establecer políticas y directrices orientadas al fomento de la cultura para el emprendimiento.
- Formular un plan estratégico nacional para el desarrollo integral de la cultura para el emprendimiento.
- Ser articuladora de organizaciones que apoyan acciones de emprendimientos innovadores y generadores de empleo en el país.
- Desarrollar acciones conjuntas entre diversas organizaciones que permitan aprovechar sinergias y potenciar esfuerzos para impulsar emprendimientos empresariales.

Adicionalmente en el país se crearon unas Redes Regionales de Emprendimiento, que son conformadas por 481 instituciones de apoyo al emprendimiento, entre las que se cuentan gobernaciones, alcaldías, y centros educativos.(RODRÍGUEZ LOZANO & TARAZONA MORALES, 2015)

En la Semana Mundial del Emprendimiento se realizaron eventos de divulgación de los mecanismos de fomento a la creación y fortalecimiento de empresas, en capitales como Florencia, Manizales, Cali, Bogotá, Armenia, Manizales y Pereira, y además se celebraron 70 eventos más pequeños, en ciudades colombianas, con apoyo de las autoridades regionales y las Cámaras de Comercio. Está demostrado que los países que tienen los niveles más altos de producto per cápita tienen también los mayores índices de emprendimiento innovador en su territorio(GEM, 2015). Pero a diferencia de toda esta importante información Córdoba se ubica en el puesto 21 de 32 Departamentos. En este sentido, Córdoba es uno de los doce Departamentos que no entra en la onda del emprendimiento en Colombia.

También es importante resaltar que como resultado de la política de fomento al emprendimiento y la estrategia por un país más moderno, gracias al apoyo de recursos originados en el Fondo Emprender, han sido creadas alrededor de 2.800 empresas, las cuales han generado más de 15 mil empleos formales.

Desde el punto de vista teórico, esta investigación se fundamenta en las nuevas estrategias corporativas y el arte de crear empresas para cultivar y generar el deseo y la inquietud de poder realizar proyectos de los cuales las entidades comprometidas brinden los recursos a cualquier persona que desee y quiera contribuir a la economía y a su sociedad, y que aquél que quiera generar empleo está contribuyendo al crecimiento económico y la disminución del desempleo.

El espíritu empresarial es la aspiración más sincera de alcanzar los logros humanos, es el conjunto de motivadores que poseen los empresarios y que se manifiestan en el deseo de enfrentar retos y obtener triunfos. Ser emprendedor es una forma de pensar y de actuar. Es un estilo de vida.

Sólo se es emprendedor, siendo emprendedor. A nivel de los individuos, los factores críticos en el comportamiento emprendedor se relacionan con las siguientes variables(Acs & Wennekers, 2007):

- **El nivel de educación:** la posibilidad de que los individuos participen en iniciativas de emprendimiento innovador está ligada al logro de niveles elevados de educación.
- **El desarrollo de habilidades:** la educación formal debe estar complementada por el logro de habilidades para el emprendimiento. Estas habilidades, definidas como la capacidad para hacer, están relacionadas con los niveles de educación, pero se adquieren fundamentalmente a partir de la experiencia.
- **La capacidad para la identificación de oportunidades:** esta es la capacidad para articular un orden a partir del caos del entorno, descubrir necesidades insatisfechas en los consumidores y crear soluciones para esas necesidades(Wennekers, 2006).
- **La preferencia individual por el riesgo:** los emprendedores se caracterizan por tener alta disposición individual a la toma de riesgos, pues están dispuestos a aceptarlo en situaciones donde consideran que pueden obtener amplias ganancias.
- **Recursos sicológicos (psychological endowments):** las características sicológicas de los individuos determinan la capacidad individual para el emprendimiento. Ellas incluyen la creatividad, la perseverancia, el control interno, la iniciativa, la autonomía, la motivación por el logro, la disposición a abrirse a experiencias diversas y la capacidad de incorporar las lecciones de la experiencia en las decisiones, entre otras.

“Hay que tener en cuenta, (Guridi, 2003), que el concepto emprender evoca tenacidad y compromiso con lo que nos rodea pero que, sobre todo, significa la asunción de un aprendizaje personal constante a lo largo de la vida. En este sentido, todas las personas podemos ser emprendedoras, pero, para ello, debemos desarrollar los valores, las actitudes y las competencias adecuadas. Estos valores pueden y deben contribuir a un mejor desarrollo personal y profesional de las personas, de las organizaciones y de una sociedad más sostenible y cohesionada. Todo ello precisa la necesidad de desarrollar un trabajo que debe hacerse en el ámbito personal, profesional y social, y, en este caso, el ámbito educativo es uno de los agentes esenciales.”

(Tolle, 2003)Referencia en el poder del ahora: “si Usted emprende algún tipo de acción – cambiar su situación o salir de ella -, suelte la negatividad primero, si es posible. La acción que surge de la comprensión de lo que se requiere es más efectiva que la que surge de la negatividad”.

En este sentido, ¿Qué tienen en común los emprendedores de éxito?

"Empuje". O lo que es lo mismo, capacidad de acción, de llevar a la práctica una buena idea y tener decisión para hacer realidad su sueño. Arriesgarse a hacer realidad su proyecto. Dar el primer paso tras el cual seguirán cientos de ellos. La experiencia señala que todos y cada uno de los empresarios hoy exitosos, tuvieron en común la capacidad de actuar y empezar a ser real ese sueño de hacer empresa.(Freire, 2005).

Todas las profesiones están en capacidad de formar empresa, depende de la creatividad de los profesionales. Nosotros somos capaces de forjar nuestro futuro, con nuestras manos, con nuestras mentes. No nos condenen a ser esclavos del sistema, cuando podemos ser los amos de nuestro destino(Candela Casas, 2008).

Pero ante esta situación ¿Quiénes son los Cordobeses y Monterianos?

Según (Negrete Barrera, 2003) los Cordobeses presentan las siguientes características generales comunes: Sumisos, perezosos, conformistas, humildes, fáciles de engañar, callados, melancólicos, apegados a lo propio y conocido, sin afán ni interés por conocer nuevas tierras y gentes, nobles, ingenuos, resignados por lo poco que tienen, rutinarios en el trabajo, sinceros, solidarios, poco persistentes, dejados, informales, indisciplinados, acomodados con rapidez a las circunstancias por adversas que sean, desprevenidos, están a la espera de algo que les llegará pero sin saber qué y cuándo.

Es así que Gustavo Escobar y Juan Diego Isaza (Escobar & Isaza, 1998) consideran que: “son muchas las personas que tienen una idea de negocio. Se han escuchado historias de personas a las que se les ocurre una idea, pero por diversas razones se la pasan postergándola hasta que llega el día que esa misma idea se ilumina en la mente de otra persona que la lleva a ejecución”.

4. Materiales y métodos

Método

Se utilizó el método empírico – analítico dado que posibilita revelar o hallar las relaciones esenciales y las características fundamentales del objeto de estudio, mediante las sensaciones que los encuestados pueden percibir mediante sus sentidos. Su utilidad es esencial dado que destaca situaciones o percepciones en campos inexplorados o en aquellos en los que destaca el estudio descriptivo(Canabal, 2015).

Tipo de investigación

La investigación es descriptiva y cualitativa ya que consiste, fundamentalmente, en caracterizar un fenómeno o situación concreta indicando sus rasgos más peculiares o diferenciadores. (Ander-Egg, 1980)

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para el desarrollo de la investigación se utilizó la técnica de campo. Esta técnica se realiza mediante la observación en contacto directo con el objeto de estudio y la captura de evidencias o revelaciones que permitieron confrontar la teoría con la práctica en la búsqueda de la verdad absoluta.

Es así como se emprende la presente investigación queriendo encontrar las razones de la falta de una cultura y espíritu emprendedor y diseñar una propuesta innovadora que contenga estrategias, niveles, iniciativas y responsables. La encuesta se realizó a una muestra de ciento cuarenta actores, así:

A. Once estudiantes de séptimo semestre del programa contaduría pública nocturna de la Institución privada universidad del Sinú, Elías Bechara Zainúm. En las tablas de resultados se relaciona como **Contaduría N**

B. Doce estudiantes de séptimo semestre del programa contaduría pública diurna de la Institución privada universidad del Sinú, Elías Bechara Zainúm. En las tablas de resultados se relaciona como **Contaduría D**

C. Quince estudiantes de quinto semestre del programa administración de empresas en jornada nocturna de la institución privada universidad del Sinú, Elías Bechara Zainúm. En las tablas de resultados se relaciona como **Admón N**

D. Veinte estudiantes de quinto semestre del programa administración de empresas en jornada diurna de la institución privada universidad del Sinú, Elías Bechara Zainúm. En las tablas de resultados se relaciona como **Admón D**

E. Diez ciudadanos. Personas que transitan por parques y calles. En las tablas de resultados se relaciona como **Ciudadano**

F. Veinte estudiantes de grado 11 de la institución educativa privada liceo Unisinú. En las tablas de resultados se relaciona como **Instituto**

G. Diez Industriales o comerciantes. En las tablas de resultados se relaciona como **IComercio**

H. Veinte estudiantes de quinto semestre de Administración financiera y negocios internacionales de la Institución pública Universidad de Córdoba. En las tablas de resultados se relaciona como **Unicórdoba**

I. Veintidós estudiantes de grado 11 de la institución educativa pública la normal de montería. En las tablas de resultados se relaciona como **Normal**

La investigación cuenta con seis fases, las cuales se presentan a continuación:

Fase 1- Iniciación: esta etapa corresponde al reconocimiento previo que debe realizar el investigador, las Instituciones educativas del sector público y privado, los comerciantes, industriales y la Ciudadanía en general involucradas en el proyecto.

Fase 2 – Diagnóstico: esta fase permitió descubrir la situación actual (Hallazgos), y para su realización se aplicaron fuentes y formas de recolección de datos, así:

- **Registros:** archivos bibliográficos de lectura, tales como publicaciones de periódicos y revistas, libros, información en internet, etc.
- **Observación:** esta técnica permitió obtener información en tiempo real de la situación planteada.
- **Encuesta:** se aplicó a los diferentes actores, ya mencionados; a fin de caracterizar el enfoque planteado y encontrar las razones objeto de esta investigación.

Fase 3 – Análisis: esta fase comprende la interpretación de la situación encontrada y contiene tabulación de la encuesta y análisis de resultados.

Fase 4 – Socialización del proyecto: El proyecto se socializó en dos eventos, primero ante fuerzas vivas del Municipio de Montería en la Universidad del Sinú Elías Bechara Zainúm, y segundo en el auditorio de la Cámara de Comercio de Montería ante los quince representantes de las entidades que conforman la Red de emprendimiento del departamento de Córdoba.

Fase 5 – discusión del proyecto: seguidamente se conformaron dos grupos de discusión en sendos eventos confrontando propuestas hasta lograr diseñar estrategias de solución.

Fase 6 – Propuesta innovadora: agotada la fase de socialización y discusión, se desarrolló una propuesta innovadora como estrategia de solución al problema encontrado.

5. Fuentes de información

Fuentes primarias

Una fuente primaria es un documento escrito nuevo y original, resultado del trabajo intelectual en el que se puede hallar información completa, presentada de manera detallada de un informe de investigación o de una teoría. En el proceso de investigación suelen ser fuentes primarias los libros, revistas científicas y de entretenimiento, diarios, documentos oficiales de instituciones públicas, informes técnicos y de investigación de instituciones públicas o privadas, patentes, normas técnicas.

Fuentes Secundarias

Una fuente documental secundaria es la que implica el rediseño y reescritura de un documento, y suele presentarse en forma de resumen de una investigación original. Es importante anotar que la reelaboración del documento tiene su origen en una fuente documental primaria. Son fuentes secundarias: enciclopedias, antologías, directorios, libros o artículos que interpretan otros trabajos o investigaciones.

Fuentes terciarias

La aparición de redes de comunicación internas de un centro o entre varios centros mediante sistemas de computadoras ha supuesto un importante avance en el tratamiento de la documentación computarizada. En la actualidad, el uso de redes es un hecho frecuente, y la mayoría de grandes instituciones cuenta con su propia red que permite, a través de ella, compartir información, recursos e incluso utilizarla como correo instantáneo.

Existen, por lo tanto, fuentes de información con ciertas características distintivas, que las hacen aptas para integrar una colección de referencia; colección que sirve como puente tanto para los fondos de la biblioteca como para un conjunto de informaciones dadas. (de Tiratel, 2000)

6. Resultados

A continuación, se presentan resultados de alto impacto obtenidos de la encuesta:

Tabla 1: ¿Conoce usted que el fondo emprender - SENA fue creado para financiar iniciativas empresariales productivas y facilita el acceso a capital semilla no reembolsable?

RESPUESTA	VII Contaduría N		VII Contaduría D		V Admón N		V Admón D		Ciudadano		Instituto		IComercio		Unicórdoba		Normal		Total	%
	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%		
SI	5	45,45	11	91,67	7	46,67	9	45,00	8	80,00	7	35,00	6	60,00	12	60,00	9	40,91	74	52,86
NO	6	54,55	1	8,33	8	53,33	11	55,00	2	20,00	13	65,00	4	40,00	8	40,00	13	59,09	66	47,14
TOTAL	11	100,0	12	100,0	15	100,0	20	100,0	10	100,0	20	100,0	10	100,0	20	100,0	22	100,0	140	100,0

Fuente. Elaboración Propia

Tabla 2: Si tuvieras la oportunidad de crear tu propia empresa, ¿Cuál sería tu idea?

RESPUESTA	VII Contaduría N		VII Contaduría D		V Admón N		V Admón D		Ciudadano		Instituto		Normal		IComercio		Unicórdoba		TOTAL	%
	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%	#	%		
NO TIENE IDEA		0,00		0,00	1	6,25		0,00	4	40,00	6	30,00	3	13,04		0,00		-	14	13,21
EXPORTAR MATERIA PRIMA		0,00		0,00		0,00	1	7,14		0,00		0,00		0,00		0,00	6	35,29	7	6,60
CONFECCIÓN		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	4	20,00	2	8,70		0,00		-	6	5,66
GRANJA TURISTICA		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00		0,00	4	23,53	4	3,77

Fuente. Elaboración Propia

Ante estos resultados, es evidente que el ciudadano nativo del Municipio de Montería se encuentra en un estado o zona de confort frente al desarrollo de su territorio. De igual manera es importante resaltar que el factor cultural poco aporta dada su condición de desprevenidos y tranquilos. Esto queda evidenciado en tabla 2 donde el 13,21% no tiene en la mente ninguna idea de negocios.

7. Socialización y Discusión

Dándole curso al proceso investigativo, se procedió entonces a socializar el proyecto ante fuerzas vivas del Municipio de Montería, conformando dos grupos de discusión. En el primero se contó con la asistencia de once personas en representación de diferentes sectores de la ciudad, la actividad se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad del Sinú, y tuvo una duración de dos horas. El segundo grupo de discusión estuvo compuesto por quince representantes de las entidades que conforman la Red de emprendimiento del departamento de Córdoba. Esta actividad se llevó a cabo en la Cámara de Comercio de Montería en el marco de la primera reunión anual de la Red de Emprendimiento y tuvo una duración de dos horas. Para los dos casos el moderador fue el profesor investigador de la Facultad de Ciencias Económicas, Administrativas y Contables de la Universidad del Sinú, post doctor Javier Darío Canabal Guzmán, dado que es el autor de la investigación “Análisis del espíritu emprendedor del ciudadano monteriano en la formulación de proyectos de inversión para la creación de nuevas empresas”.

7.1 Grupo de discusión 1

Por el sector público

Luis Miguel Julio Simancas, Líder del Fondo Emprender regional Córdoba

Jorge Fernando Gómez Córdoba, Coordinador oficina de emprendimiento de la Alcaldía de Montería

María Lucia Franco, Coordinadora de Calidad Educativa de la Secretaria de Educación Municipal

Zamina Negrete, Funcionaria de la Secretaria de Educación del Municipio de Montería

Por la academia

Víctor Negrete Barrera, Docente de la Universidad del Sinú, escritor e historiador

José Fernando Acosta, Jefe del área de emprendimiento y docente de la Universidad del Sinú

Sandra Berrio Palomo, Psicóloga y docente de la Universidad del Sinú

Por el sector financiero

Hugo Alejandro Herrera, Gerente Bancolombia

Por el sector productivo

Juan Flórez Hernández, Gerente y fundador de la agencia de viajes Paquetours

Carlos Márquez Ángel, Gerente y fundador de Multiseguros de Colombia

Shirley Chaddid Benitorevollo, Representante de RCH

7.2 Grupo de discusión 2

Para el desarrollo del segundo grupo de discusión participaron los miembros de la Red Regional de Emprendimiento de Córdoba. Las redes regionales de emprendimiento nacen con la ley 1014 de 2006 de Fomento a la cultura del emprendimiento, por medio de ella se establece que cada región debe conformar una red de emprendimiento adscrita a la Gobernación Departamental.

Red Regional de Emprendimiento de Córdoba

Ernesto Vergara, Secretario de Competitividad de la Gobernación de Córdoba

Daniela Soto Martínez, Funcionaria de la Gobernación de Córdoba

Dalila Sarmiento, Funcionaria de la Gobernación de Córdoba

Luis Miguel Julio Simanca, Representante del SENA ante la Red de emprendimiento

José Restrepo, Representante del SENA

Samira Sakr Chagui, Funcionaria de la Alcaldía de Montería

Carlos Peña López, Representante de la Universidad Remington

Oscar Tuiran Polo, Representante Universidad Remington

Jones Rafael Llanos, Representante de la Universidad Cooperativa de Colombia

Patricia Cassab, Representante de la Universidad Pontificia Bolivariana

Hernando Puentes, Representante de la Universidad CECAR

Ramón Gafaro, Representante de la Universidad de Córdoba

Tobías Alfonso Parodi, Representante de la Corporación Unificada Nacional CUN

Angélica Cogollo Bula, Representante de la institución Tecnológico San Agustín

Diana Martelo, Representante de la Fundación Tecnológica Antonio De Arévalo (TECNAR)

8. iniciación de la propuesta

Muy a pesar de la existencia de la Ley 1014 de 2006 sobre Fomento a la Cultura del Emprendimiento y cuyo objeto es promover el espíritu emprendedor en todos los estamentos educativos del país, se evidencia que aún existen falencias que ameritan ser atendidas para que la política pública pueda alcanzar sus objetivos.

Por lo anterior y luego de analizar los diversos factores sociales y culturales que inciden en el emprendimiento del Municipio de Montería y escuchar en mesas de trabajo los aportes de importantes actores de sectores económicos, políticos, sociales, se llegó a la conclusión de que el foco a partir del cual se debe buscar una transformación es de la educación hacia el emprendimiento. Por lo tanto, es esta la base central de la propuesta diseñada, la cual se acompaña de estrategias transversales necesarias para alcanzar el fin planteado. En ese orden de ideas, se plantean tres estrategias:

- Formación orientada al desarrollo de una cultura emprendedora en el contexto del Municipio,
- Promoción de un ecosistema articulado de entidades que trabajen en pro del emprendimiento del municipio y
- Fortalecimiento y creación de nuevos fondos de emprendimiento mixtos.

Para el desarrollo de las estrategias se definieron niveles específicos de acción que requieren un trabajo oportuno por parte de los actores responsables, con el fin de generar un cambio en la educación que se imparte en emprendimiento, así como el uso de tablas dinámicas y sistemas fuzzy.(Hernández-Julio et al., 2019)

8.1 Formación orientada al desarrollo de una cultura emprendedora en el contexto del Municipio

El primer nivel para esta estrategia es la formación de docentes, donde se propone adelantar jornadas de capacitación a profesores encargados de la cátedra de emprendimiento, en los conocimientos y habilidades necesarias para desarrollar de la forma correcta las competencias básicas y transversales en los estudiantes. Se sugiere especial atención a la comprensión de conceptos fundamentales como la identificación del perfil del docente como multiplicador de la promoción del emprendimiento, la explicación sobre la andragogía, referida a la forma como aprenden los adultos, y la presentación del tipo de metodologías que pueden utilizarse para promover el emprendimiento en el ámbito educativo. Se sugiere a profesores de las instituciones educativas tanto públicas como privadas, en el nivel preescolar, los dos ciclos de la educación básica y la educación media. Los entes que deben velar por el cumplimiento y la ejecución de esta propuesta son los rectores de instituciones educativas y la Secretaría de educación Municipal.

El segundo nivel de acción propuesto es la formación a padres y tutores la cual consiste en incentivar en los padres y tutores responsables aptitudes y actitudes de promoción del emprendimiento en los menores. Se plantea esta propuesta debido a que la formación parte del hogar, y por más que las instituciones educativas faciliten y creen los espacios de formación para el emprendimiento; el trabajo desde las familias es indispensable. La cultura de los monterianos se transmite por generaciones y en la actualidad todavía existe el paradigma de que la prioridad es formarse para conseguir empleo. Con esta propuesta, se espera cambiar este paradigma y que los padres, en cooperación con las instituciones de educación, sean los encargados de transmitirles a sus hijos el interés por emprender.

Para ello las instituciones educativas fortalecerán los conceptos fundamentales como la explicación sobre la andragogía, referida a la forma como aprenden los adultos, refiriéndose a los padres y tutores responsables de los menores, con el fin de que desde los hogares también se promueva la cultura y el espíritu emprendedor. Los responsables de la puesta en marcha de esta iniciativa son las instituciones educativas tanto públicas como privadas, con el apoyo del Sena y con la supervisión de la Secretaría de educación Municipal. Luego de formar a los formadores éstos serán capaces de formar a sus hijos y que con ello el entorno de aprendizaje será más ágil y adecuado.

Complementariamente, se propone diseñar un currículo único en emprendimiento para las instituciones educativas del Municipio, donde se incentiven la creatividad y se enseñe a afrontar en los menores el miedo al fracaso, teniendo en cuenta para el desarrollo de este currículo la realidad social y cultural a la que se enfrentan los niños en la ciudad de Montería. La responsabilidad de esta propuesta quedaría en manos de las instituciones educativas tanto públicas como privadas y la Secretaría de educación.

Asimismo, cuando se llega al nivel de educación básica secundaria y media es necesario que los niños y jóvenes sean formados en las instituciones educativas en conceptos básicos de finanzas y habilidades empresariales. Creando de esta manera actitudes de liderazgo e interés por el emprendimiento.

Es fundamental que esta formación esté enfocada en los estilos de aprendizaje y las habilidades particulares de los estudiantes, ejerciendo una formación integral que les permita emprender no solo desde el ámbito empresarial, sino también en aspectos políticos, sociales, deportivos o artísticos.

Se propone también la puesta en marcha de semilleros de emprendimiento en estos niveles de formación, donde se impulse al estudiante a crear ideas de negocio que tengan un verdadero impacto en la región. Asimismo, que estas ideas de negocio cuenten con el acompañamiento por parte de instituciones de educación superior y Cámara de Comercio de Montería.

De la misma forma, se propone la formación integral para universitarios, técnicos y tecnólogos a través de cátedras de emprendimiento en todos los programas formativos, sin excepción alguna, donde se enseñe la elaboración de planes de negocio y alternativas de emprendimiento según el tipo de disciplina. De esta manera, será posible la participación de más profesionales en convocatorias de emprendimiento que decidan desarrollar ideas de negocio enfocadas a sus competencias.

Finalmente, que los nuevos licenciados egresen con una formación pedagógica en competencias para la formación en emprendimiento, creando así una cadena de formación que permita transformar la cultura del Municipio y cambiar los paradigmas que hay en la población. El desarrollo de esta acción estaría en manos de las universidades, institutos técnicos y tecnológicos, y del Sena.

8.2 Promoción de un ecosistema articulado de entidades que trabajen en pro del emprendimiento del municipio

Transversal a esta propuesta educativa es necesario que en el entorno se den las condiciones necesarias para la promoción de la cultura emprendedora de la ciudad. En el Municipio existen diferentes entidades y actores que tienen participación en la promoción de esta cultura emprendedora, desde las instituciones educativas, de las cuales ya se trató, hasta las empresas privadas.

Todo este sin número de actores conforma un ecosistema de emprendimiento que debe trabajar en conjunto, desde sus competencias, para incentivar el desarrollo empresarial del Municipio, que en últimas es lo que se pretende.

A pesar de que en la actualidad existe en el Departamento una red de emprendimiento regional, según lo estipula la ley de fomento del emprendimiento, la participación y los logros que hasta la fecha se han alcanzado a través de la misma son mínimos. Lo anterior se debe a que cada entidad trabaja por separado las acciones que considera necesarias para el fomento del emprendimiento, pero no existe entre ellas una sinergia que les permita articularse y trabajar en conjunto por el mismo objetivo.

Por lo tanto, con base en esta situación y a las recomendaciones sugeridas durante los grupos de discusión se propone que la red regional de emprendimiento de Córdoba, la cual incide en el Municipio de Montería, defina con cada uno de sus integrantes cuáles serían las funciones y los aportes que cada entidad o actor ofrecerá a la red para que sea posible el ecosistema de emprendimiento sugerido.

La responsabilidad de formar este ecosistema de emprendimiento recae en la Red de emprendimiento regional, ya que es el órgano encargado de unir a las diferentes entidades que participan del emprendimiento en el Departamento y a su vez en el Municipio.

8.3 Fortalecimiento y creación de nuevos fondos de emprendimiento mixtos

Para finalizar, de acuerdo con lo sugerido por los participantes de los grupos de discusión se hace pertinente proponer una estrategia encaminada en la búsqueda de fondos y recursos tanto públicos como privados destinados exclusivamente para el apoyo a emprendedores en sus ideas e iniciativas de negocio.

Lo anterior por medio del desarrollo y la promoción de proyectos de cooperación con fondos y recursos tangibles e intangibles que apoyen iniciativas de emprendimiento en Montería. La responsabilidad de esta iniciativa estaría en manos de entidades públicas y privadas, así como universidades y entes territoriales.

Propuesta innovadora

ESTRATEGIA	NIVELES	INICIATIVA	RESPONSABLES
Formación orientada al desarrollo de una cultura emprendedora en el contexto del Municipio.	Formación a docentes	Adelantar jornadas de capacitación a docentes encargados de la cátedra de emprendimiento, en los conocimientos y habilidades necesarias para transmitir de la forma correcta las competencias empresariales a los estudiantes.	Instituciones educativas, Rectores, Universidades, Sena
	Formación a padres	Incentivar en los padres y tutores responsables aptitudes y actitudes de promoción del emprendimiento en los menores.	Instituciones educativas públicas y privadas, Sena
	Formación en niveles preescolar y básica primaria	Diseñar un currículo único en emprendimiento para las instituciones educativas del Municipio, donde se incentiven la creatividad y se enseñe a afrontar en los menores el miedo al fracaso.	Secretaría de educación Municipal, Instituciones educativas públicas y privadas
	Formación en niveles Básica secundaria y media	Implementar un currículo único en emprendimiento basado en el contexto social y cultural del Municipio donde se le enseñe a jóvenes y niños conceptos financieros y competencias en empresariedad.	Secretaría de educación Municipal, Instituciones educativas públicas y privadas
	Formación a universitarios, técnicos y tecnólogos	Dictar cátedras de emprendimiento en todos los programas formativos ya sean universitarios, técnicos o tecnólogos, sin excepción alguna, donde se enseñe la elaboración de planes de negocio y alternativas de emprendimiento según el tipo de disciplina.	Universidades públicas y privadas, institutos técnicos y tecnológicos, Sena
Promoción de un ecosistema articulado de entidades que	Definir acciones específicas según el tipo de entidad y sector al que pertenece que faciliten un ecosistema donde sea posible la promoción del emprendimiento.	Red de emprendimiento de Córdoba	

trabajen en pro del emprendimiento del municipio.		
Fortalecimiento y creación de nuevos fondos de emprendimiento mixtos.	Desarrollo y promoción de proyectos de cooperación con fondos y recursos tangibles e intangibles que apoyen iniciativas de emprendimiento en Montería.	Sector público, empresas privadas, universidades, entre otros.

Fuente. Elaboración Propia

9. Citas y referencias

- Acs, Z., & Wennekers, S. (2007). *Entrepreneurship, Economic Growth and Public Policy. Small*. Cambridge: University Press.
- Ander-Egg, E. (1980). *Técnicas de investigación social* (Vol. 14): El Cid Editor Buenos Aires.
- Bolonia, D. d. (1999). *Espacio Europeo de Educación Superior*. Bolonia: Declaración de Bolonia.
- Canabal, J. (2015). *Guía metodológica para la elaboración y presentación de trabajos de grado*. Montería - Colombia: Publicaciones Unisinú.
- Candela Casas, R. (2008). *Mitos sobre emprendedores*. Lima - Perú: Documentos, Publicaciones y Recursos Educativos.
- Congreso de la República, C. (2006). *Ley 1014 de 2006*. Bogotá: Congreso de Colombia.
- de las Oportunidades, B. (2015). Banca de las Oportunidades. *Recuperado el, 14*.
- de Tiratel, S. R. (2000). *Guía de fuentes de información especializadas*: Grebyd.
- del Arco, E. A., & Blömer, B. V. (2012). *Empresa e iniciativa emprendedora*: Editorial Paraninfo.
- Emprender, F. (2016). Fondo Emprender. *Retrieved agosto, 16, 2016*.
- Escobar, G., & Isaza, J. D. (1998). *Factores que influyen en la Iniciación y Terminación de una Empresa*. Santiago de Cali - Colombia: Publicaciones Universidad ICESI.
- Europea, C. (2003). *Tuning educational structures in Europe*. Berlin: Comisión Europea.
- Freire, A. (2005). *Pasión por Emprender*. Bogotá: Editorial Norna.
- GEM, P. d. I. (2015). *Las nuevas empresas y las empresas establecidas*. Barranquilla: Coordinación GEM Colombia.
- Gerencia proactiva*. (2016). Bogotá: Ecoe Ediciones.
- González Dominguez, F. J. (2004). *Incidencia del marco institucional en la capacidad emprendedora de los jóvenes empresarios de Andalucía*. Sevilla: Tesis Doctoral Universidad de Sevilla.
- gonzalez, R. (2019). *Análisis Valorativo Empresarial Integral* (Editorial Académica Española ed.).
- Guridi, J. R. (2003). *LA CULTURA EMPRENDEDORA*. Gipuzkoa - España: Departamento de Innovación y Sociedad del Conocimiento de la Diputación Foral de Gipuzkoa.
- Guzmán, J. D. C. (2017). Análisis del Espíritu Emprendedor del Ciudadano Monteriano en la Formulación de Proyectos de Inversión Para la Creación de Nuevas Empresas. *Revista GEON (Gestión, Organizaciones y Negocios)*, 4(1), 7-18.
- Hayton, J. C., George, G., & Zahra, S. A. (2002). *National Culture and Entrepreneurship: A review of Behavioural Research*. *Entrepreneurship Theory & Practice*.
- Hernández-Julio, Y. F., Hernández, H. M., Guzmán, J. D. C., Nieto-Bernal, W., Díaz, R. R. G., & Ferraz, P. P. (2019). *Fuzzy Knowledge Discovery and Decision-Making Through Clustering and Dynamic Tables: Application in Medicine*. Paper presented at the International Conference on Information Technology & Systems.
- Herrera, J. A. A., Castellón, E. C., Barrera, L. M. T., & Novoa, I. P. V. *córdobA-colombiA*.
- Jaramillo, L. (2008). Emprendimiento: Concepto básico en competencias. *Lumen-Instituto de Estudios en Educación*, 7, 1-6.
- Jornada de Extensión del INTA*. (2003). Mar del Plata: Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.

- Keesing, R. (1993). *Teorías de la cultura: Lecturas de antropología social y cultural*. Madrid, España: UNED.
- Latina, P. T. A. (2007). *Proyecto Tuning América Latina*. Bogotá: Proyecto Tuning América Latina.
- Lundström, A., & Stevenson, L. (2002). *Beyond the Rhetoric: Defining Entrepreneurship Policy and Its Best Practice Components*. Estocolmo: Swedish Foundation for Small Business Research.
- Manufacturera, E. A. (2002). Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas-DANE: Colombia.
- Marulanda Valencia, F. Á., Montoya Restrepo, I. A., & Vélez Restrepo, J. M. (2014). Teorías motivacionales en el estudio del emprendimiento. *Revista científica Pensamiento y Gestión*, 36.
- Moya Anegón, F. d., Chinchilla-Rodríguez, Z., Chinchilla-Rodríguez, Z., Corera-Álvarez, E., & Díaz-Pérez, M. (2012). Estudio de la producción científica y tecnológica en colaboración Universidad-Empresa en Iberoamérica.
- Negrete Barrera, V. (2003). *Jóvenes, familia y sociedad, de la exclusión al riesgo: El caso Córdoba*. Monterí. Montería - Colombia: Editorial Unisinú.
- Netbiblo, s. L. (2012). *100 Buenas Prácticas en emprendimiento universitario*. La Coruña - España: Gesbiblo, s. L.
- Pasión por emprender, De la idea a la cruda realidad*. (2006). Bogotá: Editorial Norma.
- Rangel, P. E. S., Rubiano, M. E. M., & Riaga, C. O. (2015). Interacción universidad y entorno: marco para el emprendimiento. *Educación y Educadores*, 18(1), 2.
- RODRÍGUEZ LOZANO, G. I., & TARAZONA MORALES, O. (2015). Unidades de emprendimiento bajo un estudio de eficiencia relativa. *Revista Facultad de Ciencias Económicas: Investigación y Reflexión*, 23(2), 149-162.
- SENA, F. e. (2015). *Fondo emprender*. Bogotá: soportefondoemprender@carvajal.com
- Tolle, E. (2003). *Practicando el poder del ahora*. Vancouver, Columbia Británica (Canadá): Editorial GAIA.
- Unesco, U. N. E. S. a. C. O.-. (1998). *Conferencia Mundial sobre la Educación Superior*. Peris: Unesco.
- Wennekers, S. (2006). *Entrepreneurship at Country Level. Economic and Non-economic*. Rotterdam: Erasmus Research Institute of Management (ERIM).
- Wright, S. (2004). *La polarización de la cultura*. Buenos Aires: Antropofagia.

Caracterización del nivel de uso de la información financiera en las pymes de Tunja

Luz Natalia Tobón Perilla
Docente Universidad Santo Tomás Seccional Tunja
Colombia

Sobre los autores

Luz Natalia Tobón Perilla: Magíster en Administración Financiera, Docente Investigador Universidad Santo Tomás Tunja Facultad de Contaduría Pública. Especialista en Gerencia Tributaria UPTC 2014 y Contador Público UPTC Tunja 2009.

Correspondencia: luz.tobon@usantoto.edu.co

Resumen

Esta investigación se planteó como objetivo en una primera etapa, identificar el nivel de uso de la información contenida en los estados financieros de las Pymes de Tunja para la toma de decisiones. La metodología utilizada es de tipo descriptivo, teniendo en cuenta las 377 Pymes con ánimo de lucro, que se registran a 2018 en la Cámara de Comercio, catalogadas como grupo II en NIIF. Fueron encuestados 159 representantes, siendo el 86% pequeños empresarios y el 14% de medianas empresas. Con la información obtenida, se identificó que el 44% no cuenta con un sistema integrado de información contable; el 53%, es decir 84 Pymes generan estados financieros comparativos, pero solo el 36% de éstos, lo hace con fines de toma de decisiones y el 64% restante los consolida para reportar a entidades en contratación y trámite de financiación. En cuanto al proceso de implementación de NIIF, un 33% ya aplica el marco normativo internacional, y el 67%, aún no ha comenzado su aplicación. Se evidencia por tanto, un bajo nivel de aprovechamiento de esta información financiera para la toma de decisiones. La segunda etapa, será de capacitación en gestión financiera a los empresarios encuestados e inscritos.

Palabras Claves: Implementación NIIF, información financiera, gestión empresarial, pymes, toma de decisiones, uso de la información financiera.

Characterization of the level of use of financial information in SMEs of Tunja

Abstract

This research was proposed as an objective in a first stage, to identify the level of use of the information contained in the financial statements of Tunja's SMEs for making decisions. The methodology used is descriptive, taking into account the 377 profit-oriented SMEs, which were registered in 2018 in the "Cámara de Comercio", classified as group II in IFRS. 159 representatives were surveyed, 86% being small entrepreneurs and 14% of medium-sized companies. With the information obtained, It was identified that 44% do not have an integrated accounting information system; 53%, that is, 84 SMEs generate comparative financial statements, but only 36% of them do so for decision-making purposes and the remaining 64% consolidate them to report to entities in contracting and financing procedures. Respect the process of implementation of IFRS, 33% already

apply the international regulatory framework, and 67%, hasn't yet begun its application. There is therefore evidence of a low level of use of this financial information for making decisions. The second stage will be training in financial management for the surveyed and registered entrepreneurs.

Keywords:

IFRS Implementation, financial information, business management, SMEs, decision making, use of financial information.

Patrimonialización del paisaje cotidiano (cultural y urbano)

Olgalicia Palmett Plata, Andrés Felipe Patiño Pérez, Jhon Fernando Mejía Zapata.
Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia
Colombia

Sobre los autores

Olgalicia Palmett Plata: Magister en Diseño del Paisaje de la Universidad Pontificia Bolivariana UPB, de Medellín. Docente Investigadora en la Facultad de Arquitectura e Ingeniería y de los cursos optativos en la línea de paisaje para el programa de arquitectura, integrante del grupo de investigación Ambiente, Hábitat y Sostenibilidad de la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia. Compiladora y editora de las Memorias de la Semana de la Facultad, evento semestral de la facultad y miembro activo de la Sociedad Colombiana de Arquitectos Paisajistas SAP.

Correspondencia: olgalicia.palmett@colmayor.edu.co, o_palmett@hotmail.com

Andrés Felipe Patiño Pérez: Estudiante de Arquitectura de octavo semestre en la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia en la ciudad de Medellín, apasionado por la investigación, el patrimonio, el urbanismo y el paisaje. A lo largo de la carrera ha participado en varios proyectos interinos de urbanismo de carácter académico siempre integrando el subtema de paisaje dentro de los mismos. Participante en el concurso Internacional de Arquitectura y Urbanismo en Vivienda Social realizado por la empresa LAB Ideas, en la ciudad de Medellín. Integrante del Semillero de Investigación de Arquitectura A+D (Arquitectura + Diseño).

Correspondencia: afpatino@est.colmayor.edu.co, anfefape@hotmail.com

Jhon Fernando Mejía Zuluaga: Estudiante de Arquitectura de octavo semestre en la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia en la ciudad de Medellín. Con experiencia en proyectos con enfoques académicos en el área de Paisaje, además de procesos investigativos relacionados con Patrimonio y Paisaje. Participante en el concurso internacional de Arquitectura y Urbanismo en Vivienda Social realizado por la empresa LAB Ideas, en la ciudad de Medellín. Integrante del Semillero de Investigación de Arquitectura A+D (Arquitectura + Diseño).

Correspondencia: jfmejia@est.colmayor.edu.co, jhonfmejiaz@gmail.com

Resumen

Este artículo busca explorar los aportes que desde la cotidianidad, construyen la historia cultural en donde se encuentra el origen de la patrimonialización y su intrincada metodología individual como colectiva. Una construcción cultural que se pretende develar a partir de la exploración de la cotidianidad, aquella en donde vive el hombre y en la que establece las relaciones multidimensionales, multiespaciales dinámicas y complejas con los objetos arquitectónicos, hasta llegar a comprenderlos, haciéndolos parte de su paisaje cotidiano. Un paisaje cotidiano que tiende riesgosamente a ser imperceptible, invisible y menospreciado, pero que en el fondo, en él se pueden identificar los valores socialmente construidos a partir del reconocimiento, la transferencia y la apropiación colectiva de la historia y la tradición consideradas propias. Se identifica con esto, cuál es la importancia que encierra la patrimonialización en la culturización y sostenibilidad del

patrimonio y cómo se lleva a cabo por parte de la comunidad y particularmente por el individuo inmerso en la cotidianidad, estableciendo sus alcances y condiciones para su desarrollo.

Palabras Claves: Comunidad, identidad, paisaje cotidiano, paisaje cultural, paisaje urbano, patrimonialización.

Patrimonialization of the everyday landscape (cultural and urban)

Abstract

This article seeks to explore the contributions that from everyday life, build the cultural history where the origin of patrimonialization and its intricate individual and collective methodology. A cultural construction that aims to unveil from the exploration of everyday life, where man lives and in which he establishes multidimensional, dynamic and complex multi-spatial relationships with objects, until he comes to understand them, making them part of his everyday landscape . An everyday landscape that tends to be imperceptible, invisible and underestimated, but that in the background, can be identified socially constructed values from the recognition, transfer and collective appropriation of history and tradition considered proper. It identifies with this, what is the importance of patrimonialization in the culture and sustainability of heritage and how it is carried out by the community and particularly by the individual immersed in everyday life, establishing its scope and conditions for its development.

Keywords: *Community, identity, everyday landscape, cultural landscape, urban landscape, patrimonialization.*

Introducción

El presente artículo resultado de investigación científica, tiene como eje central el paisaje cotidiano, su origen y su patrimonialización, en el cual se asume el paisaje cotidiano como el punto de encuentro de lo natural, lo cultural y lo urbano producto de la vida cotidiana del hombre, de esta manera, se considera poseedor de una serie de signos que pueden ser interpretados, verbalizados socialmente y además, cargado de los valores suficientes para ser viable su patrimonialización como patrimonio cultural-urbano, considerados por Rösler, "paisajes diseñados e intencionalmente creados", (Rösler, UNESCO). El paisaje cotidiano inicialmente es una construcción individual surgido de las tareas cotidianas, en el día a día, las veinticuatro horas del día, los trescientos sesenta y cinco días del año (Uribe, 2014), que conduce a una identificación social y cultural, asimismo, el paisaje cotidiano supone un relacionamiento directo del cuerpo humano con la tierra, lo natural y lo social desde una perspectiva multisensorial enmarcando al paisaje no como algo tangible y objetual meramente visual y estético, sino con la posibilidad de establecer con él, otro tipo de relaciones sensoriales a través del cuerpo y los sentidos, (Cano, 2015).

"Los paisajes son como unos textos, como unas obras de arte, como unos vinos o como unos cafés, que pueden ser leídos, admirados o saboreados por todos, pero que para ser comprendidos y valorados objetiva y rigurosamente por todos son necesarias e ineludibles las explicaciones de unos mediadores o catadores que ofrezcan categorizaciones con claves y relatos transmisibles de sus respectivas comprensiones y valoraciones" (Ojeda, 2013:31). La frase del autor, bella literariamente y profunda en su contenido, no hace otra cosa que mostrar asociado a experiencias sensibles, lo complejas que pueden llegar a ser las relaciones del individuo con el paisaje, lo que hace al paisaje complejo en sí mismo, difícil de comprender y mucho más aún, inolvidable e

inevitable. Esta característica de reconocer que las relaciones con el paisaje son complejas, provienen desde la concepción misma del término paisaje, dado que a raíz de su interdisciplinariedad y multidisciplinariedad llega al extremo de convertirse en tema transversal para muchas disciplinas. Sin embargo, no es extraño asociar dichas sensaciones y acciones del hombre con el paisaje, debido a que la frecuencia con la que se sienten y realizan, recuerdan y rememoran la información contenida en ellos. Por tal motivo y en consecuencia, se menciona el paisaje cotidiano como un producto de la vida cotidiana de hombres y mujeres. Una vida cotidiana entendida como el espacio de construcción de subjetividades e identidad social, a través del análisis de su propia esencia como ser social y la identificación con su cultura, (Uribe, 2014: 103).

Una forma de aclarar un poco la complejidad del paisaje como concepto y las relaciones que con él establecen los seres humanos, se hace a partir de las declaraciones que la Carta del Paisaje Mediterráneo manifiesta, definiendo al paisaje como el resultado de la combinación de aspectos naturales, culturales, históricos, funcionales y visuales, permitiendo con esto, el establecimiento de relaciones en el orden afectivo, identitario, estético, simbólico, espiritual o económico, lo que implica que se involucren valores de reconocimiento social a nivel local, regional, nacional o internacional, según el caso, (En Craig et al, 2014: 101). De ahí, que los lugares, parajes y objetos devenidos en paisajes cotidianos, no sean más que construcciones que el hombre realiza de su vida cotidiana, en donde se mezclan sensaciones, emociones, lo cognitivo y lo interpretativo, antes de dar paso a la valoración y significación y/o simbolización que puedan producir (Cano, 2015). Pero el fenómeno de lo cotidiano presenta tres facetas, las cuales se deben tener en cuenta para distinguir en el paisaje cotidiano, lo urbano y lo cultural identificados claramente desde el punto de vista físico, pero que a nivel y desde una faceta cotidiana no se distingue. Este es el motivo por el cual se plantea la siguiente pregunta que le da base a esta investigación: ¿Cómo interfieren los valores socialmente construidos del paisaje urbano y cultural enmarcados en los denominados paisajes cotidianos?, es decir, ¿Cuál es el aporte de la cotidianidad en la patrimonialización del paisaje cultural y urbano devenido en Paisaje cotidiano? La intención de esta investigación es poder reflexionar sobre la polivalencia de lo cotidiano y los aspectos que involucra la cotidianidad y la cotidianización como aporte en suma o en detrimento en el proceso de patrimonialización (Bégout, 2009), y entender así, su origen, construcción y enunciación.

La patrimonialización es un proceso de construcción de valores de uso, valores formales y valores simbólicos (Fusco, 2012) por medio del cual los objetos, los lugares y los espacios adquieren significación patrimonial, pero esto no quiere decir que el objeto de patrimonialización se convierta en patrimonio. El patrimonio se reconoce para este estudio, *"como el conjunto de significados e interpretaciones que surgen de la relación mediática entre objeto-soporte y los individuos"* (Dormaels, 2011:8). Recalca Dormaels, que el patrimonio no es el objeto, el artefacto, sino la significación simbólica que le da un grupo social, por lo tanto, es más factible considerar al patrimonio un fenómeno y no un objeto. Entonces, la patrimonialización del patrimonio visto de esta manera, es un proceso dinámico, activo y voluntario, mediado por la observación (experiencia sensible), la comprensión (acto cognitivo), la interpretación (acción verbalizadora), significación (interiorización e intimidad con el objeto), resignificación (transformación) y valor simbólico (dominación y apropiación), (Dormaels, 2011:11). Se incluye el proceso de patrimonialización porque está implícito en la experiencia de relacionamiento del hombre con los objetos, los espacios y los lugares e interesa para este estudio porque la patrimonialización determina el grado de valoración, reconocimiento e identificación que el hombre hace de dichos objetos, espacios y lugares, lo que contribuye a que se pueda reconocer la metodología de aprendizaje inmersa en la determinación, mantenimiento y sostenibilidad del patrimonio, del patrimonio cultural y urbano convertido en paisaje cotidiano. Es así, como aceptando la ambivalencia que implica la cotidianidad, se parte de la hipótesis de considerar la cotidianidad como el fenómeno que bifurca, separa o divide

en dos vertientes, totalmente contrarias, el proceso de patrimonialización, haciendo que por un lado sea lento su avance, estableciendo en el individuo una actitud de indiferencia u omisión en el reconocimiento, interés y generación de valores de los objetos, espacios o lugares, llegando incluso a impedir o truncar el proceso, y por otro lado, contraria a la anterior, mirar la posibilidad que brinda lo cotidiano al presentar un espacio seguro, familiar y de cobijo para el hombre en donde se establecen las condiciones para construir y establecer relaciones de valoración y significación de los objetos, los espacios y los lugares tanto individual como socialmente.

Metodología

Este artículo se fundamenta en la investigación, "Del patrimonio cultural a la patrimonialización del paisaje cotidiano", llevada a cabo en la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia, en la ciudad de Medellín, investigación de corte social porque se enmarca y se desarrolla en una realidad social, lo cual permite estudiar una situación social real y actual, en este caso, se pretende conocer el proceso llevado a cabo por la comunidad de la ciudad de Medellín, en la patrimonialización de objetos arquitectónicos representativos de la identidad y cultura en la ciudad, por lo tanto, busca la comprensión del proceso de patrimonialización como fenómeno social y la incidencia e influencia de la cotidianidad en dicho proceso. La investigación se desarrolla bajo el método de investigación cualitativa ya que se basa en la observación de comportamientos naturales, discursos y respuestas abiertas de las personas que se relacionan con los objetos de estudio, para la posterior interpretación de significados, debido a que el interés principal radica en la relación que establecen los ciudadanos con entornos determinados y/o escogidos, las experiencias vividas en ellos y los conocimientos construidos dentro de ese contexto. Es una investigación de alcance explicativo ya que no solo persigue la descripción y explicación del problema o fenómeno social, sino que intenta encontrar las causas del mismo, debido a que la orientación de la investigación es establecer cómo se lleva a cabo el proceso de patrimonialización por parte de los ciudadanos, también se intenta descubrir el por qué y para qué (causas y efectos) del fenómeno social.

Paisaje natural, cultural y urbano devenidos en paisaje cotidiano.

Basados en las Directrices de la Convención del patrimonio mundial, se seleccionaron los criterios de valor universal excepcional, que estarían asociados a los objetos arquitectónicos a elegir para el estudio. Se asumieron para el trabajo de investigación los parámetros, criterios o condiciones de integridad y/o autenticidad a partir de los atributos percibidos como la forma y el diseño, los materiales, el uso y la función (arquitectónicos), las tradiciones, las técnicas y sistemas de gestión (constructivos), localización y entorno (paisajísticos), espíritu y sensibilidad, así como los factores históricos y materialmente asociados con acontecimientos o tradiciones vivas, ideas, creencias u obras artísticas (UNESCO, 2005:55).

Los objetos arquitectónicos escogidos para su estudio, se encuentran distribuidos de forma conjunta en el centro de la ciudad de Medellín, ciudad del departamento de Antioquia en Colombia, siendo estos, la Iglesia de San Antonio de Padua, La Iglesia de San Ignacio de Loyola, La iglesia de San José, la Iglesia de Nuestra Señora de la Candelaria, El Palacio de la Cultura Rafael Uribe Uribe y el Palacio Nacional. Todos los objetos arquitectónicos poseen en la actualidad declaratoria patrimonial (municipal y/o nacional) como se expone en la Figura 1. Se consideró pertinente para su selección el tener en cuenta la asociación de criterios ya descritos, y la gran afluencia de público que implicaba la ubicación céntrica de cada uno de ellos, lo que permitiría una recolección de

evidencias, opiniones y experiencias de las relaciones establecidas por las personas con los objetos arquitectónicos de forma más directa.

Objeto Arquitectónico	Declaratoria Patrimonial	Acto administrativo
La Iglesia de San Antonio de Padua	Bien Inmueble interés cultural Municipal	Resolución. 653 de 1983, Alcalde, Res. 123 1991
La Iglesia de San Ignacio de Loyola	Bien Inmueble interés cultural Municipal	Resolución. 653 de 1983, Alcalde, Res. 123 1991
La iglesia de San José	Bien Inmueble interés cultural Municipal	Resolución. 653 de 1983, Alcalde, Res.123 1991
la Iglesia de Nuestra Señora de la Candelaria	Bien Inmueble de interés cultural de la Nación	Resolución 011 de 1997 Propone/Resolución 795 de 1998
El Palacio de la Cultura Rafael Uribe Uribe	Bien Inmueble de interés cultural de la Nación	Resolución 002 de 1982 Propone/Resolución 013 de 2005
Palacio Nacional	Bien Inmueble interés cultural Municipal	Resolución. 123 de 1991 Director Planeación

Figura 1. Objetos arquitectónicos patrimoniales seleccionados para la investigación
 Fuente: Elaboración propia a partir de datos de la Alcaldía de Medellín. 2006. Plan especial de Protección Patrimonial 5.

No sobra mencionar que las edificaciones objeto de estudio hacen parte del paisaje urbano del centro histórico de la ciudad de Medellín y por lo tanto, integran el patrimonio cultural con una característica arquitectónica muy especial centrada en los sistemas abovedados de la arquitectura de éstos, más exactamente las cúpulas, elementos que incitan la curiosidad e invitan a la admiración, a la percepción y al reconocimiento. "La imagen de cualquier ciudad está conformada por un diverso grupo de elementos cognitivos y afectivos, entre los que se encuentran aquellos atributos por los cuales un individuo conoce o identifica las características de la ciudad" (Barrio et al, 2009; En Muñoz & Rodríguez, 2015:1154).

Una vez elegidos los objetos de estudio, se procedió a tamizar la muestra de la población con la cual se trabajaría la recolección de datos. En esta tarea hubo un aspecto que llamó mucho la atención al grupo de investigadores, y fue la destacada asociación que se establecía en el relacionamiento entre los objetos arquitectónicos con la vida cotidiana de las persona, ya que las actividades que caracterizaban a la muestra de personas seleccionadas en relación con el entorno, se exponían de forma innegable, a la frecuencia alta del enfrentamiento directo entre individuo y objeto. La muestra escogida de habitantes, residentes, venteros, transeúntes, visitantes y turistas, fue posteriormente clasificada en tres grupos con una variación en la aplicación de técnicas como la encuesta y la entrevista a partir de la creación de varios instrumentos, para aplicar entre el día y la noche, como se expone sintéticamente en la Figura 2.

Grupo 1	Grupo 2	Grupo 3
Residentes, Habitantes y Venteros	Transeúntes, Visitantes y Turistas	Residentes, Habitantes, Venteros, Transeúntes, Visitantes y Turistas
30 Encuestas en cada objeto arquitectónico	30 Encuestas en cada objeto arquitectónico	15 Entrevistas en cada objeto arquitectónico

Para realizar en el Día de, 8:00 a.m. a 5:00 p.m.	Para realizar en el Día de, 8:00 a.m. a 5:00 p.m.	Para realizar en la noche de, 6:00 p.m. a 9:00 p.m.
---	---	---

Figura 2. Grupos clasificados de la muestra e instrumentos a aplicar.
Fuente : Construcción propia.

Adicional a las técnicas mencionadas de encuestas y entrevistas, se utilizaron otras técnicas con las cuales se diligenciaron instrumentos investigativos de recolección de información, como las fichas sinópticas elaboradas por cada texto leído y analizado, por cada visita a los objetos arquitectónicos se registraron datos en diarios de campo con apoyos fotográficos, se crearon fichas técnicas de cada objeto arquitectónico lo que permitió consignar la información sobre los aspectos constructivos e inventariar las cualidades arquitectónicas de cada edificio, así como analizar el entorno percibido de los edificios en su aspecto paisajístico y finalmente la concreción de los atributos en una ficha de valoración cualitativa y cuantitativa. Las técnicas utilizadas en relación a los instrumentos de recolección de información aplicados se muestran en la Figura 3.

Técnicas e Instrumentos	
Técnicas	Instrumentos
Análisis de documentos	Fichas Sinópticas
Visitas y observaciones	Formato Diarios de Campo Formato de Datos Generales
Análisis Técnico y Perceptual	Ficha de Análisis constructivo y arquitectónico. Ficha de Análisis perceptual del paisaje.
Encuestas	Cuestionario para residentes y venteros Cuestionario para transeúntes, visitantes y turistas
Entrevistas	Cuestionario para entrevistas residentes, venteros transeúntes, visitantes y turistas (Noche)

Ficha de valoración cualitativa y cuantitativa

Figura 3. Técnicas e Instrumentos d recolección de información
Fuente : Construcción propia.

Paisaje cotidiano percibido como patrimonio.

El análisis del paisaje cotidiano a través de los objetos arquitectónicos patrimoniales se llevó a cabo siguiendo el método de lectura paisajística, en el cual se siguieron tres momentos sucesivos, (Ojeda, 2013:30). Inicialmente, se recogieron informaciones pluridisciplinares acumuladas en los instrumentos investigativos de recolección de información, descritos en el párrafo anterior, denominado momento cognitivo; seguidamente, la experiencia directa y colectiva de la relación con los objetos arquitectónicos patrimoniales vividas en las visitas y las emociones producidas y los sentimientos resultantes del contacto directo, denominado momento sensitivo; y finalmente el momento de la interpretación paisajística, definitiva y transdisciplinar, a través de la verbalización mediada por el lenguaje oral y escrito. La intención de la lectura paisajística es la de conducir al establecimiento de vínculos entre las personas con los objetos arquitectónicos patrimoniales. Inicialmente, este método se llevó cabo por los integrantes del equipo de investigación a modo de prueba piloto, y luego, se involucró la muestra de personas seleccionadas. Una síntesis del método de lectura paisajística se muestra en la Figura 4.

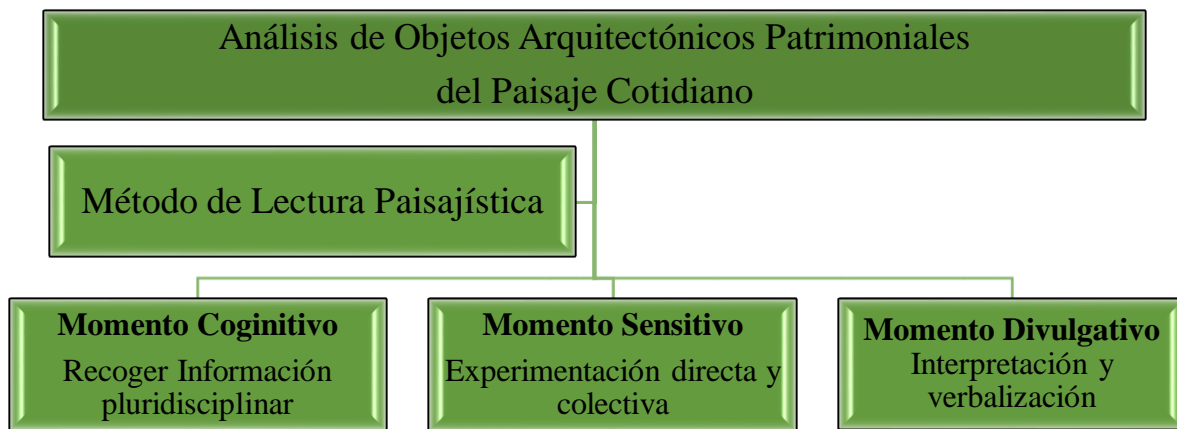


Figura 4. Síntesis del Método de Lectura Paisajística.
Fuente : Construcción propia.

El método de lectura paisajística tiene sus bases teóricas en la hermenéutica y en el arte y saber tradicional de las personas, lo cual es redescubierto por la filosofía fenomenológica alemana para lograr traducir a un lenguaje común lo completo de las relaciones establecidas entre las personas y los objetos, en donde se mezclan realidades objetivas con percepciones subjetivas y observaciones directas. Esto permite reunir los conocimientos aislados, concentrados en cada persona, mediante un ejercicio interdisciplinar y categorizador de observaciones de paisajes significativos, (Ojeda, 2013). Es decir, la lectura paisajística se basa en la acumulación de saberes previos y en la traducción de los mismos a través del lenguaje divulgativo, hasta llegar a un relato de sensaciones unificado, en donde transcurre y acontece la transmisión de conocimientos de la realidad subjetiva cotidiana y la determinación de consensos sociales y culturales. En este punto, se da el encuentro del paisaje con la memoria (Cano, 2015), una memoria que va más allá de la sucesión de hechos, una memoria que recoge los significados construidos a lo largo del tiempo por muchas generaciones los cuales pueden ser objeto de interpretación con un marcado tinte cultural.

Análisis de resultados:

La recolección de información se llevó a cabo más un menos en cinco meses, entre los años 2018 y 2019, una vez terminada esta etapa, se procedió a realizar el análisis de la información recolectada. Se organizaron y relevaron los instrumentos investigativos en donde se recogió la información y se contrastó con la información teórica que se había consultado. Allí se encontraron coincidencias, que realmente se esperaban, pero en otros aspectos no se encontraron planteamientos similares, lo que llama más la atención para poner de manifiesto en este apartado. Es particular encontrar coherencia en los aspectos teóricos y conceptuales que llevan al proceso de patrimonialización a partir de varios autores, pero contrastando esta información con lo vivido en el trabajo de campo, se mostraron ciertas diferencias que destacaremos. Inicialmente se muestra la construcción que desde las relaciones temáticas se establecieron en todo el proceso, partiendo desde el concepto de paisaje su vinculación con el patrimonio, la construcción de patrimonio, el proceso de patrimonialización, mediado por la lectura paisajística con acciones y dinámica similares al proceso de aprendizaje y decodificación de significados. Posteriormente, se abordará cuáles fueron esos aspectos que se consideran inconsistentes y no concordantes con las posturas teóricas o por lo menos, aspectos que se vieron presentes en el estudio y que hay que recalcar como hallazgo particular.

Patrimonio y Patrimonialización

Es inevitable establecer correlación entre el método de lectura paisajística y el proceso tradicional de aprendizaje, encontrando mucha similitud en la metodología y las estrategias de aprendizaje implícitas, asociándolo sobre todo al auto aprendizaje. Sin embargo, la lectura paisajística que se lleva a cabo por el común de las personas, sin el menor atisbo de estar ejecutando un método específico, lo hacen inconscientemente llevados por la dinámica introyectada de aprendizaje. Es más coherente, por tanto, asegurar que el análisis de objetos arquitectónicos patrimoniales del paisaje cotidiano se lleva a cabo de manera individual a través del auto aprendizaje, para finalmente generar las fundamentaciones culturales societales.

Una forma de definir la dinámica de patrimonializar, sería considerándola la acción de establecer vínculos directos de tipo afectivo, sensitivo y cognitivos de las personas con los objetos, los cuales permiten atribuirle un valor a los objetos e identificarse con él en una tarea de mutuo reconocimiento e identificación. La generación de sentimientos en este proceso, tales como la alegría, deseo, tristeza, admiración, desprecio, propensión, aversión, curiosidad, devoción, esperanza, miedo, seguridad, desesperación, gozo, remordimiento, aprobación, indignación, menosprecio, entre otros, suscita aprendizajes evocados cada vez que se tenga contacto con el objeto, llevando a la resignificación afectiva constante y al aprendizaje dinámico y cambiante (Gómez, 2014).

Es así, como el proceso de patrimonialización se asocia al ámbito educativo patrimonial, en donde la cognición, las sensaciones y la experiencia se vinculan en el establecimiento de las relaciones procesuales entre las personas y los objetos, con los cuales se edifica la identidad cultural. Por medio de la educación patrimonial se da valor y se reconocen los valores patrimoniales, con los cuales se establecen aprendizajes significativos, impregnados de sentimientos, apropiación y reconocimiento, resultados que llevan al individuo a conservar el patrimonio, por tanto, se podría decir que en el proceso de patrimonialización radica la sostenibilidad del patrimonio. Se trata de sobrepasar el simple hecho de conocer el valor patrimonial, para pasar a dar valor y crear vínculos de significación y simbolismo por medio de la educación del patrimonio. La Figura 5 muestra una asociación temática de los aspectos que integran el proceso de patrimonialización

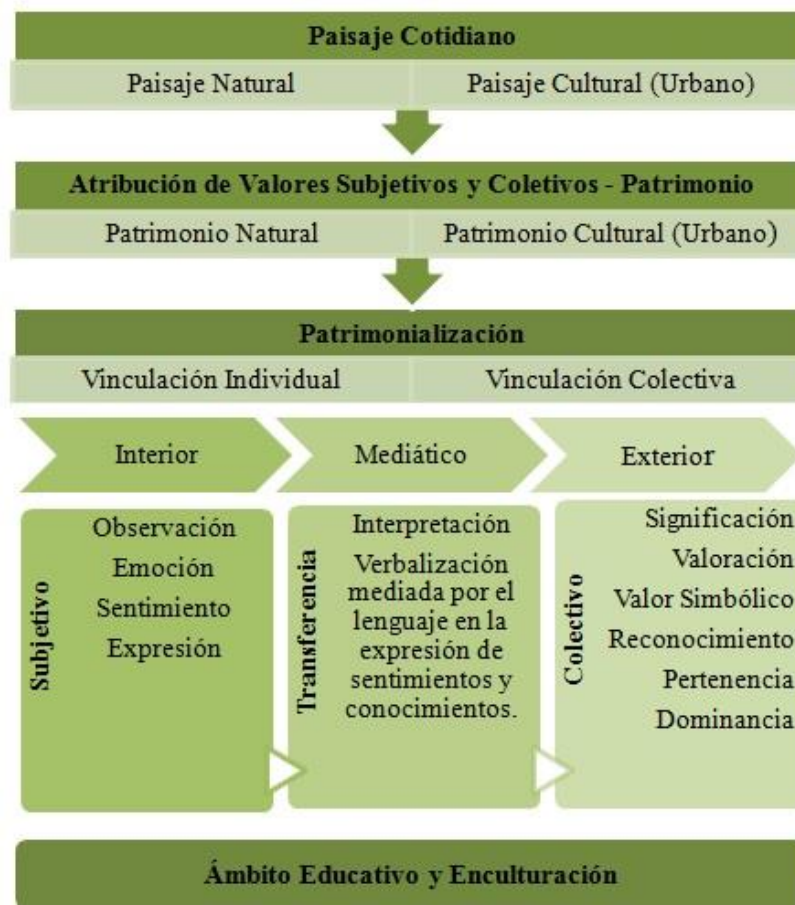


Figura 5. Aspectos que integran el proceso de patrimonialización
 Fuente : Construcción propia.

En definitiva, "el individuo otorga al patrimonio unos valores con los que se identifica, y es en el individuo en donde se inicia la construcción de significado" (Gómez, 2011:109). Por lo tanto, el patrimonio visto desde esta perspectiva, no es el objeto material, sino lo relacional entre objetos y personas, y en donde las personas, conformando comunidades y definiendo la sociedad, son los que le dan valor a los objetos, el objeto en sí no posee valores, posee atributos (materiales) que inspiran sensaciones, experiencias y significados y por lo tanto, las personas dotan a ese objeto de valores que surgen de esas relaciones (Calaf y Fontal, 2007:73. En Gómez, 2011: 110) (Dormaels, 2011:8). Es precisamente en este aporte de valores al objeto en donde radica el proceso de patrimonialización y como se mencionó anteriormente, la existencia y sostenibilidad del patrimonio.

La patrimonialización hace referencia a la consolidación de la cultura, a partir del cual las personas de una sociedad, al aportar valores a los objetos cotidianos concretan el patrimonio y establecen su propia identidad, al mismo tiempo que identifican en los objetos dichos valores. Este es un proceso continuo, dinámico reconocido como enculturación ya sea psicológica o sociológica, toda vez que se manifiesta como experiencia de aprendizaje parcialmente consciente y otras veces, parcialmente inconsciente, en donde las antiguas generaciones invitan e inducen a las generaciones más jóvenes a continuar el proceso como parte de sus costumbres. Pero existen ciertos factores sociales y ambientales, como subjetivos, que interfieren en la continuidad del proceso de patrimonialización.

Cotidianidad y Cotidianizar

La vida cotidiana es un tema abordado por las ciencias sociales, cada vez con mayor determinación. La vida diaria o cotidiana está conformada por las experiencias, los sucesos que día a día están en la vida común de las personas. La cotidianidad se desplaza en dos campos de la vida de las personas, en el campo personal, individual e íntimo y el campo social y colectivo, la forma en que cada persona distribuye o combina sus actividades personales con las colectivas, se establece el estilo de vida de la persona y la realidad cotidiana individual y colectiva.

En el estudio particular realizado en la ciudad de Medellín, la muestra seleccionada de personas tenían dentro de su estilo de vida, el encuentro diario con alguno de los objetos arquitectónicos patrimoniales escogidos, ya fuera por trabajar cerca a uno de ellos, por desplazarse en sus alrededores para ir a trabajar, estudiar o realizar otras actividades diarias o simplemente por vivir cerca o en inmediaciones de alguno de estos edificios. Esto suponía, que los edificios seleccionados formaban parte de la vida cotidiana de estas personas. El relacionamiento personal con los objetos estaba asegurado, sin embargo la cotidianidad presenta tres facetas muy diferentes.

Una primera faceta es aquella en donde la cotidianidad se presenta para las personas como un fenómeno en donde se experimenta un estado o espacio de familiaridad, seguridad y constancia, repetición, espacio en donde se va construyendo y desarrollando la subjetividad y la identidad, bajo un estado de comodidad y placer, es la denominada zona de confort del hombre, aquello en donde lo seguro, es lo normal, es lo cotidiano y tiene que pasar, allí estará el edificio todos los días, allí estará su casa cerca a este edificio todos los días, por su fachada pasará todos los días para tomar el transporte que lo lleva a casa y esa repetición le da seguridad al hombre, ya sabe lo que le espera, no tiene que especular ni gastar tiempo pensando en si el edificio estará allí una vez regrese, allí estará. Esa es la faceta de la cotidianidad que le permite a las personas estar en un buen ambiente de construcción social de experiencias, conocimientos y significados, por tanto es un buen ambiente para el aprendizaje, ese aprendizaje consciente pero también el inconsciente (Uribe, 2014: 111)

La segunda faceta de la cotidianidad surge de esa misma comodidad que va calando tan hondo en la vida cotidiana de las personas, la cual se instala en una especie de indiferencia de la no percepción de lo obvio, la invisibilización de las cosas en un estado de rutinización que anula los elementos del entorno y una aptitud de ignorancia absoluta de lo que allí se encuentra al paso diario. Esta faceta de la cotidianidad es abrumadora para la creación del patrimonio y aplastante para el proceso de patrimonialización, ya que no le permite a la persona percibir y dejarse afectar sensitivamente, no permite el relacionamiento desde el estado más primario, trunca la curiosidad, anula la emotividad, por tanto, las significaciones no surgen, no emanan del interior de las personas y los vínculos de relacionamiento no se establecen. Lo más peligroso de esta faceta de la cotidianidad en la cual se embeben las personas, es la cotidianización y es hacer de esta omisión de lo presente, de esta falta de significados y experiencias lo más normal. Personas, en el estudio realizado en la ciudad de Medellín, demostraron que la indiferencia producto de la cotidianidad, invisibiliza los objetos arquitectónicos patrimoniales hasta el punto de anular cualquier valoración y los convierte en objetos insignificantes y comunes, es decir esta faceta de la cotidianidad no alienta la construcción de patrimonio, y esto acarrea falta de reconocimiento, cuidados, pertenencia social e identidad cultural.

Las personas que sacaron a relucir esta faceta de la cotidianidad, demostraron igualmente, que esta faceta no viene sola, trae consigo, el que las personas no poseían conocimientos previos sobre el edificio, ni sobre el tema de patrimonio, ni el significado de la declaratoria patrimonial. Según Bégout (2009:12) "Es parte de la vida cotidiana hacer esto: minimizarse voluntariamente con el fin de hacer olvidar lo que ella misma quiere hacer olvidar"

Finalmente, la tercera faceta de la cotidianidad se presenta con su cambio inexorable e invisible a los ojos humanos y es la no presencialidad en el establecimiento de las relaciones, no solo entre las personas, sino entre las personas y los objetos. Las significaciones y valoraciones resultados de este proceso de relacionamiento impersonal y/o virtual viene cargado de una mediación que incluye apreciaciones direccionadas de terceros, mediaciones intencionadas para favorecer u obstaculizar la creación de patrimonios y la elaboración del proceso de patrimonialización a través de puentes y/o mediaciones que dan como resultado cambios en el proceso de patrimonialización.

Resultados:

Inicialmente, el paisaje cotidiano, al ser una construcción subjetiva, no solo está constituido con objetos patrimoniales culturales y urbanos con declaratoria, en la denominación de paisaje cotidiano entran la totalidad de objetos culturales (urbanos y naturales), todos ellos susceptibles de patrimonialización, así no exista una declaratoria que designe a los objetos con valores atribuidos para ser patrimonio. Por un lado el proceso educativo permite, garantiza y proporciona el desarrollo de herramientas afectivas y conceptuales necesarias para gestionar significados afectivos y cognitivos, los que permiten establecer los vínculos patrimoniales de pertenencia, identidad y reconocimiento. Y por otro lado, el ámbito educativo debe direccionar el proceso de patrimonialización principalmente a objetos con valores atribuidos ya reconocidos, ya manifiestos, divulgados, para así conservar y/o mantener vivos estos valores del objeto, los mismos que justifican su mantenimiento físico y la permanencia y conservación de sus atributos, como es reconocido en la ciudad de Medellín. Es notorio el cuidado y mantenimiento, restauración y rehabilitación atribuidos a los objetos arquitectónico patrimoniales en estudio, aplicados por entidades municipales en el cumplimiento de normas y reglamentaciones que direccionan esta labor, porque se considera que manteniendo los atributos del edificio en buenas condiciones perceptuales y físicas, así como originales, las personas de la ciudad y sus visitantes, van a seguir asignando la misma valoración a los objetos y ojalá, estimular una mayor impresión en la memoria. Esto implica un cuidado incommensurable de las tradiciones ancestrales en la forma de percibir, usar y valorar los objetos y de establecer con ellos una relación, aún hoy, pero cada vez menor, directa con los objetos.

Definitivamente la cotidianidad es el fenómeno en donde se desenvuelve todo el proceso de patrimonialización, como quiera que sea concebido este proceso. La modernidad impone cambios que hasta la misma cotidianidad se ve afectada. Inevitablemente los espacios de socialización y construcción colectiva tienden a cambiar con el uso de las tecnologías de la información y la comunicación TIC's. Estos nuevos medios ya no exigen la presencialidad en el relacionamiento entre los objetos y las personas, la virtualidad plantea otros espacios en donde sin haber estado frente a un objeto arquitectónico patrimonial la persona puede asegurar conocerla, todo mediante informaciones por la internet. Y puede darse el caso de tener un conocimiento amplio y detalles bien relacionados sobre el objeto, sin haberlo visitado nunca. La realidad virtual, las imágenes tridimensionales, los programas turísticos que presentan imágenes retocadas inclusive poco reales, exponen un panorama distinto para la creación de patrimonio y su patrimonialización. El proceso de patrimonialización en las distintas facetas de la cotidianidad es graficado en la Figura 6. Queda la duda ¿Si es posible un proceso de patrimonialización virtualizado en el cual se pueda confiar la enculturación?

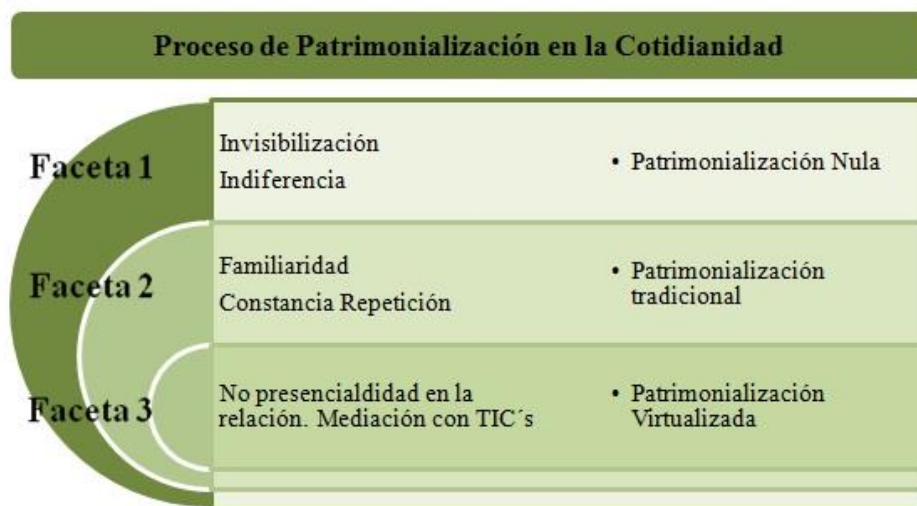


Figura 6. Proceso de Patrimonialización en las facetas de la cotidianidad
Fuente : Construcción propia.

Discusión de resultados:

Con el auge de la tecnología y la afluencia e invasión de la internet en la vida cotidiana de las personas, el proceso de socialización ha cambiado sustancialmente, ya que la interacción social se ha reducido a la virtualidad. La socialización tradicional se establece en el contacto directo de las personas con las personas y los objetos, esto permite la interacción, la comunicación, la afluencia de sensaciones, experiencias e interpretaciones divulgativas que llevan al relacionamiento y a la manifestación de significados y símbolos, acciones cotidianas que van reforzando y estableciendo consensos culturales. Pero la vida cotidiana moderna presenta otros tipos de socialización, ya no de contacto directo sino mediadas por las tecnologías de la información y la comunicación que han hecho que las interacciones sociales estén siendo desplazadas a una pantalla, a un dispositivo el cual muchas veces, contiene información procesada, modificada, subjetivada, evitando que los otros elaboren sus propias apreciaciones, experiencias e interpretaciones. (Cáceres, Brändle & Ruíz, 2017) La interacción social virtual o sociabilidad virtual propone un cambio en el proceso de patrimonialización al democratizarse la información, es decir, una patrimonialización que trasciende la afectividad y garantía de la memoria, en donde y usando las palabras de Menéndez se requeriría un proceso adicional de reinterpretación y resignificación (Menéndez, 2004:153. En Magaña, 2007:83), ya que si se compara con el proceso de patrimonialización tradicional, éste cumple una función de enculturación porque conserva y trasmite los valores profundos de la cultura, lo que permite que se conserven las tradiciones de transmisión oral de una manera directa, lo que el nuevo proceso de patrimonialización virtualizado puede ir omitiendo.

En este proceso de patrimonialización, el ámbito educativo tiene un compromiso ineludible de actualización y enculturación en el fortalecimiento de la identidad cultural, compromiso que debe ser mejor direccionado y/o formalizado, haciéndose evidente en los niveles de educación básica, secundaria y superior.

Conclusiones

En el ámbito educativo se encuentran las bases de los procesos culturales más básicos, en los que se generan los procesos de patrimonialización y creación del patrimonio. La acción educativa permite el establecimiento de vinculación afectiva y cognitiva con los objetos de donde surgen los sentimientos de pertenencia, reconocimiento, propiedad e identidad que dotan de sentido y significado el entorno y la realidad cotidiana de la sociedad. El ámbito educativo a partir de los paisajes cotidianos refuerza y se constituye en el puente más efectivo y persistente para la patrimonialización, debido a que se desarrolla en el marco de la cotidianidad, en donde el aprendizaje se hace continuo, repetitivo, insistente, actual y real.

El proceso de patrimonialización implica un aprendizaje, un recuerdo, propiedades simbólicas, experiencias y emociones que permiten una construcción relacional y afectiva en el cual se conectan el mundo interior, abstracto y subjetivo de cada persona con el mundo exterior, social y colectivo. Este proceso implica una acción, una decisión, una motivación, es decir un proyecto que se orienta hacia el futuro y con el cual se contribuye al desarrollo de los territorios, gracias a la apropiación, valoración y las referencias identitarias durables.

Coincidiendo con Sabaté (2004), la planeación territorial y urbana viene marcada con un nuevo paradigma, en donde lo más seguro es que para el siglo XXI, las propuestas de ordenación territorial de mayor interés estarán basadas en un nuevo binomio: naturaleza y cultura. Naturaleza y cultura como partes de un concepto único: el patrimonio (Sabaté, 2004: 29)

Por último, debido a que el proceso de patrimonialización se enlaza con el ámbito educativo, tiene que moldearse a la par en la que se modifican y/o modernizan los procesos educativos, esto implica tener en cuenta todos los cambios que impone a la educación el uso de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones TIC's.

Agradecimientos:

El investigador principal así como los coautores del proyecto de investigación "Del paisaje cultural a la patrimonialización del paisaje cotidiano", agradecen de manera especial la contribución económica de la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia, quien cubrió todos los gastos de la investigación, de igual manera agradece el apoyo brindado por las directivas de la Facultad de Arquitectura e Ingeniería y la dirección de Investigaciones de la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia. Esto dio la oportunidad de indagar en temas de importancia institucional, regional, nacional y mundial e incursionar en un ejercicio investigativo de corte científico que contribuirá al quehacer docente y a la generación de nuevos conocimientos. Esta ha sido una oportunidad grandiosa para los estudiantes de Arquitectura y la Tecnología en Delineante de Arquitectura e Ingeniería, quienes actuaron como pasantes en calidad de estudiantes auxiliares de investigación y hoy son coautores de esta producción.

Referencias:

- Bégout, B. (2009). La potencia discreta de lo cotidiano. *Persona y Sociedad*. XXIII(1), 9-20. Universidad Alberto Hurtado. Chile.
- Bustos C, R. (2004). Patrimonialización de valores territoriales. Turismo, sistemas productivos y desarrollo local. *Aportes y transferencias*, 8(002),11-24. Universidad Nacional de Mar del Plata. Mar del Plata, Argentina.

- Cáceres Z., M. C., Brändle S., G. & Ruíz., J. A. (2017). Sociabilidad virtual: la interacción social en el ecosistema digital. *Historia y comunicación social*. 22(1), 233-247. Universidad Complutense de Madrid
- Cano S., N. (2015). Corporalidad y memoria en el paisaje cotidiano. *Revista Alteridades*. 25(49), 39-52. México.
- Craig I., C., Varela, L. & Pintos, P. (2016). Paisajes de la vida cotidiana, sentidos y prácticas en pugna en la consideración del paisaje en el Delta del Río Santiago. Tesis de maestría "Paisaje, Medioambiente y Ciudad". *SEDICI*. Universidad Nacional de La Plata. Buenos Aires, Argentina.
- Dormaels, M. (2011). Patrimonio, patrimonialización e identidad. hacia una hermenéutica del patrimonio. *Revista Herencia*. 24(1y2), 7-14. Université du Québec à Montreal, Canadá.
- Fusco, M. (2012). *La noción de patrimonio: evolución de un concepto. Desde la antigüedad hasta nuestros días*. Buenos Aires: Nobuko. 412 p
- Gómez R., C. (2011). Proceso de patrimonialización en el arte contemporáneo. *EARI* 2, 108-112. España.
- _____ (2014). El origen de los procesos de patrimonialización: la efectividad como punto de partida. *Educación Artística: Revista de Investigación EARI* 5, 66-80. España.
- Magaña O., J., Rojas T., B. (2008). El paisaje cultural como elemento de patrimonialización: el caso de Vega de Pas, Cantabria, España. *Revista LaminaR*. Estudios sociales y humanistas, año 6, VI(6), 83-97. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- Muñoz E., E. M., Rodríguez D., M. A. (2015). Enseñar y aprender a pensar los paisajes urbanos. La perspectiva urbana en las ciudades. En De la Riva, J., Ibarra, P., Montorio, R., Rodríguez, M. (2015). *Análisis espacial y representación geográfica: innovación y aplicación*. 1153-1161. Universidad de Zaragoza- AGE.
- Ojeda, J. (2013). Lectura transdisciplinar de paisajes cotidianos, hacia una valoración patrimonial. Método de aproximación. *Revista INVI*, 28(78), 27-75. Santiago de Chile.
- Santos H., J. (2014). Cotidianidad, trazos para una conceptualización filosófica. *Alpha*. (38), 173-196. Santiago de Chile. Proyecto Fondecyt N° 1110469.
- Sabaté B., J. (2004). Paisajes culturales. El patrimonio como recurso básico para un nuevo modelo de desarrollo. *Urban* (9), 8-29.
- Uribe F., M. L. (2014). La vida cotidiana como espacio de construcción social. *Procesos Históricos*, 25, 100-113. Universidad de los Andes. Mérida, Venezuela.
- UNESCO. (2005). *Directrices Prácticas para la aplicación de la Convención del Patrimonio Mundial*. Francia. <https://whc.unesco.org/archive/opguide05-es.pdf> (autenticidad 56)

Foro 5. Tecnología e Innovación

AUTORES	PONENCIA - INSTITUCIÓN
<p>Rómulo Andrés Gallego Torres Rómulo Gallego Badillo</p>	<p>De los saberes tecnológicos Universidad Manuela Beltrán Bogotá D.C. / Chía, Cundinamarca, Colombia</p>
<p>Andrea Catherine Alarcón Aldana Mauro Callejas Cuervo Beatriz Callejas Cuervo</p>	<p>Marco de trabajo para el desarrollo de videojuegos serios en contextos académicos Universidad Pedagógica Y Tecnológica De Colombia Tunja, Boyacá, Colombia</p>
<p>Angélica Bravo Bohórquez Harvey Hernández Yomayusa Alejandro Hernández Hernández Luz Jaddy Castañeda Rodríguez</p>	<p>Artículo de revisión sobre Flipped Classroom Universidad De Cundinamarca Facatativá, Colombia</p>

Marco de trabajo para el desarrollo de videojuegos serios en contextos académicos.

Andrea Catherine Alarcón-Aldana, Beatriz Callejas-Cuervo, Mauro Callejas-Cuervo
Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia
Colombia

Andrea Catherine Alarcón Aldana: Ingeniera de Sistemas y Computación, Especialista en Ingeniería de Software, Magister en Software Libre, Estudiante de Doctorado en Ingeniería de Sistemas y Computación de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Profesora asistente y miembro del Grupo de Investigación en Software de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

Correspondencia: andrea.alarconaldana@uptc.edu.co

Beatriz Callejas Cuervo: Administradora de Empresas, Especialista en Contratación Estatal, Magister en Administración de Empresas. Consultora empresarial y Asesora en Gestión Pública Municipal. Profesora e integrante del Grupo de Investigación en Software de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia.

Correspondencia: beatriz.callejas@uptc.edu.co

Mauro Callejas Cuervo: Ingeniero en Sistemas, Magister en Ciencias de la Computación, Doctor en Energía y Control de Procesos y Doctor en Ciencia Aplicada. Profesor asociado en la Facultad de Ingeniería y director del Grupo de Investigación en Software de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia - UPTC.

Correspondencia: mauro.callejas@uptc.edu.co

Resumen

El software está presente en todos los campos de conocimiento, reafirmando la importancia de aplicar Ingeniería de software para minimizar inconvenientes tanto en el proceso de desarrollo como en los productos (y servicios) obtenidos. Los videojuegos surgen no sólo como software para el entretenimiento, también con propósitos serios en diferentes contextos, pero en el proceso de administración y desarrollo de videojuegos existen problemas asociados al desconocimiento de las responsabilidades del equipo de trabajo, incomprensión de los requisitos, desfase en la estimación de tiempos y costos, entre otros. Razón por la cual es importante utilizar estrategias para administrar el proyecto, las cuales se adapten a las características propias del desarrollo de videojuegos, teniendo en cuenta combinación de diseño, arte, inteligencia artificial, y otros factores. En este trabajo se describen algunas metodologías utilizadas en el desarrollo de videojuegos, base para identificar las principales actividades, roles y artefactos usados en el proceso. A partir de los resultados anteriores se propone un marco de trabajo eficiente para el desarrollo de videojuegos en contextos académicos. Finalmente se aplicó dicha propuesta en un caso de estudio, proceso que permitió validar la utilidad del marco de trabajo y la aplicabilidad de los videojuegos serios.

Palabras Claves: Calidad de Software, Contextos académicos, Desarrollo de Software, Marco de trabajo, Videojuegos serios.

Framework for serious videogames development in academic contexts

Abstract

The software is present in all fields of knowledge, reaffirming the importance of applying software engineering to minimize inconveniences both in the development process and in the products (and services) obtained. Videogames appear not only as software for entertainment, also with serious purposes in different contexts, but in the process of video game administration and development, there are problems associated with lack of knowledge about the responsibilities of the work team, requirement's incomprehension, lag in the estimation of times and costs, among others. Which is why it is important to use strategies to manage the project, which are adapted to the characteristics of video games development, taking into account combination of design, art, artificial intelligence, and other factors. This paper presents the identification of some methodologies used in video games development, based on which determines the main activities, roles and artifacts in the process, which allows structuring a videogame development methodology and takes place its corresponding validation, process in which the usefulness of the methodology and the applicability of serious video games is verified.

Keywords: *Software Quality, Academic contexts, Software Development, Framework, Serious videogames.*

Foro 6. Experiencias con las TIC en la Formación.

AUTORES	PONENCIA - INSTITUCIÓN
Gabriel Cabezas Rivera Felipe Benavente Ulloa	Efectividad del uso de una aplicación de M-learning sobre la adquisición de vocabulario específico Universidad Del Biobio Concepción, Chile
Julio Albeiro Londoño Patiño Durley Cecilia López Álzate	La formación basada en experiencias como reto de competitividad para las nuevas tecnologías de la comunicación Centro de La Innovacion, La Agroindustria y La Aviacion – CIAA Colombia
Cindy Natalia Peñaranda Palacios	Análisis del modelo metodológico SOLE de inmersión escalable como herramienta para la educación disruptiva en Colombia Universidad EAN Bogotá D.C, Colombia
Ricardo Otero Caicedo	Enfoque de competencias prácticas para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura diseño de experimentos estadísticos Pontificia Universidad Javeriana Bogotá D.C., Colombia

Efectividad del uso de una aplicación M-learning sobre la adquisición de vocabulario específico

Gabriel Cabezas Rivera, Felipe Benavente Ulloa
Universidad del Bío-Bío
Chile

Gabriel Alejandro Cabezas Rivera: Magíster en Enseñanza del Idioma Inglés como Lengua Extranjera (Universidad de Jaen, España). Profesor de Inglés en la Universidad del Bío-Bío, Chile.
Correspondencia: gcabezas@ubiobio.cl

Felipe Ignacio Benavente Ulloa: Magíster en Informática Educativa y gestión del Conocimiento (Universidad Católica de la Santísima Concepción, Chile). Profesor de Inglés, Universidad del Bío-Bío, Chile.
Correspondencia: fibenavente@gmail.com

Resumen

Esta experiencia académica consistió en el diseño, desarrollo e implementación de una aplicación multimedia móvil que combina el uso de anotaciones visuales, texto y audio para describir el impacto que ésta tiene sobre la adquisición de vocabulario específico en inglés en estudiantes de formación universitaria.

El diseño de la investigación correspondió a un estudio correlacional descriptivo, formado por un grupo experimental y un grupo control que trabajó con recursos tradicionales. Se aplicó un test de vocabulario a fin de establecer el efecto de la variable independiente. El vocabulario y tipo de evaluación de este test fue de acuerdo un formato de pruebas de certificación de idiomas internacional, en este caso de inglés. Complementariamente, se implementó una encuesta para recopilar datos de usabilidad, y metodología para mejorar la aplicación móvil.

Palabras Claves: *m-learning, adquisición de vocabulario, adquisición de una lengua, aplicación multimedia, comprensión de lectura*

Effectiveness of the Usage of an M-Learning Application on Specific Vocabulary Acquisition

Abstract

This academic experience consists of the design, development and implementation of a mobile multimedia application which combines the usage of visual notations, texts and audio in order to describe the impact that it presents on the specific vocabulary acquisition in English of higher education students.

The research design corresponds to a correlational descriptive study, consisting of an experimental group and a control group which worked with traditional resources. A vocabulary test in order to

establish the effect of the independent variable was applied. Vocabulary and test type was made according to international language certification tests, in this case, English. Additionally, a survey to collect data of usage and methodology was implemented, in order to improve the mobile application.

Keywords: *m-learning, vocabulary acquisition, language acquisition, multimedia application, reading comprehension*

Análisis del modelo metodológico SOLE de inmersión escalable como herramienta para la educación disruptiva en Colombia

Cindy Natalia Peñaranda Palacios.

Universidad EAN

Colombia

Sobre los autores

Cindy Natalia Peñaranda Palacios: Bogotana. Estudiante de Ingeniería de Sistemas de quinto semestre en la Universidad EAN, graduación proyectada para el año 2020. Espero realizar una maestría en ciencias de computación o en el desarrollo en sistemas de información, donde se aplique la ingeniería para el aporte, avance y bienestar en las sociedades. Tengo aptitudes en lógica algorítmica, arquitectura de sistemas, programación en Python, Kotlin y especial interés en la investigación científica. He participado en eventos de ingeniería y tecnología tales como: EIEI, FCEI 2017-2018, Microsoft Cloud First Camp, GSF 2018, XV congreso CIEBC 2019, Colciencias. Mis áreas de interés son: IA, Machine learning, Deep learning, Desarrollo de Sistemas de Información, Realidad AR, VR, MR.

Correspondencia: cpenara79809@universidadean.edu.co

Resumen

La transformación de la escuela debe proceder en términos del mejoramiento de la educación y la reinención de los procesos pedagógicos. En consecuencia, se precisan metodologías innovadoras que resulten un catalizador motivador para el estudiante, en donde se constituya un modelo que atienda de manera personalizada las necesidades particulares de cada individuo. Debido a esto, en anteriores investigaciones se analizó la metodología SOLE como herramienta de educación disruptiva y como resultado, se elaboró un modelo metodológico de inmersión escalable en el sistema educativo de Colombia con elementos complementarios, con la finalidad de generar un cambio en el paradigma educativo. Por consiguiente, este estudio se realizó para ampliar la perspectiva del proceso de implementación para la ejecución de futuros SOLE's y asimismo, introducir las herramientas tecnológicas emergentes que podrían resultar útiles. De igual manera, se profundizó en el análisis del listado sistemático de las posibles soluciones ante las deficiencias identificadas, para hacer más efectivo la pedagogía activa mediante la elaboración de preguntas, trabajo colaborativo, aprendizaje experimental y auto-organización, adecuando los contenidos y métodos de enseñanza desde las expectativas individuales y sociales, sin perturbar la premisa fundamental de la metodología: el aprendizaje autónomo y didáctico haciendo uso de las TIC.

Palabras Claves: Aprendizaje, Educación, Modelo, SOLE, TIC.

Analysis of the scalable immersion methodological model as a tool for disruptive education in Colombia

Abstract

The transformation of the school must proceed in terms of the improvement of education and the reinvention of pedagogical processes. Consequently, innovative methodologies are needed that are a motivating catalyst for the student, where a model that meets the individual needs of each individual is formed. Due to this, in previous research the SOLE methodology was analyzed as a disruptive education tool and as a result, a methodological model of scalable immersion in the Colombian educational system with complementary elements was elaborated, in order to generate a change in the educational paradigm. Therefore, this study was carried out to broaden the perspective of the implementation process for the execution of future SOLEs and also to introduce the emerging technological tools that could be useful. Likewise, the analysis of the systematic list of possible solutions to identified deficiencies was deepened, to make active pedagogy more effective through the elaboration of questions, collaborative work, experiential learning and self-organization, adapting the contents and methods of teaching from individual and social expectations, without disturbing the fundamental premise of the methodology: autonomous and didactic learning using ICT.

Keywords: *Learning, Education, Model, SOLE, ICT.*

Introducción

En el transcurso de los años, se han planteado múltiples interrogantes en torno al tema educativo, preguntas como ¿Porqué los alumnos no estudian? ponen en duda la eficacia del sistema educativo vigente. Se ha justificado desde diferentes perspectivas, desde el análisis contextual docente, los estudiantes crecen en familias disfuncionales y no cuentan con parámetros disciplinarios firmes. La justificación por parte de los estudiantes, desde la vivencia personal, es que no encuentran un sentido para estudiar cuando perciben las limitadas posibilidades para la adquisición de nuevos conocimientos, partiendo de un sistema mecánico y que no se adaptan a sus necesidades personales.

Igualmente, se han identificado múltiples problemas en los diferentes niveles de educación. En educación preescolar se tiene que no se desarrolla la creatividad y la formación de aptitudes básicas en el futuro ciudadano, debido a que no existe un énfasis en la difusión y aplicación de innovaciones educativas. En cuanto a educación básica y media, no se desarrollan nuevos modelos de gestión que impliquen una mayor autonomía escolar para el estudiante. Por último, en los estudios superiores, no se enfocan en una educación que trascienda el ámbito de ella misma y sea pertinente para otras instancias y agentes de la sociedad en general. Como punto en común, se parte de que no se

desarrolla nuevo material educativo ni se reinventan los procesos pedagógicos orientados a potenciar la creatividad y motivación en los estudiantes.

A partir de lo anterior, se da noción de la situación actual del sistema educativo: Está obsoleto y existen diferentes desafíos en materia de educación, en el que se hace necesario proponer estrategias para que los estudiantes se vean interesados en la apropiación de contenidos y el desarrollo del autoaprendizaje. El uso de internet, IoT y TIC son fundamentales para hacer accesible una infinita cantidad de recursos e información favorable para los estudiantes y su proceso de enseñanza. Por consiguiente, se plantea la pregunta, ¿Pueden surgir espacios aparentemente caóticos, respuestas inesperadas, generando así un aprendizaje efectivo? Por este motivo, Sugata Mitra sugirió por primera vez la idea de la Escuela en la Nube, planteado como la generación de espacios donde los niños pudiesen reforzar sus procesos de aprendizaje de manera colectiva, un sistema donde existen diferentes partes interconectadas y producen orden en una situación aparentemente caótica. Desde los diferentes departamentos del país, como La Guajira, Atlántico, Bolívar, Chocó, Huila, Caldas, Cundinamarca, Antioquia, Boyacá, Santander, Tolima se han generado espacios organizados de auto-aprendizaje donde profesores de colegio, administradores de Kioscos y Puntos Vive Digital, líderes comunitarios, y por supuesto, estudiantes han compartido esta experiencia e intercambiando ideas, observaciones y conclusiones acerca de sus propias Grandes Preguntas.

Teniendo en cuenta lo expuesto anteriormente, en la primera investigación titulada, Metodología SOLE: Un mecanismo mediador para el latente sistema educativo Colombiano, se evidencia la articulación de la información recolectada en el periodo 2018-II, en donde se esperaban identificar los alcances y retos de la nueva educación, así como formular diferentes soluciones a las falencias identificadas en la metodología SOLE y como resultado, definir un modelo metodológico de SOLE con elementos complementarios, que sirvan como propuesta para una futura implementación en el sistema educativo Colombiano.

Los documentos consultados indican los diferentes beneficios, instrucciones y factores relevantes, en donde paulatinamente se identifican los canales necesarios para ampliar la cobertura en el país, y por supuesto, la implementación de SOLE en la escuela tradicional. Adicionalmente, el presente estudio busca identificar nuevas tecnologías innovadoras emergentes como lo son la robótica, programación, variación en los escenarios de la realidad entre ellos la realidad virtual, aumentada y mixta, que puedan ser implementadas como mecanismos para una educación universal, pedagógica y práctica en el sistema educativo colombiano. De igual manera, se estudiaron métodos educativos como el aprendizaje adaptativo, microaprendizaje, flipped classroom, visual thinking y aprendizaje basado en juegos, con la finalidad de reforzar a partir de estas técnicas -que cuentan con una cantidad extensa de recursos- la metodología de SOLE.

Metodología

Retomando lo mencionado anteriormente, la educación amerita constantes evoluciones en materia de métodos pedagógicos que le den mas protagonismo al estudiante. Por esto, es necesario evolucionar con el nuevo escenario educativo, que tiene una fuerte influencia tecnológica y hace necesaria una transformación a nivel digital, personal y social, lo cual implica integración de los procesos de aprendizaje y evolución de las sociedades en cuanto al concepto de educación. El Servicio de Formación en Red. INTEF (2014) proporciona lo siguiente “En los deberes

tradicionales, el niño asimila contenidos vistos previamente de forma teórica en el aula, sin ayuda, quedando por tanto desatendido cuando se bloquea o equivoca.” En la Figura 1 se observa el contraste del modelo enfocado en el docente con el modelo centrado en el estudiante, al que se desea llegar.

Modelo Centrado en el Profesor	Modelo Centrado en el estudiante
El conocimiento se transmite del docente a los estudiantes.	Los estudiantes construyen el conocimiento mediante la búsqueda y síntesis de la información e integrándola con competencias de comunicación, indagación, pensamiento crítico, la resolución de problemas, etc.
Los estudiantes reciben la información de modo pasivo	Los estudiantes están implicados activamente en el aprendizaje
El énfasis se pone en la adquisición de conocimiento fuera del contexto en el que éste va a ser utilizado	El énfasis se pone en cómo utilizar y comunicar el conocimiento de modo efectivo dentro de un contexto real
El rol del profesor consiste esencialmente en ser un proveedor de información y un evaluador	El rol del profesor es asesorar y facilitar El profesor y los estudiantes evalúan conjuntamente
Enseñanza y evaluación se separan	Enseñanza y evaluación están entrelazadas
La evaluación se utiliza para monitorizar el aprendizaje	La evaluación se utiliza para promover y diagnosticar el aprendizaje
El énfasis se pone en las respuestas correctas	El énfasis se pone en generar mejores preguntas y aprender de los errores
El aprendizaje “deseado” es evaluado indirectamente mediante la utilización de pruebas estandarizadas.	El aprendizaje “deseado” es evaluado directamente mediante la utilización de trabajos, proyectos, prácticas, portfolios etc.
El enfoque se centra en una sola disciplina	El enfoque suele ser interdisciplinar
La cultura es competitiva e individualista	La cultura es es cooperativa o colaborativa y de ayuda
Solo los estudiantes se contemplan como aprendices	El docente y los estudiantes aprenden conjuntamente

Figura 1. Cuadro comparativo del modelo centrado en el profesor y el modelo centrado en el estudiante. Tomado de <https://www.theflippedclassroom.es/el-paradigma-del-modelo-centrado-en-el-profesor-vs-modelo-centrado-en-el-alumno/>.

Ahora bien, los cambios en el entorno laboral son evidentes, por tanto, conceptos como la 4ta revolución industrial son familiarizados con simplicidad. Se estima que la evolución tecnológica destruirá alrededor de 7 millones de puestos de trabajo relaciones a tareas repetitivas y predecibles, para así por medio de procesos de automatización se puedan realizar dichas actividades. En consecuencia, las tecnologías y modelos educativos emergentes deben servir como facilitadores para la transformación social a partir de la educación. Por esta razón, es necesario evitar que el proceso enseñanza-aprendizaje se torne algo tedioso y es fundamental que la meta sea la enseñanza, creando atmósferas de conocimiento y aprendizaje continuo. Asimismo, es relevante la creación y

replicación de modelos pedagógicos que sirvan de instrumento para atender y brindar ayuda a los estudiantes en sus problemas individuales, a través del trabajo colaborativo y del desarrollo de habilidades de inteligencia social y emocional.

A continuación, se evidencia el modelo metodológico, generado con algunas variantes que pretenden servir de complemento para la generación de nuevas realidades en materia de educación. Del mismo modo, en esta sección se analizarán las tecnologías innovadoras y métodos educativos emergentes que puedan resultar útiles en el sistema educativo colombiano.

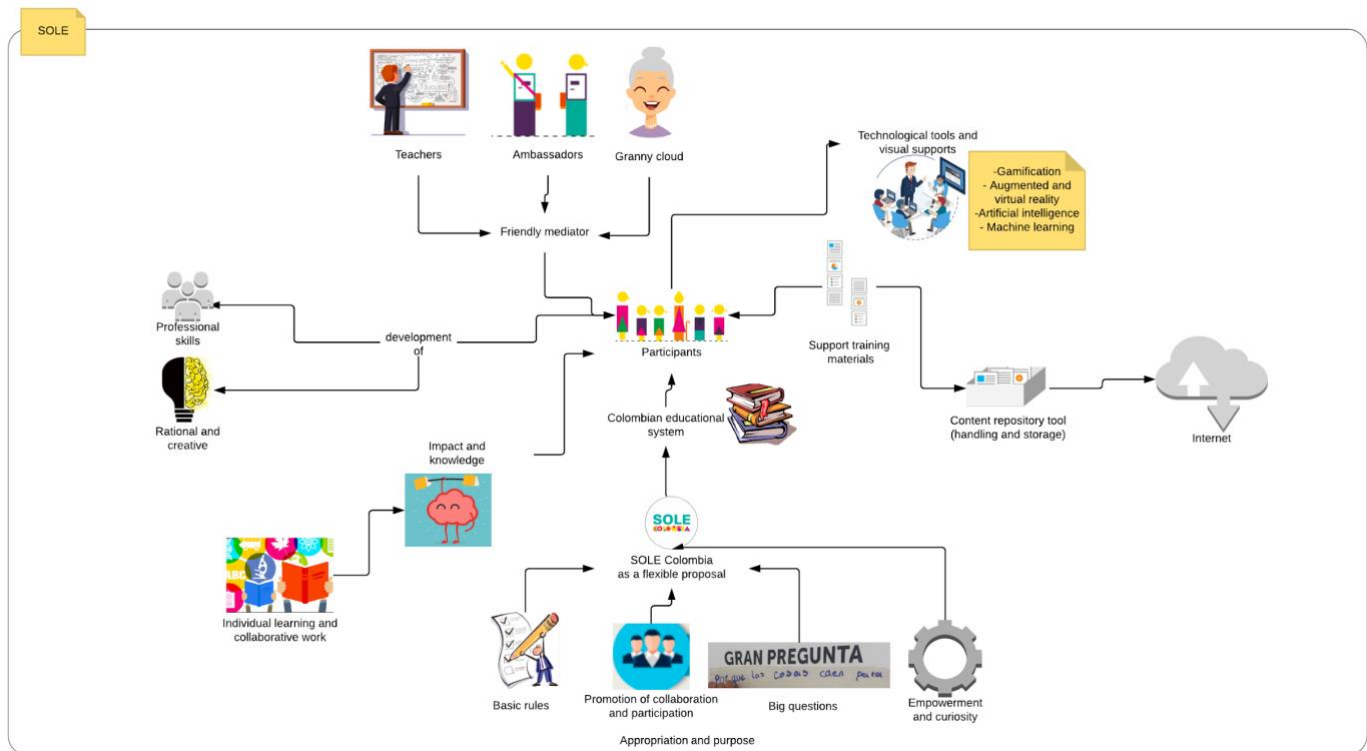


Figura 2. Propuesta de un modelo metodológico de inmersión escalable en el sistema educativo de Colombia con elementos complementarios para un cambio del paradigma educativo. Elaboración propia.

Como se puede ver en la Figura 1, el modelo involucra la incorporación de nuevos elementos como:

1. Herramientas tecnológicas y soportes visuales. El proceso de aprendizaje necesita de motivación y atención por parte de la persona, es por esto que por medio de estas estrategias se incrementan las posibilidades de generar interés en dicho proceso. Herramientas emergentes como Realidad Virtual, Aumentada y Mixta, Robótica, Programación, Inteligencia Artificial. A continuación, se profundiza acerca de cuál es el aporte al modelo de cada una de las tecnologías anteriormente enunciadas.
 - 1.1. Realidad Virtual, Aumentada y Mixta. Donde se involucren juegos y sistemas de ambientes para aprender de una materia específica. La inmersión en un ambiente simulado está directamente realizada con el aprendizaje cognitivo. COMPLETAR

- 1.2. Robótica y programación. Que se perfilan como elementos claves, debido a la motivación de pensamientos racionales, trabajo en equipo e interacción. Con estas tecnologías, se abre la posibilidad de entender ideas abstractas y se contribuye a desarrollar una fluidez tecnológica adaptable a cualquier rango de edad.
- 1.3. Inteligencia artificial. No solo es un componente que se deba aplicar a contenidos fuertes y proyectos industriales o a gran escala, a partir de la inteligencia artificial se puede crear un aprendizaje personalizado, la asistencia de una máquina contribuye a encontrar el contenido clave en una materia específica, también ayuda a una educación inclusiva, en donde las personas con necesidades especiales puedan desarrollar nuevas habilidades. Asimismo, se genera un cambio del panorama del proceso enseñanza-aprendizaje en plataformas virtuales.
2. Aprendizaje individual y trabajo colaborativo. El progreso del estudiante no debe estar limitado por las percepciones del docente o los niveles planteados por el sistema, el estudiante puede aprender socialmente antes de interiorizar su conocimiento. Adicionalmente, teniendo presentes las habilidades requeridas por el estudiante, como: comunicación, colaboración, pensamiento crítico y resolución de problemas, creatividad e imaginación, entre otros, es importante prosperar en la generación de estas habilidades desde el modelo metodológico.
3. Material de entrenamiento de apoyo. Es esencial para respaldar el proceso de capacitación llevado en el aula, además de construir una fuente primaria del conocimiento en el aprendizaje y desglose de aptitudes necesarias en un mercado laboral competitivo y en constante evolución.
4. Grandes Preguntas. Es uno de los pilares de SOLE, es importante reforzar el arte de hacer preguntas, fallar, pedir ayuda y seguirlo intentando. Es importante simular experiencias que permitan a las personas practicar e identificar lo que están haciendo mal, para corregirlo. Se convierte a la vez en un mecanismo potente para desplegar habilidades para la vida, que servirán para la resolución de los problemas propios, siendo también de ayuda para la comunidad entera.
5. Corrientes y métodos educativos. A Pesar de que no se muestran explícitamente en el modelo, es importante tener en cuenta algunos métodos y corrientes educativas que sirvan para complementar el modelo vigente. Por ejemplo: la pedagogía activa, el aprendizaje basado en problemas, basado en proyectos de investigación, aprendizaje experimental, aprendizaje adaptativo, microaprendizaje, visual thinking, flipped classroom y el uso de técnicas de aprendizaje basadas en juegos, que posibilitan la traslación de la mecánica de los juegos al ámbito educativo. Como corriente pedagógica, el constructivismo propone la construcción del conocimiento a partir del razonamiento y la experiencia propia. Los seres humanos conectan mejor las historias reales, es por esto que las clases magistrales no

funcionan. A continuación, se extiende la justificación de algunas técnicas mencionadas con anterioridad.

- 5.1. La pedagogía activa, se define como el uso de pedagogías que fomentan el aprendizaje a través del juego, en donde el estudiante tiene experiencias vivenciales, fomentando la autodisciplina, el criterio y la automotivación, al mismo tiempo que favorece la búsqueda de las respuestas. La pedagogía activa surge de un amplia gama de escuelas y propuestas metodológicas, entre ellas: la pedagogía pragmática, pedagogía de la escuela del trabajo, pedagogía de “métodos activos” y pedagogía de las “nuevas escuelas”. Además, propone que el aprendizaje debe generarse de manera dinámica y auto-organizada, donde el docente se desenvuelva como acompañante o facilitador del aprendizaje, dejando de lado la inercia tradicional y sustituyendo la narrativa propia por otra adaptada a las preguntas de los estudiantes.

- 5.2. Aprendizaje adaptativo. Se basa en el análisis de datos, permitiendo de esta manera modificar la propuesta educativa y adaptar los contenidos para el estudiantado. Pero, ¿Cómo funciona? Es un sistema inteligente que adapta el itinerario personalizado a las necesidades de cada estudiante, identificando sus habilidades y deficiencias. De esta manera, se crea una ruta específica, en donde el sistema “aprende más” y mejora sus características a medida que sea utilizado, esto se puede ligar directamente con el concepto de Machine Learning. A pesar de sus múltiples beneficios, se presentan una serie de desafíos que pueden surgir al implementar la metodología, como se muestra en la Figura 3.



Figura 3. Desafíos aprendizaje adaptativo. Tecnológico de Monterrey, 2014.

Además de los retos planteados, la transformación del paradigma a la que el docente se ve enfrentado puede dificultar su implementación, como lo plantea Green “Mayoritariamente el profesor a día de hoy está acostumbrado al método tradicional, introducirle en una nueva mecánica de enseñanza no suele encajar bien con ellos, deben evolucionar y no todos están dispuestos o preparados para ello (Green, 2013)”

- 5.3. Microaprendizaje. Módulos de aprendizaje en pequeñas cantidades de temáticas específicas, implementación basada en videos, mini juegos, test interactivos e infografías. Entre los elementos inmersos se encuentran el aprendizaje de un solo concepto, la relevancia contextual y la técnica mixta.
- 5.4. Visual thinking. En donde el aprendizaje se da a través de imágenes, posibilitando el acceso a la información, articulando con otras ideas y alcanzando la comprensión de pensamientos complejos de manera visual. Resulta especialmente útil en un panorama con sobreinformación (como en el que estamos sumidos actualmente) debido a que puede conducir a un bloqueo cognitivo. Por otro lado, entre las herramientas vinculadas se encuentran las palabras clave y las metáforas visuales.
- 5.5. Flipped classroom. Se le da el protagonismo al alumno, no existen las actividades (tareas después de clase). Es un modelo que propone el desarrollo del proceso de aprendizaje únicamente antes y durante la clase, tomando al docente como apoyo para consolidar el aprendizaje, y se da en el estudiante la exploración, articulación y

aplicación de sus ideas. En la siguiente figura se observa los elementos donde radica la diferencia entre el modelo de clase tradicional y lo que propone el modelo pedagógico de flipped classroom.

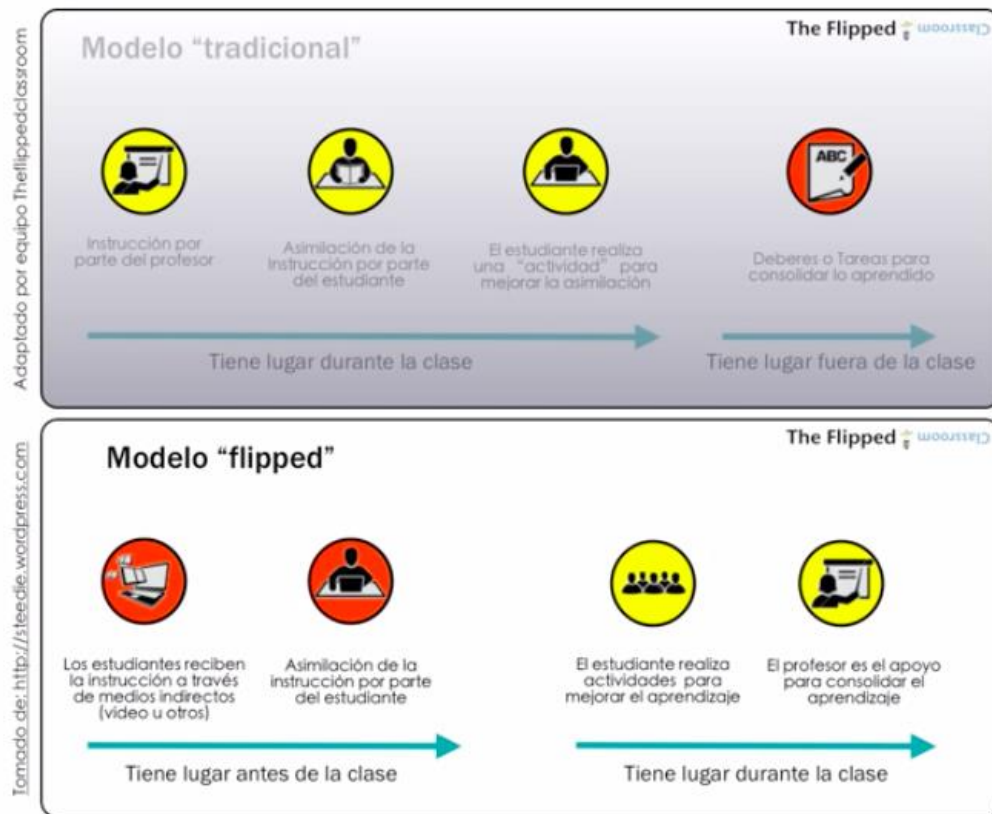


Figura 4. Comparación entre el modelo tradicional y "Flipped Classroom". Tomado de <https://steedie.wordpress.com>.

Este método es especialmente crucial debido a su éxito entre los estudiantes y aceptación por parte del personal docente, debido a, la combinación de instrucción directa con métodos como aprender haciendo, aprendizaje basado en problemas y retos, trabajo colaborativo y constructivismo. Además, como lo menciona el Servicio de Formación en Red. INTEF (2014) "Darle la vuelta a una clase es mucho más que la edición y distribución de contenidos digitales para que los alumnos los vean en casa." Para sintetizar, el incremento y compromiso de los estudiante hacia el contenido son indispensables, para mejorar su comprensión conceptual. En efecto, la correcta integración de este método apoya de manera directa todas las fases de un ciclo de aprendizaje (Taxonomía de Bloom).

- 5.6. Aprendizaje basado en juegos o gamificación. Los juegos liberan hormonas como la dopamina y la serotonina, mejorando la retención a largo plazo. El concepto de gamificación promueve el aprendizaje inmersivo y experimental, y como es sabido, una de las competencias más importantes del siglo XXI es la creatividad. La gamificación contribuye a fortalecer esta competencia innata en el ser humano, por

lo tanto, es preciso contribuir a que el estudiante estimule esta parte creativa que naturalmente posee, para así desplegar actitudes positivas como la pasión y el entusiasmo para la contribución con sus capacidades y su entorno, por medio del trabajo colaborativo. Adicionalmente, se debe tener en cuenta que el contenido de las actividades sea flexible y adaptable, y que exista una retroalimentación momento a momento, durante todo el proceso.

Explicados los elementos adicionados al modelo, se identifican dos vías principales en las que SOLE puede ocupar un papel trascendental:

1. Relación con los docentes y comunidad educativa: Es necesario involucrar de manera más activa a los encargados de la responsabilidad de educar, en función de los objetivos conjuntos de cada comunidad educativa y asignar una herramienta de evaluación para medir las competencias adquiridas y establecer una comparación del impacto respecto a la educación tradicional.
2. Relación teórico-práctica: Ejecutando las propuestas, experimentando y anotando los resultados en las diferentes circunstancias, así como realizar una exploración deductiva para percibir cómo a través de estos elementos se puede generar un cambio en la educación. En efecto, pueden integrarse técnicas de aprendizaje que soporten las necesidades anteriormente mencionadas, tal como aprendizaje basado en problemas, experimental y basado en proyectos de investigación.

No obstante, en una de sus conferencias, Sugata Mitra planteó cuatro pilares que deberían desarrollar las tecnologías educativas para conseguir una pedagogía digital, tolerante a fallos, mínimamente invasiva, conectada y auto-organizada:

1. La lejanía afecta la calidad de la educación.
2. Las tecnologías educativas deben ser introducidas primero en las áreas remotas o marginadas.
3. Los valores son adquiridos, la doctrina y el dogma son impuestos.
4. El aprendizaje es un sistema auto-dirigido.

Por lo anterior, es necesario rediseñar el futuro del aprendizaje, sacando provecho del asombro y capacidad de los estudiantes para auto-instruirse en un entorno conectado, facilitando el trabajo colaborativo, eliminando la intervención de los adultos y dando paso a un cambio de paradigma respecto a la tecnología. A partir de esto, se identificó una serie de problemáticas que pueden limitar la trascendencia del proyecto. A continuación se procede a presentar un listado sistemático de las propuestas que pueden ser ejecutadas para resolver las dificultades identificadas:

Problema identificado	Propuesta
<p>Existen limitaciones para la conexión a internet en diversas zonas rurales, situando en desventaja a sus habitantes en apropiación y manejo de las TIC.</p>	<p>Es evidente que Colombia debe realizar una inversión social enfocada en ampliar el acceso a internet y TIC's, fomentando su oportuno uso en el sector rural. Es una buena estrategia contemplar el uso de nuevos avances, como lo es la tecnología LIFI en las zonas rurales remotas, en donde no existe una buena cobertura de conexión a internet. La transmisión de información por el espectro de luz visible puede ser una alternativa útil y más económica que el WIFI.</p>
<p>Se refuerzan sobre todo competencias grupales pero no se identifica demasiado desarrollo en habilidades individuales enfocadas.</p>	<p>Se pueden añadir varios soportes a la metodología como por ejemplo, herramientas y soportes visuales, que intensifiquen las habilidades personales. Adicionalmente, se puede proporcionar a los participantes materiales de entrenamiento, almacenados en una herramienta de repositorio de contenido, facilitando un recurso que consolide numerosas competencias.</p>
<p>El grupo de participantes delimitado por edades entre los 8 a 12 años tienden a ser dispersos, evitando la resolución de la pregunta planteada.</p>	<p>No solo basta con ser un mediador y motivar a los participantes a contestar la Gran Pregunta planteada, debe existir un catalizador para mantener el interés y la concentración. Aplicando la "ludificación o gamificación", en donde mediante del uso de técnicas y dinámicas vinculadas con actividades de ocio, se unifique al proceso de aprendizaje, potenciando la motivación en los participantes, especialmente en edades tempranas.</p>
<p>Las ideas y soluciones planteadas no quedan consignadas en un medio oficial, por lo que se corre el riesgo de que las mismas se pierdan y el conocimiento no sea difundido a otras personas.</p>	<p>Como solución se podría elaborar un libro digital en que queden consignados todos los hallazgos encontrados a las Grandes Preguntas, con el fin de que se difundan las respuestas encontradas y se ofrezca la posibilidad de ampliar las</p>

	<p>mismas. Además puede servir de incentivo para que los participantes encuentren fascinación en la investigación y en la publicación de su propio material.</p>
<p>Ausencia de técnicas que registren el progreso de los participantes.</p>	<p>Se plantea una metodología de evaluación amigable con el participante, por medio de un aplicativo, como instrumento dinámico que pueda simular un juego basado en el formato de preguntas y respuestas (siguiendo la línea de plataformas como Kahoot o el famoso concurso ¿Quién quiere ser millonario?), en donde se estimule el entusiasmo, competitividad y agilidad paralelamente que se comprueba el aprendizaje adquirido por medio de SOLE. Al mismo tiempo, podrá ser útil al ser un refuerzo de lo aprendido, ya que este tipo de dinámicas hacen que el individuo quiera obtener cada vez un mayor puntaje. Se utilizan las TIC como método de evaluación didáctico y amigable.</p>
<p>No se tienen estudios científicos concretos que comprueben que la metodología es efectiva.</p>	<p>Se debe comprobar iniciando una línea de investigación, mediante técnicas cualitativas y cuantitativas. Por ejemplo, se podrían realizar estudios correlacionales que muestren las ventajas de SOLE con respecto a otras metodologías; técnicas micro-genéticas en donde quede registrada la respuesta de las personas al hacer uso de la metodología propuesta; estudios experimentales para comprobar la hipótesis, cambios y estrategias; trabajo con grupos específicos para la realización de estudios descriptivos.</p>

Tabla 1. Tabla de confrontación del problema identificado junto a la propuesta sugerida. Elaboración propia.

Resultados

Teniendo en cuenta la información brindada en la metodología, se presentó un modelo fácilmente replicable en cualquier tipo de público en el sector educativo. Este modelo genera actividades que tienen como propósito alcanzar objetivos específicos, aumentar la motivación e interés en los estudiantes al transformar las actitudes y comportamientos del mismo al momento de aprender. Es importante incentivar al estudiante para trabajar en un ambiente competitivo en el que se pueda desempeñar apropiadamente a nivel individual y grupal, debido al cambio de paradigma de enseñanza en las nuevas generaciones, en donde se obtiene un aprendizaje mucho más directo y accesible.

De igual manera, los estudiantes no son recipientes pasivos de conocimiento, sino que con todas estas herramientas tecnológicas y pedagógicas se convierten en los protagonistas de su proceso de enseñanza, siendo aprendices activos. Adicionalmente, todos estos mecanismos, conceptos y procesos llevan a una puesta en común que modela la importancia de la interacción social, así como el desarrollo de ideas novedosas, favoreciendo las innovaciones e impactos en el aula y no sólo planteando “experimentos novedosos”.

Igualmente, se dirige específicamente a los estudiantes debido a que es una pedagogía que fomenta el trabajo colaborativo, invitando a la interiorización de conocimientos como resultado posterior de la socialización de pensamientos, desarrollando la memoria y habilidades sociales, soportado en la curiosidad, la experiencia creativa y la transformación, siendo el educador un soporte del proceso de aprendizaje más no un proveedor de respuestas, como se plantea en la mayoría de modelos tradicionales.

Por lo tanto, el uso de todas estas herramientas en conjunto trae consigo múltiples beneficios para todos los individuos involucrados en el proceso de enseñanza, principalmente, en los docentes se plantea la afinidad con los intereses de cada estudiantes, motivación de la cultura impulsado por medio de la curiosidad, así como mayor conexión y comprensión de cómo funciona el autoaprendizaje en los alumnos. Por otra parte, los estudiantes se apropian por completo de la experiencia de aprendizaje, mejorando su comportamiento, actitud, lenguaje, creatividad y habilidades frente a la resolución de problemas, fortaleciendo las habilidades personales, y por supuesto un elemento muy destacable, la alfabetización informática generada.

Análisis de resultados

A continuación, se presenta un cuadro comparativo en el que se evidencian las nuevas necesidades educativas y los retos que estas suponen.

Necesidad de la nueva educación	Retos
Formar la competitividad y dar mejora a la calidad de vida de los ciudadanos.	Aprendizaje en las instituciones educativas.

Formar personas capaces de afrontar retos en una sociedad global.	Relaciones estratégicas entre los mundos escolar y laboral.
Promover el desarrollo de competencias simultáneamente a la formación de personas integrales y productivas.	Articulación educativa que expanda las alternativas de vinculación productiva y continuidad educativa.
Adecuar los contenidos y métodos de aprendizaje con expectativas individuales y sociales.	Producción continua de conocimiento y transformación de los problemas en soluciones aptas.

Tabla 2. Cuadro comparativo de necesidad y retos educativos. Elaboración propia.

Debido a esto, es necesario que el sistema educativo tenga innovaciones, donde los estudiantes aprendan a pensar y razonar, desarrollar habilidades socioemocionales, en donde se estimule el autoconocimiento y el trabajo en equipo. Por otra parte, es necesario dar autonomía curricular y en gestión, dando la posibilidad a cada comunidad educativa de proponer contenidos en función del contexto y necesidades de sus estudiantes, así como otorgar espacios de libertad para que se tomen decisiones y se administren los recursos.

De manera análoga, se identificó el gran impacto generado en los contextos urbanos, rurales y urbanos marginales, dado que se encontró la potenciación y apropiación en el manejo de las TIC, así como la generación de hipótesis interdisciplinarias y el aumento progresivo de aptitudes investigativas. En definitiva, existen diversas maneras de iniciar la implementación de SOLE en el sistema educativo Colombiano. La propuesta puede replicarse en la educación informal, no formal y formal. Se debe tener en cuenta que la educación informal y no formal tienen más flexibilidad de aplicación con respecto a la formal, ya que la regulación del Estado es muy limitada. Entre las principales se encuentran:

1. Probar el método como parte de un temática, posteriormente se podría extender su aplicación cuando el docente lo considere pertinente.
2. Al inicio de un tema para generar interés y permitir que los estudiantes formen una propia ruta hacia el tema.
3. Para la indagación de las preferencias del estudiante para el proceso de aprendizaje o su percepción del docente.
4. Permitir a los estudiantes aprender sobre cualquier temática. Se generan una gama de herramientas para el docente en el reconocimiento de los privilegios de información y habilidades que proporciona el usar esta metodología.
5. Incluir en una asignatura específica, como instrumento pedagógico recreacional.

Ciertamente, a pesar de se encuentran diferentes alternativas para hacer la implementación del método previamente mencionado, también se encontraron obstáculos que dificultan en gran medida la introducción al sistema educativo:

1. Recursos económicos: Es imprescindible si se quiere generar un alcance considerable en la difusión de la metodología a nivel nacional. Pero como también es conocido, conseguir recursos tanto humanos como económicos es una tarea compleja y tardía. El Gobierno podría

facilitar determinados recursos como impulso inicial, pero es difícil conseguir un soporte continuo para lograr todas las proyecciones planteadas.

2. Mutación de la metodología: Otro gran reto que impone esta iniciativa es la mutación y adaptación en todos los niveles educativos del sistema, ya que no es lo mismo hacer una implementación en colegios o universidades a realizarlo en la estrategia “con TIC descubro” con niños entre 6 y 14 años, en donde se proporciona un espacio libre y creativo a partir de la curiosidad innata de los niños como fuente primaria del conocimiento. Migrar esta herramienta a través de los grados puede resultar complicado, y especialmente en los colegios en donde el sistema es mucho más autoritario.
3. Rigidez del sistema educativo: El sistema educativo es muy tradicional en el aspecto limitante de no incluir en el modelo nuevas metodologías innovadoras, que sirvan como soporte en el currículo actual, imponiendo estándares nacionales y regionales a los que los estudiantes deben acoplarse con éxito. Es difícil que el Gobierno, el Ministerio de Educación y Secretarías de Educación a nivel Nacional accedan a modificar lo que habitualmente se ha manejado.

Teniendo en cuenta lo anterior, es necesario precisar que a pesar de que es difícil que el gobierno y sus diferentes departamentos accedan a realizar un cambio en el modelo educativo vigente, se hace necesario que el Ministerio de Educación Nacional, como una de sus funciones centrales, propicie la transformación de metodologías de enseñanza y fortalecimiento de la relevancia de los planes de estudio a través de:

- Identificación y difusión de modelos pedagógicos exitosos en otros países. Así como proponer un modelo propio siendo este adaptable, es decir, teniendo en cuenta las necesidades presentes en el país.
- Implantación de un nuevo enfoque de evaluación en el aula.
- Atención individual enfocada en niños que presenten un bajo rendimiento académico, teniendo en cuenta que se debe hacer una contextualización completa de las causas y hechos que lo generan, así como posibles soluciones y herramientas de apoyo que se le puedan brindar.

Finalmente, se identificó el gran potencial de la metodología para ser implementada en el sistema educativo Colombiano, que necesita ser renovado, siendo importante que los estudiantes consoliden activamente su propia comprensión de los nuevos conocimientos y conceptos a través de tecnologías TIC. Teniendo diversos beneficios, también se determinó la inminente dificultad de una implementación formal y masiva. Debido a esto, lo ideal es hacerlo de manera progresiva, teniendo en cuenta que puede resultar más sencillo introducir SOLE en la educación informal, no formal y formal (en el nivel de educación superior) ya que se refleja un mayor grado de autonomía en sus prácticas de aprendizaje.

Conclusiones

Para concluir se tiene que las herramientas tecnológicas desempeñan un papel importante dentro de la educación teniendo en cuenta las amplias posibilidades que ofrece en el espacio educativo. Además, se debe transitar hacia la aceptación de la influencia tecnológica en todas las áreas que competen al desarrollo del ser humano y por ende, es indispensable más allá de comprender, evolucionar con ella para así adaptarse al cambio, tomando medidas estratégicas y anticipándose a las innovaciones, específicamente las educativas. Por otra parte, conocer, explorar, extender y aplicar los métodos educativos propuestos en el transcurso de los años facilitarán el proceso de formación del estudiante, entregando herramientas que potenciarán sus habilidades en diferentes campos, otorgando un papel activo en donde el aprendizaje se centra en el estudiante sin mayor intervención del docente.

Sin embargo, es necesario tener en cuenta que a pesar de que la metodología inicial parta de SOLE, centrada en el auto-aprendizaje, es preciso incorporar otros elementos, herramientas tecnológicas y modelos pedagógicos, debido a que se encuentran fortalezas que en conjunto logran desarrollar en el individuo competencias que una metodología por sí sola no conseguiría. El elemento clave es la motivación, ya que si el estudiante encuentra diferentes estímulos y es regido por la curiosidad, es decir, si se apropia de la investigación, se abrirá un universo de posibilidades para seguir reforzando sus conocimientos.

Finalmente, los resultados planteados confirman el desarrollo a nivel cognitivo y emocional en los estudiantes, así como la mejora en los procesos de socialización que se realizan en el aula. Implementar estrategias didácticas provocan en los estudiantes una sensación de dedicación total, debido al concepto de inmersión dinámico que se crea hacia los contenidos, convirtiendo a la vez en una actividad inmersiva al aprendizaje y prolongando el estado de flujo, siendo este imprescindible como motor entorno a un aprendizaje más efectivo.

Agradecimientos

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a la universidad EAN por brindarme apoyo para la participación en el VII Congreso Internacional sobre Tecnología e Innovación + Ciencia e Investigación CITICI2019. Igualmente, agradezco a los integrantes del departamento de investigaciones quienes me guiaron y motivaron en el proceso de aplicar a la convocatoria con el presente trabajo de investigación. De manera especial, agradezco a Andrés Zarate y Liliana Leguizamón quienes estuvieron a cargo del trámite de los recursos económicos para mi asistencia al evento. De igual manera, quiero agradecer a Maryam Tertel -Coordinadora Comunidad SOLE Colombia y Nube de Abuelitas- quien tuvo siempre disposición para colaborar y proporcionarme los documentos necesarios. Asimismo a Maria Yulisa Mosquera -Participante en Caloto- Cauca en la Conferencia Build Peace (12/2017) -, Maria Bernarda Garcia Puello- Docente Directiva en el Colegio Sagrado Corazón de Jesús en Turbaco, Bolívar -, Jorge Helmer Valencia -MINCULTURA (2015) en Biblioteca pública rural de Chinchiná, Caldas -, por contribuir con la entrevista desde su experiencia personal para proponer las oportunidades de mejora a la metodología. De igual manera, quiero manifestar mis agradecimientos a Fabian Esteban Pinzón Díaz, Sociólogo de la universidad nacional de Colombia e investigador asociado de colciencias por brindarme sus conocimientos y guía para el desarrollo de la investigación. Por último, agradecer a mis familiares, amigos y

compañeros, quienes me acompañaron y apoyaron en cada una de las etapas del proceso de elaboración de la presente investigación.

Referencias

1. "El sistema educativo actual mata la curiosidad innata": Sanjay Fernandes", *La Silla Vacía*, 2018. [Online]. Available: <http://lasillavacia.com/silla-llena/red-lider/historia/el-sistema-educativo-actual-mata-la-curiosidad-innata-sanjay>.
2. "SOLE Colombia", *SOLE Colombia*, 2018. [Online]. Available: <http://www.solecolombia.org>.
3. "SOLE Colombia | School in the Cloud", *Theschoolinthecloud.org*. [Online]. Available: <https://www.theschoolinthecloud.org/partners/sole-colombia/>.
4. "The Self Organised Learning Environment (SOLE) School Support Pack", *#ALTC Blog*, 2012. [Online]. Available: <https://altc.alt.ac.uk/blog/2012/02/the-self-organised-learning-environment-sole-school-support-pack/#gref>.
5. (2019). Retrieved from https://www.esic.edu/pdf/tendencias_en_educacion.pdf
6. Bergmann, J., & Sams, A. (2014). Retrieved from <https://www.acsi.org/Documents/Professional%20Development/CSE17.3%20-%20Bergmann%20-%20The%20Flipped%20Classroom.pdf>
7. J. Guillén, "Escuela con cerebro", *Escuela con cerebro*, 2018. [Online]. Available: <https://escuelaconcerebro.wordpress.com>.
8. Karsenti, T. (2019). Artificial Intelligence in Education: The Urgent Need to Prepare Teachers for Tomorrow's Schools. Retrieved from <https://poseidon01.ssrn.com/delivery.php?ID=500081090119064065065118001115102005101045049046016042072024072122094095124086006005023096127020057022043123096094114014017090114061008054038087000092089073066080069014023083118093006025094107119080014016103009104072080012122127115090029127090103005096&EXT=pdf>
9. Karsenti, Thierry, Artificial Intelligence in Education: The Urgent Need to Prepare Teachers for Tomorrow's Schools (March 4, 2019). *Formation et profession*, 27(1), 112-116 2019 doi:10.18162/fp.2019.a166. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3346658>
10. La Innovación educativa - What is the Flipped Classroom. (2019). Retrieved from <https://www.theflippedclassroom.es/what-is-innovacion-educativa/>
11. Lleixà, T.; Gros, B.; Mauri, T.; Medina, J.L (eds.) (2018) *Educación 2018-2020. Retos, tendencias y compromisos*. Barcelona: IRE-UB

12. *Mineduacion.gov.co*. [Online]. Available: https://www.mineduacion.gov.co/1621/articulos-89618_archivo_pdf.pdf.
13. Morillo Lozano, M. (2016). Retrieved from <https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/21000/1/TFM-G648.pdf>
14. Ortiz-Colón, A., Jordán, J., & Agredal, M. (2018) Retrieved from http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1517-97022018000100448&script=sci_arttext&tlng=es#aff2.
15. *S3-eu-west-1.amazonaws.com*. [Online]. Available: https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/school-in-the-cloud-production-assets/toolkit/SOLE_Toolkit_Web_2.6.pdf.
16. Schleicher, A. (2019). Retrieved from <https://journals.sagepub.com/doi/pdf/10.30926/ecnuoe2018010104>
17. Servicio de Formación en Red. INTEF (2014). Retrieved from http://formacion.intef.es/pluginfile.php/120230/mod_resource/content/1/Inclusiva_14_10_14_B4_T4_flippedclassroom.pdf
18. Sirwan Mohammed, G., Wakil, K., & Sirwan Nawroly, S. (2018). Retrieved from https://www.researchgate.net/profile/Gona_Sirwan_Mohammed/publication/324552176_The_Effectiveness_of_Microlearning_to_Improve_Students'_Learning_Ability/links/5ad8f1bfa6fdcc2935868daf/The-Effectiveness-of-Microlearning-to-Improve-Students-Learning-Ability.pdf
19. Tendencias en educación vigentes para el 2019 | REDEM. (2018). Retrieved from <https://www.redem.org/5-tendencias-en-educacion-vigentes-para-el-2019/>
20. The Flipped Classroom. (2019). Retrieved from <https://www.theflippedclassroom.es>

Foro 7. Herramientas Tecnológicas para la Industria 4.0.

AUTORES	PONENCIA - INSTITUCIÓN
<p>Matilde Bolaño García</p>	<p>Estrategias de integración educativa basada en el uso de las TIC para niños con capacidades educativas diversas (CED) Universidad Del Magdalena Santa Marta, Colombia</p>
<p>Javier Vázquez Castillo Vladimir Veniamin Cabañas Victoria Rubén Enrique González Elixavide Jaime Ortegón Aguilar María De Lourdes Rojas Armadillo</p>	<p>Implementación de una red de telecomunicaciones para servicios de telemedicina basada en redes privadas virtuales Universida De Quintana Roo Chetumal, México</p>
<p>Jorge Ivan Castillo Rojas Mario Fernando Prieto Delgadillo</p>	<p>Generacion de valor para el Cacao Copoauzu (Theobroma Grandiflorum), como oportunidad agroindustrial en el departamento del Meta Universidad Santo Tomas Villavicencio Meta, Colombia</p>

Estrategias de integración educativa basada en el uso de las TIC para niños con capacidades educativas diversas (CED)

Matilde Bolaño García, Nixon Duarte Acosta, Anuar Saker Barros
Universidad del Magdalena, Corporación Universitaria Remington
Colombia

Sobre los autores

Matilde Bolaño García: Licenciada en educación básica con énfasis en informática, Magíster en informática educativa y Doctora en educación. Con experiencia investigativa en ciber-educación, educación y desarrollo humano. Docente investigadora vinculada desde el año 2013 al grupo de informática educativa - GINFED categorizado en B ante Colciencias.

Correspondencia: mbolano@unimagdalena.edu.co

Nixon Duarte Acosta: Ingeniero de sistemas y computación, Especialista en construcción de software, Magister en ingeniería en el área de Sistemas y computación. Con experiencia profesional como Desarrollador de software, Arquitecto de software, Coordinador de TI, Auditor de sistemas y docente investigador en el área de ingeniería de software.

Correspondencia: nixon.duarte@uniremington.edu.co

Anuar Saker Barros: Licenciado en ciencias sociales, Especialista en edumática, Magíster en informática educativa. Con experiencia investigativa en ciber-educación, educación y desarrollo humano. Docente investigadora vinculada desde el año 2009 al grupo de informática educativa - GINFED categorizado en B ante Colciencias.

Correspondencia: asaker@unimagdalena.edu.co

Resumen

La integración representa un proceso continuo y progresivo, que de forma específica en la educación permite incorporar al individuo con capacidades diversas a la comunidad, constituyendo uno de los fenómenos de mayor trascendencia en este ámbito. El presente trabajo apunta a una revisión actualizada bajo la metodología de investigación documental, para la reflexión sobre algunos lineamientos teóricos que promuevan estrategias que orienten a la atención de niños con barreras que afectan el aprendizaje y su participación y las maneras propias de procesar la información para acceder al conocimiento, en la ciudad de Santa Marta, en el Departamento del Magdalena Colombia, a través de la revisión de datos, documentos, investigaciones descriptivas, investigaciones de base teórica y experiencias en el campo. Donde se vislumbran estrategias a favor de la integración de las personas con capacidades diversas, que promuevan la inclusión bajo una visión de la educación basada en la diversidad y no en la homogeneidad, estrategias didácticas acorde a las potencialidades, necesidades e intereses que presenten el grupo, donde las TIC pueden representar herramientas didácticas para esta población objeto de estudio.

Palabras clave: Inclusión, capacidades diversas, estrategias de integración, uso de las TIC.

Abstract

Strategies of educational integration based on the use of tic for children with diverse educational abilities (CED)

Integration represents a continuous and progressive process, a specific form in education, allows training in the community, constituting one of the phenomena of greater importance in this area. The present work is aimed at a revision is updated under the methodology of documentary research, for reflection on the theoretical guidelines that promote strategies that are oriented to the attention of children with the barriers that respond to learning and their participation and the own ways to respond to information to access knowledge, in the city of Santa Marta, in the Department of Magdalena Colombia, through the review of data, documents, descriptive research, theoretical-based research and experiences in the field. Where strategies are foreseen in favor of the integration of people with diverse abilities, that promote inclusion in a vision of education in diversity and not in homogeneity, didactic strategies according to the potentialities, needs and interests presented by the group, where ICT can represent didactic tools for this population under study.

Keywords: *Inclusion, diverse capacities, integration strategies, use of ICT.*

Implementación de una red de telecomunicaciones para servicios de telemedicina basada en redes privadas virtuales

Javier Vázquez Castillo, Jaime Ortegón Aguilar, Vladimir Cabañas Victoria,
Rubén González Elixavide, María de Lourdes Rojas Armadillo.
Universidad de Quintana Roo, Unidad Chetumal
México

Sobre los autores

Javier Vázquez Castillo es Doctor en Ciencias por el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del I.P.N. (2014) en México con la especialidad en telecomunicaciones, recibió el grado de Maestro en Ciencias por la misma institución en 2002 e Ingeniero en Electrónica con especialidad en sistemas digitales por el Instituto Tecnológico de Mérida, México (2000). Actualmente es profesor de la Universidad de Quintana Roo. Sus áreas de interés son: diseño en microelectrónica digital, tratamiento digital de señales, cómputo aritmético y diseño de dispositivos para telecomunicaciones.

Correspondencia: jvazquez@uqroo.edu.mx

Jaime Silverio Ortegón Aguilar es Doctor en Ciencias por el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del I.P.N. (2007) con la especialidad en Ingeniería Eléctrica, Maestro en Ciencias por el mismo centro (2002) en la especialidad en Ciencias de la Computación, Licenciado en Ciencias de la Computación por la Facultad de Matemáticas de la Universidad Autónoma de Yucatán, México (2000). Actualmente es profesor de la Universidad de Quintana Roo. Sus áreas de interés son: tratamiento digital de señales, visión por computadora y diseño de dispositivos para telecomunicaciones.

Correspondencia: jortegon@uqroo.edu.mx

Vladimir Veniamin Cabañas Victoria es Maestro en Tecnologías de Información por el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. (2005) con la especialidad en seguridad informática. Ingeniero en Sistemas Computacionales por el Instituto Tecnológico de Acapulco. (2001), con especialidad en redes de computadoras. Actualmente es profesor en la Universidad de Quintana Roo. Sus áreas de interés son telecomunicaciones y seguridad informática.

Correspondencia: vdrakul@uqroo.edu.mx

Rubén González Elixavide es Ingeniero en Sistemas Computacionales en Programación por el Instituto Tecnológico de Cd. Juárez, México; Maestría en Sistemas de Información con Administración de las Tecnologías Informáticas por la Fundación Arturo Rosenblueth. Actualmente es docente en la Universidad de Quintana Roo e imparte las asignaturas de CCNA, CCNA Security, Network Design, Gestión de Proyectos Tecnológicos. Tiene certificados Oracle 8 DBA, CCNA CSC012475305 por Cisco Systems, System Administrator for Solaris 10 OS por SUN Microsystems y miembro: Association For Computing Machinery -ACM. Así mismo es Operation Manager en Quintana Roo, México, de la empresa Punto Singular.

Correspondencia: rglz@uqroo.edu.mx

Dra. María de Lourdes Rojas Armadillo es médico cirujano con especialidad en Medicina Familiar y cuenta con una Maestría y Doctorado en educación. También, tiene una Maestría en gestión y metodología de la calidad y seguridad de la atención en salud en proceso de conclusión.

Actualmente es directora de la División de Ciencias de la Salud en la Universidad de Quintana Roo. Ha publicado diversos trabajos sobre seguridad del paciente y prevención cuaternaria. Es integrante del Comité editorial de la Revista Mexicana de Medicina Familiar

Correspondencia: lourdes.rojas@uqroo.edu.mx

Resumen

La incorporación de las tecnologías de la información y las comunicaciones, en el ámbito de la salud permiten extender los servicios de salud, tal es el caso de la telemedicina, la cual ayuda a derribar barreras geográficas, modificando los escenarios establecidos y permitiendo al paciente recibir la opinión de un médico especialista sin realizar desplazamientos largos ni desembolsar cantidades significativas de dinero. Esta estrategia es una alternativa para que las autoridades sanitarias y proveedores de servicios, tanto del sector salud como educativo tomen decisiones estratégicas que tengan un impacto social en nuestro estado. Este trabajo presenta la implementación de una red de telecomunicaciones para desarrollar telemedicina en el estado de Quintana Roo, México utilizando redes privadas virtuales. La infraestructura de red ha sido evaluada y probada dando muestras de que puede ser ampliada en un futuro con la finalidad de contar con una mayor cobertura geográfica en el estado de Quintana Roo.

Palabras Claves: Seguridad de datos, integridad de la información, tecnologías de la información, atención de la salud pública, telemedicina, Telesalud, red privada virtual.

Implementation of a telecommunications network based on virtual private networks for telemedicine services.

Abstract

The use of information technologies and communication services in the health field allow to improve the public health and to extend health coverage in far areas with limited economic resources. In this sense, telemedicine gives to the user the opportunity to save money.

This paper presents the implementation of a telecommunications network for developing telemedicine services in the state of Quintana Roo, Mexico via the use of virtual private networks. Today, the developed network infrastructure has been evaluated and tested under real operation environments. It is expected that the telemedicine network can be increased with the aim in order to improve geographical coverage in the state of Quintana Roo at the future.

Keywords: *data security, information integrity, information technology, public health care, telemedicine, telehealth, virtual private network.*

Introducción

La telemedicina es el suministro de servicios de atención sanitaria en los casos en que la distancia es un factor crítico, llevado a cabo por profesionales sanitarios que utilizan tecnologías de la información y la comunicación para el intercambio de información válida para hacer diagnósticos, prevención y tratamiento de enfermedades, formación continuada de profesionales en atención a la salud, así como para actividades de investigación y evaluación, con el fin de mejorar la salud de las personas y de sus comunidades. (Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud, 2019)

La incorporación de las tecnologías de la Información y la Comunicación en los sistemas de salud contribuye a hacer accesibles los servicios de atención sanitaria especialmente los de alta especialidad a la población alejada geográficamente de los Hospitales que los ofrecen. Como instrumento de equidad, beneficia a la población más vulnerable, con menores recursos y que vive en condiciones de pobreza. El uso de la telemedicina proporciona la oportunidad de hacer uso de herramientas tecnológicas por algún medio electrónico, para el intercambio de imágenes, voz, datos y video; permite el diagnóstico y opinión de especialistas en casos clínicos; da acceso a la infraestructura y equipos tecnológicos de apoyo a la consulta médica, como por ejemplo los estudios de gabinete; optimiza el costo-beneficio de estas inversiones representa un apoyo directo en la economía de quienes participan.

A nivel internacional existen experiencias de Telemedicina de iniciativas públicas y privadas que se han ido extendiendo en la medida en que el acceso a internet lo ha hecho (e-salud), así como también, al despliegue y mejoras de los servicios de telecomunicaciones (ADSL, VADSL, radio celular, cable) y por supuesto, gracias al impulso en algunos lugares de políticas públicas específicas. Hoy en día, países como Estados Unidos, Canadá, Australia, Francia, e Inglaterra ya son punta de lanza en el tema de la telemedicina en el mundo.

El estado de Quintana Roo enfrenta un gran reto en el tema de cobertura de los servicios de salud derivado de una insuficiente distribución de personal e infraestructura médicas, particularmente en las comunidades rurales, las cuales presentan dificultades de acceso y de comunicación, esto se traduce en el incremento del costo de los servicios. Por otra parte, de acuerdo al Consejo Nacional de Población, el estado cuenta con una población total de 1,501,562 hab., concentrados principalmente en 3 municipios: Benito Juárez, Othón P. Blanco y Solidaridad.

La mayor parte de los recursos (personal médico, equipamiento, infraestructura e insumos) se encuentran concentradas en las áreas urbanas y llevarlos a las áreas rurales resulta difícil y generalmente incoachable. En este contexto, las modalidades de Telemedicina y la Teleeducación tienen un gran potencial para brindar acceso efectivo, acercando los servicios de salud a una gran parte de la población, permitiendo homologar criterios de acción preventiva y de atención médica basados en las mejores prácticas. Su valor agregado es hacer posible el contacto de médicos especialistas con médicos generales de las zonas rurales, teniendo así un doble beneficio: por un lado, aumentar el desempeño y la experiencia de los médicos generales y, por otro, hacer posible que más personas tengan la oportunidad de recibir la atención de un especialista, sin que ello implique incrementar gastos y pérdida de tiempo al realizar el desplazamiento del paciente para recibir una consulta. (Universidad de Quintana Roo, 2018)

De esta manera, con el fin de evitar las pérdidas económicas concernientes a transporte, alojamiento, horas hombre laborales sin aprovechar y costos de la atención médica, en 2018 se propuso el proyecto SACMED (Sistema de Atención y Capacitación Médica Especializada a Distancia), tomando las experiencias nacionales e internacionales basadas en las tecnologías de información con el fin de acercar los servicios médicos a las comunidades menos favorecidas y más alejadas del área urbana. Así, la telemedicina en Quintana Roo busca mejorar las condiciones de salud de la población, atender las urgencias sanitarias y optimizar los recursos humanos y financieros, poniendo un mayor énfasis en la prevención de enfermedades.

Por otra parte, un sistema de Telemedicina para ser eficiente y operativo implica vencer varios retos entre los que podemos definir como:

- a) contar con una infraestructura de red que sea capaz de mantener la transmisión de datos acorde a las necesidades de las sesiones de telemedicina,
- b) contar con equipo médico especializado con las interfaces correctas para ser interconectados a los equipos de telecomunicaciones,
- c) contar con el personal médico especializado y colaborativo con el nuevo paradigma de telemedicina,
- d) contar con personal de apoyo especializado en TICs que de soporte a las conexiones de las sesiones médicas.

Cada uno de los puntos antes mencionados son igual de importantes para el desarrollo de la Telemedicina; sin embargo, el último punto asociado a las TICs (punto d) es de suma importancia ya que se encarga de mantener la operatividad de las sesiones de telemedicina entre las unidades médicas y de realizar la configuración de toda la infraestructura de red (punto a) garantizando la transmisión de datos de manera confiable y oportuna para una mejor operatividad. En este sentido, un tema de suma importancia es la privacidad de la información del paciente y del sistema informático de salud.

El almacenamiento de datos sensibles de cada uno de los pacientes y de operatividad del sistema de Telesalud es un reto a tratar, cuidar e investigar; incluso, no se está lejos de tener que usar esquemas de seguridad cibernética donde se sigan protocolos estrictos con el fin de detectar actividades sospechosas por parte de los usuarios del sistema (o de agentes externos) que busquen manipular información confidencial o de lograr algún ataque dirigido a la infraestructura de telecomunicaciones. En este sentido, el objetivo de este trabajo ha sido diseñar e implementar una red de telecomunicaciones del SACMED para el estado de Quintana Roo, México, basado en redes privadas virtuales con la finalidad de garantizar la conectividad y seguridad entre unidades médicas participantes de Telemedicina.

Metodología

Se utilizó la metodología de diseño de red Top-Down, la cual muestra un método clásico para el diseño de redes; se centra en el análisis de requisitos antes de la selección de los componentes de red. Se puede aplicar a redes de todo tipo, incluidas las redes de 10-Mbps, Ethernet, Gigabit Ethernet, red óptica síncrona (SONET), redes inalámbricas, entre otras.

Top-Down, comienza en las capas superiores del modelo OSI (del inglés *open system interconnection*) antes de pasar a las capas inferiores. Se centra en las aplicaciones, sesiones y transporte de datos antes de la selección de *routers*, *switches* y los medios de comunicación que operan en las capas inferiores. Este método es también iterativo. Primero se obtiene una visión general de las necesidades de un cliente. Más tarde se examinan los protocolos, requisitos de escalabilidad, preferencias de tecnología, y así sucesivamente. Con esta metodología, se contempla que el diseño lógico y físico pueda cambiar a medida que se recopila más información. (Oppenheimer, 2011)

El ciclo de diseño e implementación de una red contempla las siguientes seis etapas:

- Análisis de Requerimientos
- Diseño Lógico
- Diseño Físico
- Prueba, optimización y documentación del diseño
- Implementación y prueba de la red
- Monitoreo y optimización del desempeño

Análisis de requerimientos. En esta fase se identifican los objetivos y necesidades del cliente, comprende la identificación de los objetivos y las restricciones que deberá tener el diseño de la red, es importante determinar quién o quienes tienen la autoridad de aceptar o rechazar una propuesta de diseño de red. Se determina el alcance en el diseño de red; ya sea al momento de crear uno nuevo o actualizar el existente, y así poder recomendar las tecnologías que cumplan con sus requerimientos.

Algunos objetivos técnicos son:

- **Escalabilidad:** la escalabilidad de una red, se refiere a la facultad de adaptarse a cambios o aumentos en dispositivos, número de usuarios, aplicaciones y conexiones de red. Todo con la finalidad de proponer un mejor alcance.
- **Disponibilidad:** la disponibilidad en una red, es la cantidad de tiempo que los servicios proporcionados por la red están habilitados para sus usuarios, tiene relación con la estabilidad de la red en cuanto a retardos, la redundancia resistencia y seguridad.
- **Rendimiento:** El rendimiento de la red, incluye aspectos como, la eficacia, retardo y tiempo de espera en el tráfico de la red. Este punto, es de vital importancia al analizar el estado de red actual, ya se proporciona una visión de cuáles podrían ser los cambios para mejorar el rendimiento.
- **Seguridad:** la seguridad en un diseño de red, es fundamental ya que implica el hecho de planificar un método de contingencia ante alguna falla o pérdida. También implica analizar cuáles son las vulnerabilidades de la red, y cuáles podrían ser los posibles riesgos, para que en algún

momento que se presente un problema se pueda tratar a tiempo sin afectar el funcionamiento de la empresa.

- **Administración:** la administración en un diseño de red, debe cubrir las necesidades del cliente y como éste quiere que se refleje en la gestión de la misma. Debe entre otros aspectos ser simplificada, para el fácil entendimiento y uso por los administradores de red.

Desarrollo del diseño lógico. En esta fase se seleccionan las tecnologías y dispositivos para las redes de acuerdo a las características que se definieron en la fase de análisis de los requerimientos. Si existe una red, es el momento preciso para caracterizarla y proceder al diseño de la topología de red.

Esta fase contempla:

- **Diseño jerárquico de la red:** implica dividir la topología de red en capas con funciones específicas.
- **Diseño del modelo de direccionamiento:** Se definen las redes, subredes, direcciones de routers, servidores, sistemas finales, protocolos de direccionamiento dinámico, direccionamiento IP público y/o privado.
- **Diseño del modelo por nombres:** La asignación de nombres para una mejor administración de la red es clave; nombres cortos con un significado adecuado fortalece el desempeño de la red.
- **Selección de protocolos de ruteo y conmutación:** Se basa en las características de tráfico de red, ancho de banda, memoria y uso de CPU; el número aproximado de dispositivos activos de comunicación en la red, la adaptabilidad de la red y las características de seguridad de estos.
- **Estrategias de seguridad en la red:** Que puedan brindar un grado de confiabilidad de la información que será transmitida y almacenada. Implica la identificación de los bienes o activos de valor del cliente, analizar los posibles riesgos de seguridad, el diseño de un plan de seguridad informática, la definición de políticas, planes de seguridad y mecanismos de seguridad.
- **Estrategias de administración de redes:** Se definen arquitecturas, herramientas y protocolos que permitan una administración pro activa.

Desarrollo del diseño físico. Se definen las tecnologías LAN (*Local Area Network*) y WAN (*Wide Area Network*); por ejemplo el tipo de cableado, los protocolos de la capa física y de enlace de datos y dispositivos de interconexión. Se debe tomar en cuenta aspectos de escalabilidad, desempeño, asequibilidad y manejabilidad de la red en cuestión.

Esta fase contempla:

- **Diseño del cableado:** En muchos de los casos la red a implementar debe “adaptarse” a la red ya existente, bajo uno de dos esquemas, el primero es de tipo centralizado (topología tipo estrella) y el segundo es un esquema distribuido (topologías como anillo, bus o de malla).
- **Tipo de cable:** La mayoría de las implementaciones de red utilizan 3 tipos de cable: Cobre, para tranzada y coaxial. En redes de área amplia se utiliza mayormente fibra óptica y señales inalámbricas.
- **Tecnologías de acceso remoto:** Protocolos como PPP (*point to point protocol*) como base de otros protocolos de conectividad.
- **Servicios arrendados o propios:** ADSL (*Asymmetric Digital Subscriber Line*) para la transmisión de datos digitales, ISDN (red digital de servicios integrados), transmisiones por satélite, etc.

- Dispositivos para usuarios remotos: Que contengan características de seguridad y redes privadas virtuales, soporte a traducción de direcciones de red, manejo de calidad de servicio, etc.

Prueba, optimización y documentación del diseño. En esta fase se realizan pruebas del diseño, lo cual es un paso crítico en el enfoque del diseño de redes. La fase de pruebas ayuda a mejorar el funcionamiento de la red y permite alcanzar los objetivos de la empresa en cuanto al diseño de red.

Esta fase contempla:

- Pruebas reconocidas en la industria: Para verificar las características y el desempeño de una red en particular.
 - Construir y probar un sistema de red prototipo: Para poder detallar las tareas que se realizarán en la red y poder comprobar y demostrar el comportamiento en la red diseñada.
 - Plan de pruebas del diseño de red: Que permita medir criterios de aceptación del logro de los objetivos, determinar los tipos de pruebas que se realizarán, definir los recursos y equipos de red que serán necesarios, tiempo de ejecución, etc.
 - Herramientas para realizar pruebas al diseño de red: Para identificar el tipo de herramientas que serán necesarios, como por ejemplo herramientas de monitoreo, generadores de tráfico, modeladores y simuladores de red, administradores de calidad del servicio en la red, etc.
 - Optimización del ancho de banda: Se describen técnicas como direccionamiento IP *multicast*, uso de IGMP (*Internet group management protocol*), entrelazo y fragmentación de la capa de enlace, uso de RTP (*Real time transport protocol*).
 - Documentación del diseño de red: Se utilizan los RFP (*Request for proposal*) para verificar el cumplimiento de los objetivos del diseño de la red y las necesidades de la empresa, se define el objetivo principal de la red, el diseño de los requerimientos, el estado actual de la red, el diseño lógico, diseño físico de la red, resultados de las pruebas a la red.

Desarrollo

Los requerimientos para la red de telecomunicaciones SACMED es la interconexión de las siguientes unidades médicas con el nodo central que se encuentra en la Coordinación Estatal de Informática (CEI) de los Servicios Estatales de Salud (SESA) en la ciudad de Chetumal, Quintana Roo, México:

- Hospital Integral de Kantunilkín.
- Hospital Comunitario de Isla Mujeres.
- Jurisdicción Sanitaria Número 2.
- Hospital General de Cancún.
- Hospital General de Playa del Carmen.
- Uneme de enfermedades crónicas de Felipe Carrillo Puerto.
- Hospital General de Felipe Carrillo Puerto.
- Uneme Cisame de Chetumal.
- Hospital General de Chetumal.
- Hospital Integral de José María Morelos.

Al tratarse de información de salud, se considera sensible y confidencial, por lo tanto, la privacidad es una característica importante del diseño de la red. Una red privada virtual (*virtual private network*, VPN) permite crear una red local con la facilidad de que cada uno de los nodos (en este caso las unidades médicas) no estén físicamente conectadas entre sí, (Graham Bartlett, 2016). Las VPN no son algo nuevo; sin embargo, hoy en día saltan a la luz de nueva cuenta dado a su facilidad de configuración y a los niveles de seguridad que pueden brindar en el momento de realizar las conexiones entre los nodos de red ya que este tipo de conexiones se encontrarán cifradas. Así, cada uno de los paquetes que lleven datos sensibles de las consultas de cada uno de los servicios de Telesalud se encontrarán cifrados, lo que hará que si un usuario malicioso los llegara a capturar no podría hacer nada con ellos. Entre las bondades de las VPNs se pueden considerar que es multiplataforma, es de fácil acceso y provee seguridad del tráfico de la red mediante cifrado.

La metodología top-down utilizada para lograr el objetivo planteado en este trabajo, se describe a continuación:

Análisis de los requisitos del cliente: Realización de consultas médicas en tiempo real y consultas diferidas (envío de información para su posterior análisis). Almacenamiento y resguardo confiable de los datos del paciente. Interconexión del equipo de telepresencia con equipos para análisis y diagnóstico del paciente (equipo de ultrasonido, cámara de alta definición, estetoscopio digital y electrocardiógrafo digital).

Diseño lógico de la red. Se optó por una topología en estrella (donde cada nodo se interconecta a un nodo central (Sala de Telecomando del SACMED) Se definieron los direccionamientos de red, el aprovisionamiento de los equipos a interconectar, las subredes a utilizarse, los parámetros de NAT, diseño de las reglas del firewall, los protocolos a utilizar para ruteo y conmutación de paquetes.

Diseño físico de la red. Los dispositivos físicos para implementar la red se basan en codificadores para tecnologías de telepresencia (con dispositivos médicos conectados), máquinas virtuales para almacenar servidores de la infraestructura de administración de telepresencia, dispositivos de vpn enlazados a través de tecnología ADSL.

Dicha interconexión debe ser confiable y segura, dada la sensibilidad de los datos que se transmiten. Se debe de poder administrar desde las oficinas de la CEI, además, ofrecer la capacidad de transmisión o retransmisión de las capacitaciones que se ofrecen por la Secretaría de Salud a nivel federal. El SACMED contempla la posibilidad de interconsulta en tiempo real con la transmisión de imágenes u otros datos médicos y el expediente electrónico de los pacientes, de tal forma que la red debe tener un ancho de banda y una calidad de servicio que permita la transmisión de audio, vídeo y datos en tiempo real.

Para lograr la implementación de la red de telecomunicaciones del sistema de atención y capacitación médica especializada a distancia (SACMED) para el estado de Quintana Roo, México se tuvo que definir o distinguir entre Unidades Consultantes y Unidades de Interconsulta. En las unidades consultantes se encuentra el paciente y en las unidades de interconsulta se encuentran los médicos especialistas. Por lo general las unidades de interconsulta se encuentran en zonas urbanas desarrolladas. En la Figura 2 se muestra la organización de cada una de las unidades médicas dentro

del proyecto de Telemedicina en Quintana Roo. De manera adicional, se cuenta con equipos adicionales en todas las unidades para brindar servicios de Teleeducación con la finalidad de brindar capacitación a médicos y gente de los poblados en casos de contingencias o de información valiosa para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.

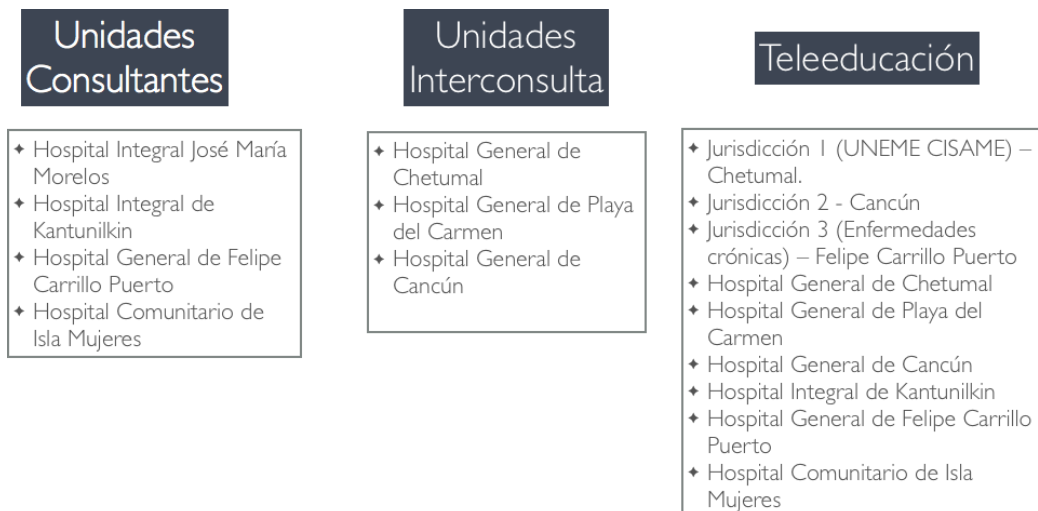


Figura 2: Organización de la Red de Telecomunicaciones para el SACMED

Cabe mencionar que, para que la infraestructura de red funcione perfectamente los proveedores de servicios de telecomunicaciones (teléfonos de México, TELMEX) debían tener la posibilidad de contar con nodos con la suficiente tasa de transmisión de datos (al menos 2 Mbps) en cada una de las localidades. Para nuestra mala fortuna, esto no fue el caso dado que varias de las localidades bajo interés no contaban con enlaces, o módems, con tasas de transmisión capaces de soportar los requerimientos mínimos para realizar la Telemedicina. Sin embargo, era de suma importancia lograr llevar los servicios de Telemedicina en cada una de las localidades planteadas desde el inicio del proyecto. Así, con la finalidad de revertir esta problemática, se realizaron las gestiones necesarias ante la iniciativa privada y gobierno lográndose mitigar el problema de la capacidad de los enlaces entre unidades médicas. Con lo anterior, el proyecto de Telemedicina posibilitó que cada una de las unidades médicas mejorara su condición de conectividad en cuanto al servicio de Internet de manera adicional.

La red de telecomunicaciones de Telesalud SACMED para el estado de Quintana Roo tiene la arquitectura de red presentada en la Figura 1.

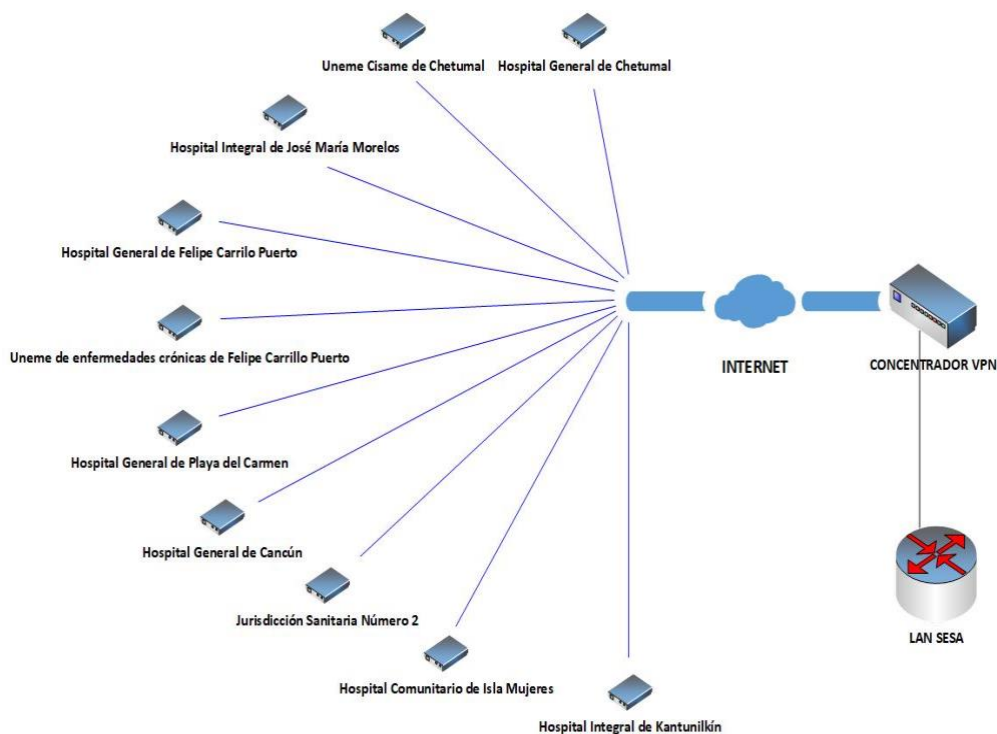


Figura 1: Red de Telecomunicaciones para el SACMED

La Tabla 1 describe de forma breve los equipos con los que se cuentan en las unidades consultantes e interconsultantes para realizar la atención del SACMED.

Tabla 1: Equipos disponibles para la operación del SACMED en Quintana Roo.

Unidades Consultantes	Unidades de Interconsulta
<ul style="list-style-type: none"> • PC All In One/ Dell /Optiplex 5250 W14B • UPS 8 contactos/APC/BACK-UPS PRO 1000 • Multifuncional /EPSON /EPSON L380 • EXTERNAL HHD 2TB/ADATA/ HM900 3.5" • Colpocámara /AIO/ AIH 2000-2 • Electrocardiografo/BTL/ BTL-08 MT PLUS ECG • Ultrasonido /Mindray/DC-30 • Estetoscopio/ Littmann/ Modelo 3200 • TV 55"/Samsung/ Modelo MU6300 • Transductor Lineal/ Mindray/75L38P • Transductor Endocavitario/Mindray/6CV1P • Transductor Convexo/Mindray/35C50P • UPS/Marca VICA/B-Flow Revolution 900VA • Real Presence Group/Polycom/G700 • Cámara 12X/Polycom/MPTZ-10 EgleEye IV • Micrófono/Polycom/2215-63885-001 	<ul style="list-style-type: none"> • PC All In One/ Dell /Optiplex 5250 W14B • UPS 8 contactos/APC/BACK-UPS PRO 1000 • TV 55"/Samsung/ Modelo MU6300 • Real Presence Group/Polycom/G700 • Cámara 12X/Polycom/MPTZ-10 EgleEye IV • Micrófono/Polycom/2215-63885-001

--	--

Prueba, optimización y documentación del diseño. Durante la implementación del SACMED se tuvieron diversas fases de pruebas con la finalidad de medir el desempeño de la infraestructura de red implementada y de la configuración de las VPNs. En los protocolos de operación del SACMED se definió al “Centro de control de mando” encargado de realizar las conexiones entre unidades. Este centro de control de mando se encuentra en el departamento de informática de los servicios estatales de salud (SESA) del Estado de Quintana Roo. Es decir, no existe una manipulación directa del equipo de telecomunicaciones por parte de los médicos en las unidades médicas; los equipos de telecomunicaciones se activan y desactivan acorde a las sesiones programadas para llevarse a cabo y solo existe una manipulación directa por parte de los ingenieros de software de SESA. La manipulación realizada por los médicos se concentra en los equipos médicos para los cuales ya han sido capacitados.

La Figura 3 muestra el caso de uso (fase de pruebas) de la Telemedicina en Quintana Roo vía la implementación del SACMED para conocer el grado de salud de una mujer embarazada y su diagnóstico por parte de un especialista. La finalidad de estas pruebas fueron simplemente el de simular los procedimientos de funcionamiento del SACMED bajo ambientes controlados y mitigar la mayor cantidad de problemas que pudieran surgir a la hora de poner en funcionamiento el servicio de Telemedicina en el Estado.



Figura 3: Realización de Teleconsultas durante la fase de pruebas del SACMED. En la izquierda, el médico especialista en el centro interconsultante y en la derecha la paciente en análisis de ultrasonido en el centro consultante.

La Figura 4 muestra un caso real de consulta entre una unidad consultante ubicada en la localidad de José María Morelos y un centro interconsultante en la ciudad de Chetumal.

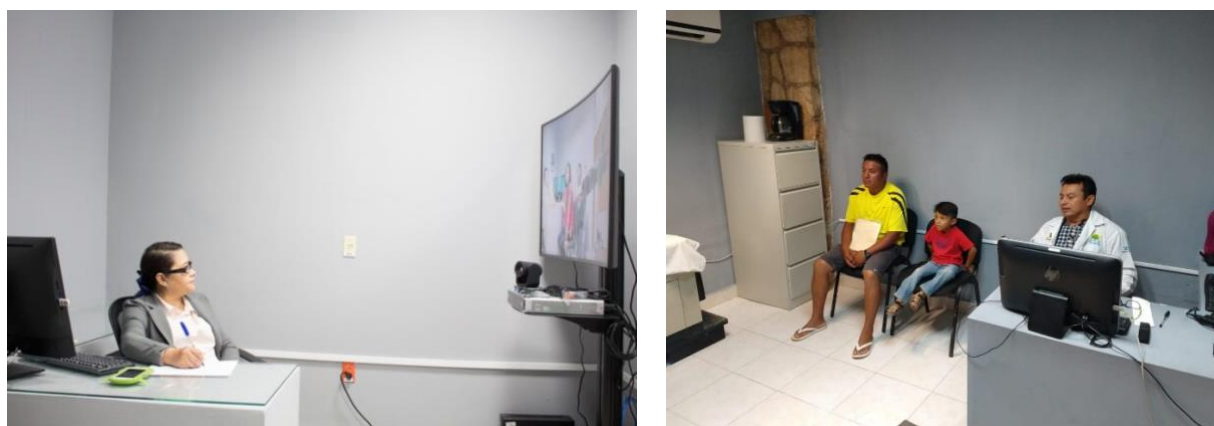


Figura 4: Realización de Teleconsultas durante operación del SACMED: A la izquierda la especialista en el centro interconsultante en Chetumal, a la derecha el centro consultante en la localidad de José María Morelos.

Por otra parte, con el fin de garantizar la correcta operación del SACMED, los enlaces contratados son acorde a lo presentado en la Tabla 2.

Tabla 2. Enlaces contratados para llevar a operación la Telemedicina en Quintana Roo mediante el SACMED.

Unidad	Programa	Velocidad contratada en Mbps
Oficina central	Teleeducación	50
Hospital general de Chetumal	Teleeducación	3
Jurisdicción sanitaria No. 3	Teleeducación	5
Hospital general de Felipe Carrillo Puerto	Teleeducación	4
Hospital general de Playa del Carmen	Teleeducación	10
Hospital general de Cancún	Teleeducación	30
Jurisdicción sanitaria No. 2	Teleeducación	30
Hospital comunitario de Isla Mujeres	Teleeducación	10
Hospital integral de Kantunilkin	Teleeducación	5
Hospital general de Chetumal	Telesalud	12
Hospital general de Felipe Carrillo Puerto	Telesalud	10
Hospital integral de José María Morelos	Telesalud	100
Hospital general de Playa del Carmen	Telesalud	10
Hospital general de Cancún	Telesalud	30
Hospital comunitario de Isla Mujeres	Telesalud	10
Hospital Integral de Kantunilkin	Telesalud	5

Discusión de resultados

Existe una gran demanda de atención médica especializada dentro de las comunidades de nuestro estado, debido a la escasez de médicos especialistas en las diferentes localidades principalmente rurales, lo que causa que los pacientes tengan que trasladarse desde sus lugares de origen hacia las ciudades más importantes, con los elevados costos que ello conlleva. Esta situación se agrava, cuando se trata de enfermedades crónicas, como la diabetes mellitus, la hipertensión arterial, (que deben de mantener un control periódico), así como el control del embarazo, la atención del niño sano y la atención integral del adulto mayor, entre otros, que resultan prioritarios dentro de nuestro estado. En muchas ocasiones a los pacientes no les es posible recibir atención médica especializada,

lo que puede contribuir en el aumento de complicaciones, repercutiendo en la morbilidad y mortalidad. Se comenta que Quintana Roo es uno de los pocos estados en donde no se contaba con servicios de Telesalud. Los primeros casos de éxito de la Telemedicina en México pueden consultar en (Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud, 2011).

A nivel internacional los países que más han desarrollado Telemedicina son: Noruega, Suecia, Australia, Canadá y Estados Unidos de Norteamérica. Las ramas de medicina más beneficiadas son dermatología, radiología, cardiología, patología, psiquiatría y cirugía. Según la revista Telehealth Magazine, radiología y dermatología son los servicios más usados.

Conclusiones

La incorporación de las tecnologías de la información y las comunicaciones, en el ámbito de la salud permiten extender los servicios de salud tal es el caso de la Telemedicina, la cual ayuda a derribar barreras geográficas, modificando los escenarios establecidos y permitiendo al paciente recibir la opinión de un médico especialista sin realizar desplazamientos largos ni desembolsar cantidades significativas de dinero. Esta estrategia es una alternativa para que las autoridades sanitarias y proveedores de servicios, tanto del sector salud como educativo tomen decisiones estratégicas que tengan un impacto social en nuestro estado. Sin embargo, para poder realizar la Telemedicina es necesario contar con una infraestructura de red bastante confiable que soporte los flujos de datos y que provea seguridad de los mismos. Tener una red dedicada propuesta por los servicios de salud del estado es prácticamente imposible; en este sentido, es necesario utilizar redes públicas ofrecidas por proveedores de internet disponibles en el territorio bajo desarrollo de la Telemedicina. Así, las redes privadas virtuales vienen a solventar la problemática de conectividad entre sitios remotos y con ello ver a la red en su conjunto como una red área local. Este trabajo, presentó la implementación de una red de telecomunicaciones para servicios de telemedicina basada en redes privadas virtuales para interconectar unidades médicas consultantes y de interconsulta. La implementación fue probada bajo varios escenarios de simulación de operación y hoy en día ya se encuentra bajo funcionamiento en condiciones reales de operación.

Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología México mediante el apoyo de Fondos Mixtos del Estado de Quintana Roo con número de proyecto QROO-2016-03-275753 bajo el título “Diseño, implementación y puesta en marcha de un Sistema de Atención y Capacitación Médica Especializada a Distancia (SACMED), para ampliar la cobertura y aumentar la calidad de los servicios en salud en comunidades marginadas de Quintana Roo”.

Referencias

Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud. (2011). *4 Experiencias de Telemedicina en México*. Recuperado el 5 de 2019, de Sistema Nacional de Telesalud: <http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/telemedicina/publicaciones/C4Experiencias.pdf>

Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud. (2011). *Serie tecnologías en salud: Volumen 3 Telemedicina*. Recuperado el 5 de 2019, de Secretaría de salud subsecretaría de integración y

desarrollo del sector salud:
<http://www.cenetec.salud.gob.mx/descargas/telemedicina/publicaciones/Volumen32daEdicion.pdf>
Centro Nacional de Excelencia Tecnológica en Salud. (31 de Enero de 2019). *Gobierno Federal*.
Obtenido de CENETEC - Dirección de Telesalud: <https://www.gob.mx/salud/cenetec/acciones-y-programas/que-es-la-telesalud-y-la-telemedicina>
Graham Bartlett, A. I. (2016). *IKEv2 IPsec Virtual Private Networks: Understanding and Deploying IKEv2, IPsec VPNs, and FlexVPN in Cisco IOS*. Cisco Press.
Oppenheimer, P. (2011). *Top-Down Network Design*. Indianapolis: Cisco Press.
Universidad de Quintana Roo. (2018). *Proyecto Ejecutivo del Sistema de Atención y Capacitación Médica Especializada (SACMED)*. Chetumal: Universidad de Quintana Roo.

Generación de valor para el cacao Copoazu (*Theobroma grandiflorum*), como oportunidad agroindustrial en el departamento del Meta

Jorge Iván Castillo Rojas, Mario Fernando Prieto Delgadillo
Universidad Santo Tomas
Villavicencio, Meta, Colombia

Sobre los autores

Jorge Iván Castillo Rojas: Ingeniero Agrónomo, Especialista en Gerencia de Proyectos, Maestrante en Calidad y Gestión Integral, Docente tiempo completo Facultad de Administración de Empresas Agropecuarias, grupo de investigación GIFAEA, semillero de investigación IDEAS – Investigación para el Desarrollo Agropecuario Sostenible.

Desempeño Laboral: Ingeniero Agrónomo (Asistente) en la Organización Pajonales SA, Ingeniero Agrónomo de seguimiento y evaluación; Secretario de Planeación y Obras Públicas, Secretario de Desarrollo Agropecuario de la Alcaldía Municipal de Venadillo, Ingeniero Residente y Docente en la Unidad de Investigación El Tahúr y La Banqueta de la Universidad de Los Llanos y Docente Investigador de la Universidad Santo Tomas.

Correspondencia: jorge.castillor@usantotomas.edu.co

Mario Fernando Prieto Delgadillo: Médico Veterinario Zootecnista, Especialista en Gerencia de Mercadeo, Maestrante en Calidad y Gestión Integral, Magister en administración de Empresas, Docente tiempo completo Facultad de Administración de Empresas Agropecuarias, adscrito al grupo de investigación GIFAEA, perteneciente al semillero de investigación SIPA.

Correspondencia: marioprieto@usasntotomas.edu.co

Resumen

El presente estudio tiene como objeto desarrollar una propuesta de un modelo de negocio, para la obtención de mayor valor agregado en el procesamiento del cacao Copoazú, que busca generar ingresos y mejorar la calidad de vida para los productores, también contribuir a los esfuerzos para impulsar el cultivo del Cacao en el departamento del Meta e internacionalizar la actividad.

Se investiga y analiza la información secundaria para determinar las potencialidades de los recursos, las oportunidades que existen en el mercado, las estadísticas del sector, se identifican los productos que se pueden obtener a partir del Cacao; también los procesos y el nivel tecnológico que existe para dichos productos, se establecen las metodologías para realizar la investigación de campo, se analizan los competidores, proveedores y consumidores, se proyecta la oferta para abastecer el mercado, consumidores con la respectiva proyección de demanda, etc. Todo esto con el objetivo de presentar una síntesis de la situación actual e identificar la problemática existente y con ello iniciar la búsqueda alternativas de solución que evaluadas logren conceptualizar el diseño del modelo de empresa procesadora de cacao para la elaboración de productos de mayor valor agregado que beneficie al sector cacaotero, como alternativa diferente agroindustrial.

Palabras Claves: Cacao Copoazú, comercialización, modelo de negocio, producción, transformación agroindustrial, valor agregado.

Generation of value for the Copoazú cocoa (*Theobroma grandiflorum*), as an agroindustrial opportunity in the department of Meta

Abstract

The present study has as object develop an offer of a model of business, for the obtaining of major value added in the processing of the cocoa Copoazú, which seeks to generate income and to improve the quality of life for the producers, also to contribute to the efforts to stimulate the culture of the Cocoa in the department of Meta and to internationalize the activity. The secondary information is investigated and analyzes to determine the potentials of the resources, the opportunities that exist on the market, the statistics of the sector, there are identified the products that can be obtained from the Cocoa; also the processes and the technological level that exists for the above mentioned products, establish the methodologies to realize the field investigation, the competitors, suppliers and consumers are analyzed, the offer is projected to supply the market, consumers with the respective projection of demand, etc. All that with the aim to present a synthesis of the current situation and to identify the existing problematics and with it the search to initiate alternatives of solution that evaluated manage to conceptualize the design of the model of company procesadora of cocoa for the production of products of major added value that he benefits to the sector cacaotero, as different agroindustrial alternative.

Keywords: *Cocoa Copoazú, commercialization, business model, production, agroindustrial transformation, added value.*

Foro 8. La Industria 4.0.

AUTORES	PONENCIA - INSTITUCIÓN
<p>Alma Luevano Celestino Elias G. Carrum Siller Darwin Young Vázquez</p>	<p>Optimización del flujo sincronizado de materiales por ruteo de vehículos bajo Simulación Logística 4.0 Corporación Mexicana De Investigación En Materiales S.A. De C.V. Saltillo Coahuila, México</p>
<p>Jair A. García Arias Ramiro Arango José Bestier Padilla Bejarano</p>	<p>Calibración de acelerómetros en dispositivos móviles para mediciones estáticas utilizando el valor de la gravedad calculado a partir de las coordenadas de GPS Universidad Del Quindío Armenia, Colombia</p>
<p>Viacheslav Kalashnikov Nataliya Kalashnykova</p>	<p>Un Nuevo Tipo de Equilibrio Consistente Tecnológico De Monterrey – UANL Monterrey, Mexico</p>
<p>Beatriz Callejas Cuervo Andrea Catherine Alarcon Aldana Mauro Callejas Cuervo</p>	<p>Plataforma de captura de movimiento, basado en microsensores portables para análisis biomecánico de extremidades superiores Universidad Pedagógica Y Tecnológica De Colombia Tunja, Colombia</p>
<p>Jessica Jazmin Pesina Lumbreras Elias Gabriel Carrum Siller</p>	<p>Comparación de Técnicas actuales y futuras de evaluación ergonómica aplicando el método RULA Corporación Mexicana De Investigacion En Materiales S.A De C.V. México</p>
<p>Jorge Eliecer Carvajal Alcaraz Fabian Mauricio Vélez Salazar</p>	<p>Tecnologías, de gestión y eficiencia energética para el uso racional de la energía Instituto Tecnológico Metropolitano - ITM Medellín, Colombia</p>

Optimización del flujo sincronizado de materiales por ruteo de vehículos bajo Simulación Logística 4.0.

Alma Luevano Celestino, Elias Gabriel Carrum Siller
Corporación Mexicana de Investigación en Materiales S.A. de C.V.
Darwin Young Vázquez
CILSS Consulting
México

Sobre los autores

Alma Luevano Celestino: Ingeniero Industrial y de Sistemas egresada de la Facultad de Sistemas de la Universidad Autónoma de Coahuila, cursa actualmente la maestría en Ciencia y Tecnología con especialidad en Ingeniería Industrial y de Manufactura, en la Corporación Mexicana de Investigación en Materiales S.A. de C.V. Cuenta con experiencia en el sector automotriz en el área de logística, como supervisor de inventarios en DHL Supply Chain y como ingeniero de proyectos logísticos en la empresa FCA Motores Sur.

Correspondencia: alma.luevano.celestino@outlook.com

Elias Gabriel Carrum Siller: Doctor en Ciencia y Tecnología con Especialidad en Ingeniería Industrial y de Manufactura por la Corporación Mexicana de Investigación en Materiales S.A. de C.V. Actualmente se desempeña como profesor investigador a cargo de la línea de sistemas productivos y logística del posgrado interinstitucional en ciencia y tecnología sede COMIMSA, además se desempeña como líder del área de ingeniería industrial de COMIMSA, donde se llevan a cabo proyectos de mejora con la industria como lo son: Terminal Marítima Dos Bocas (2 proyectos) y Química Goncal. RyPSA, Caterpillar, SCR, Constellation Brands, entre otros. Sus áreas de investigación son inteligencia artificial, optimización, creación de métodos híbridos y creación de software.

Correspondencia: eliascarrum@comimsa.com

Darwin Young Vázquez: Doctor en Ciencia y Tecnología con Especialidad en Ingeniería Industrial y de Manufactura por COMIMSA-CONACYT, enfocado en Gestión de Sistemas Productivos bajo Modelos de Competitividad e Industria 4.0. Panelista Experto por México ante IMD de Suiza (2015, 2016). Ha ocupado posiciones directivas en áreas de Ingeniería e Innovación, Mejora Continua y Calidad en diversos sectores industriales. Ha desarrollado a más de 700 Recursos de Alto Nivel en mandos Gerenciales y Directivos.

Correspondencia: darwin.young@cilssconsulting.com.mx

Resumen

La cadena de suministro incrementa su importancia en el sector automotriz continuamente. Por ello, sistemas de manufactura tales como Justo a Tiempo, conllevan una implementación compleja, debido a la ascendente variedad de modelos y componentes de los vehículos, y a que actualmente, las implementaciones de sistemas expertos dentro del concepto de Logística 4.0, buscan acelerar el flujo sincronizado de materiales en las líneas de producción, haciendo uso de herramientas tecnológicas del ambiente Industria 4.0. El presente caso de estudio se situó en una planta productora de motores, en la parte de surtido de material desde el supermercado (almacén descentralizado) hasta la línea de ensamble. Se realizó un modelo matemático del proceso, y se empleó un algoritmo

genético programado en Matlab para optimizarlo, buscando disminuir paros de línea ocasionados por falta de material. La experimentación mostrada se enfocó en una de las rutas de surtido actualmente implementadas, verificando que se logró maximizar la utilización de la capacidad de los equipos de remolque y la cantidad de inventario en las estaciones de trabajo a través del tiempo, sin exceder los límites permitidos. El desempeño de la ruta actual y el de la optimización, fue validado por medio de un modelo de simulación.

Palabras Claves: Automotriz, Logística Interna, Simulación, Optimización.

Optimization of synchronized flow of material through vehicle routing under Logistic Simulation 4.0.

Abstract

The supply chain at automotive industry increases its importance continuously. Because of this, manufacturing systems like Just in Time entails a complex implementation, this because the variety of the vehicle models and its components, and that actually Logistics 4.0 expert systems implementation is in search of increasing the speed of the synchronized material flow at the production lines using 4.0 Industry technologic tools. The study case here takes place in an engine manufacturing plant, in a more specific way in the material delivery process from the supermarket area (decentralized warehouse) to the assembly line. It's been made a mathematical model of the process using a genetic algorithm programmed in Matlab to its optimization, in order to decrease line breakdowns caused by lack of material. Shown experimentation focuses in one of the delivery routes currently in use, the use of the towing equipment capacity and workstation inventory it's been maximized through time, not getting out of the allowed limits. The behavior of the current route and the optimized one it's been validated through simulation models.

Keywords: Automotive, Internal Logistics, Simulation, Optimization.

Introducción

En México, año con año crece la importancia del sector automotriz, debido al establecimiento de empresas armadoras tales como Toyota, Ford, GM, FCA, Volkswagen, Nissan y Audi por mencionar algunas de las más importantes. Al día de hoy, México cuenta con empresas armadoras en 12 de sus 32 estados, lo cual significa que en el 37.5% del país está presente el sector industrial. A inicios del presente año, la Asociación Mexicana de la Industria Automotriz (AMIA), dio a conocer que durante el año 2018, México produjo un total de 4 millones 70,606 unidades incluyendo vehículos ligeros y pesados, situándose como el 6° productor de vehículos en el mundo, desbancando a Corea del Sur, y el 1° en América latina, contribuyendo con el 4.1% de la producción mundial (El economista, 2019). Debido a lo anterior, la administración de la cadena de suministro dentro del sector automotriz ha sido uno de los temas más estudiados en los últimos años, ya que su correcta gestión trae beneficios de alto impacto como lo son, reducciones de costos, aumento en la calidad de los productos y aumento en la calidad de los servicios.

Por dichas razones, el presente trabajo está situado en una parte fundamental de la gestión de la cadena de suministro, la gestión de la logística.

Para esta área los problemas han ido en aumento debido a una creciente tendencia de personalización masiva, que ha generado un incremento continuo en la variedad de vehículos y sus componentes. Como resultado de esta situación, la logística de partes justo a tiempo y justo en secuencia, se ha convertido en uno de los mayores retos de la producción automovilística actual (Boysen, Emde, Hoeck, & Kauderer, 2015).

La logística puede ser definida como el conjunto de actividades, dentro de la cadena de suministro, que gestiona el flujo de materiales, información y capitales, dentro de una empresa. Algunas de las principales funciones de la logística interna son:

- ✓ Asegurar que el acopio de materiales para producción es el correcto, tanto en cantidades como en calidades.
- ✓ Mantener una transparencia absoluta en los procesos críticos de suministro interno.
- ✓ Planificar los transportes internos y la recepción de los materiales según el calendario.
- ✓ Implantar procedimientos fiables de flujo tenso.
- ✓ Controlar el stock y la idoneidad del inventario.
- ✓ Velar por la integridad de la mercancía.
- ✓ Diseñar el almacén (González, 2018).

La investigación de este trabajo está situado en la logística interna de una planta productora de motores, de modelos mixtos con demanda variable, específicamente en la parte de la entrega de partes productivas a la línea de ensamble, desde un área de supermercado (almacén descentralizado dentro de la planta).

Actualmente están implementadas rutas de entrega de material productivo, el cual es transportado con carros especiales, fabricados con sistemas neumáticos, para realizar cargas y descargas automáticas, permitiendo que el operador responsable de la ruta no tenga que cargar manualmente los contenedores con material. Estos carros son jalados por el operador por medio de un equipo de remolque.

El proceso de cada ruta comienza en el área de supermercado (almacén descentralizado dentro de la planta), ahí los carros son cargados con material productivo, para después ser trasladados a la primera estación asignada a la ruta, en donde se debe descargar el material correspondiente, cargar los contenedores vacíos acumulados y después dirigirse a la segunda estación, en donde se repetirán las actividades de carga y descarga, de manera consecutiva en el total de estaciones asignadas al equipo. Después de surtir la última estación, el operador regresa nuevamente al área de supermercado, descarga el equipo vacío que recolecto a través de las estaciones de trabajo y vuelve a cargar material productivo. El ciclo se habrá completado cuando el operador se encuentre nuevamente en el área de supermercado y haya descargado el equipo vacío, ya que es el punto donde inició.

En base a la literatura existente, podemos mencionar que los problemas más comunes al transportar material con equipos de remolque son:

- Asignar un subconjunto de estaciones a cada equipo de remolque.
- Determinar un horario de entrega para cada equipo de remolque y su ruta asociada.
- Determinar el número y los tipos de piezas que se van a cargar por viaje del equipo de remolque (Boysen et al., 2015).

En este caso de estudio, los puntos anteriores formaron parte de la etapa del diseño de las rutas de surtido. Sin embargo, justo después de la etapa de implementación, se presentaron diversos problemas de los cuales, los más graves fueron paros de línea provocados por falta de material en las estaciones de trabajo. Dichos paros disminuyeron conforme avanzó la curva de aprendizaje de los operadores de los equipos de remolque, pero desafortunadamente se siguen presentando.

Aunado a lo anterior, desde la implementación al día de hoy, se han estado realizando modificaciones al diseño de las rutas iniciales, debido a la detección de desaprovechamiento en la capacidad volumétrica de algunos carros de entrega. A la par de los hallazgos anteriores, se detectaron operadores de equipos de remolque con tiempos muertos, lo cual contradice las primeras observaciones registradas, en las que se explica que debido al tiempo de ciclo del proceso de surtido de las rutas, no se alcanza a surtir el material a tiempo.

Debido a las características del caso, se clasificó como un problema de ruteo de vehículos capacitados con ventanas de tiempo.

Son varios los investigadores que han estado trabajando en la solución de este tipo de problemas.

En el año 2015 Mohamed Alnahhal y Bernd Noche, en su artículo Control de Flujo dinámico de material en líneas de ensamble de modelos mixtos (Alnahhal & Noche, 2015), buscaron facilitar la solución de tres problemas: El ruteo de vehículos de remolque, programación y carga; cuando se producen fluctuaciones de demanda de partes inesperadas en las estaciones de trabajo, debido a paros de maquinarias, paros de la línea de producción, partes defectuosas, y re-secuenciado de modelos de productos.

Su objetivo fue minimizar el número de tiempos ciclo de los equipos de remolque, la probabilidad de entregar material antes de que fuera requerido en la estación de trabajo, y la diferencia que pudiera existir entre el inventario que está en la línea de ensamble y el nivel de inventario de seguridad ideal. Para la solución del problema aplicaron una estrategia usando una mezcla entre un sistema orientado a la demanda y el sistema kanban (Sistema de información que controla la fabricación de los productos en la cantidad y tiempo necesarios).

Como Mohamed Alnahhal y Bernd Noche, más investigadores han continuado realizando trabajos en esta misma área, pero recientemente, han comenzado a utilizar herramientas propias de la manufactura 4.0, como lo son la simulación.

En el año 2017 se publicó el trabajo, *Secuenciado en línea en plantas de producción automotriz. Un estudio de simulación*, realizado por Marcel Lehmann y Heinrich Kuhn, en el cual simularon una producción estable dentro del marco de la configuración de una producción actual.

La técnica de modelado utilizada fue una simulación basada en eventos discretos, ya que consideraron que este método se ajustaba bien a las especificaciones de una planta de manufactura de carros y el derivado conjunto de datos del mundo real. El propósito de este modelo fue revelar la estabilidad de secuencia alcanzable bajo la producción actual y diversas configuraciones de almacenamiento. (Lehmann & Kuhn, 2017).

Un año después, en 2018, Mervat Badr y compañía publicaron el artículo *Nuevo modelo para transportación de material para la mejora de la eficiencia de la línea de producción*, en el cual expresan que el objetivo del estudio es lograr una mayor eficiencia en la operación de producción, a través de la mejora del manejo de materiales, para minimizar los desperdicios representados en el retraso de la entrega o el inventario de trabajo en proceso (WIP). Como método de solución, los autores propusieron un nuevo modelo para el transporte de material que aplica la regla de secuencia del "Tiempo de procesamiento más corto" (STP) y desarrollaron un modelo de simulación, utilizando un lenguaje de programación diseñado por el software Simul8, con el fin de validar el modelo propuesto (Badr, Ahmed Sayed, Rohman Aref, & Salah, 2018).

Gracias al estudio del trabajo realizado por otros autores, se observaron los múltiples beneficios que aporta la simulación, por lo cual, también fue utilizada en el presente trabajo.

El objetivo de esta investigación, fue disminuir los paros de línea ocasionados por falta de material, para lo cual se representó el proceso de las rutas de surtido de material por medio de un modelo matemático. Para la optimización del modelo fue propuesto un algoritmo genético, programado con Matlab. La validación del modelo matemático fue realizada por medio de la experimentación con una de las rutas implementadas en la planta, la cual surte 6 números de parte diferentes a 5 estaciones

de trabajo. La evaluación del desempeño actual de la ruta fue hecha utilizando el software de simulación *Tecnomatix Plant Simulation* de Siemens, al igual que la evaluación de los resultados arrojados por la optimización del modelo.

La metodología se muestra a continuación.

Metodología:

El proceso de surtido de material del área de supermercado a la línea de ensamble fue modelado matemáticamente.

Se eligió este tipo de modelo debido a la factibilidad que presentó para representar características de suma importancia del proceso, tales como:

- ✓ Restricción de capacidad de los equipos de remolque.
- ✓ Restricción de ventanas de tiempo. (Ciclos del proceso de entrega de material).
- ✓ Representación del paso del tiempo.
- ✓ Resolver la asignación de n números de partes diferentes a los equipos de remolque.

La mayor complejidad del desarrollo del modelo matemático se centró en considerar variables tales como:

- ✓ Tiempos ciclo diferentes de operaciones de ensamble, por estación de trabajo.

Para representar en el modelo el transcurso del tiempo, este fue convertido a número de motores producidos. Dicho cálculo se realizó en base a la cantidad de motores que se producen en una hora (MH), para este caso de estudio.

La cantidad de material también fue convertida a número de motores.

Por ejemplo, si a una estación se llevan 6 piezas de un número de parte, del cual se instalan 2 piezas por motor, la cantidad de material estará representada por un 3.

El modelo se describe a continuación:

Función Objetivo

$$\text{Maximizar } \sum_{t=1}^N CWT_t \quad (1)$$

Dónde:

t → Tiempo medido en cantidad de motores producidos.

N → Número de motores que se requieren fabricar en un día productivo.

CWT_t → Inventario en proceso para todos los números de parte $i=1, 2, 3 \dots PT$, que serán surtidos por el equipo de remolque a través del tiempo t .

Calculando el CWT_t de la siguiente manera:

$$CWT_{ti} = (CWI_i - (s * ups_i)) + \left(\left(\sum_{i=1}^{PT} (CWP_i - ((dt_i + rt_i + at_i + tll_i) * ups_i) + x_i) \right) - (dif_i * ups_i) \right) + (CWP_i - (MV * ups_i)) \quad (2)$$

$$x_i = \begin{cases} \text{Valor de } x_i \text{ si se surte el número de parte } i. \\ 0, \text{ si no se surte el número de parte } i. \end{cases} \quad (3)$$

$$0 \geq x_i \leq WSL_i \quad (4)$$

Dónde:

CWT_{ti} → Cantidad total de inventario en las estaciones de trabajo, del número de parte i , el tiempo t .

CWI_i → Cantidad de inventario en las estaciones de trabajo, del número de parte i , del día productivo.

s → Punto en el tiempo en que debe salir el equipo de remolque del área de supermercado, a la estación en que surte el primer número de parte.

ups_i → Variable que regula el consumo de material de cada número de parte.

CWP_i → Cantidad de inventario en las estaciones de trabajo, del número de parte i , a partir de que se surte el primer número de parte.

at_i → Tiempo que tarda alinear el equipo de remolque para surtir el número de parte i .

dt_i → Tiempo que tarda descargar el número de parte i , en la estación de trabajo.

rt_i → Tiempo que tarda cargar los contenedores vacíos del número de parte i .

tll_i → Tiempo que tarda el equipo de remolque en llegar al punto de surtido del número de parte i , considerando solo distancia recorrida.

x_i → Cantidad de material del número de parte i que será surtido por el equipo de

dif_t → Diferencia entre la cantidad del número de parte i en la estación de trabajo y su límite superior permitido.

MV → Número de motores producidos en el tiempo en que el equipo de remolque sale de surtir el último número de parte, regresa al supermercado y vuelve a cargar material.

PT → Total de números de parte surtidos por el equipo de remolque.

WSL_i → Capacidad máxima de inventario del número de parte i en la estación de trabajo.

CWI_i se calculó:

$$CWI_i = WSL_i \quad (5)$$

El punto s corresponde a:

$$s = \left(\frac{x_i}{ups_i} \right) - MI \quad (6)$$

$$MI = at_i + dt_i + rt_i + tll_i \quad (7)$$

Dónde:

MI → Número de motores producidos durante el tiempo en que el equipo de remolque sale del área de supermercado y llega a la estación de trabajo en que se surtirá el primer número de parte.

$$MV = ((at_i + dt_i + rt_i) * 2) + tll_i \quad (8)$$

La variable ups , de la ecuación (2) y (6), fue utilizada para considerar estaciones de trabajo duplicadas, las cuales fueron instaladas, debido a que el tiempo ciclo de ciertas operaciones sobrepasa el *takt time* (ritmo de trabajo) de la planta.

Por ejemplo, un número de parte con un tiempo de ciclo que duplica el *takt time* del proceso, y que es ensamblado en una estación duplicada, tendrá un ups igual a 0.5, ya que el consumo de material

en esa estación será un 50% más lento, con respecto a las estaciones que tiene un tiempo ciclo igual al *takt time*.

$$0 > ups_i < 1$$

Debido a que la cantidad del número de parte *i* en la estación de trabajo, no debe sobrepasar la capacidad de almacenamiento de esta, se calculó la variable *dif_i* de la siguiente manera.

$$CWp_i > WSL_i \begin{cases} si & dif_i = \frac{(CWp_i - WSL_i)}{ups_i} \\ no & dif_i = 0 \end{cases} \quad (10)$$

Sujeto a:

La suma del volumen de la cantidad de los números de parte asignados al equipo de remolque no debe exceder la capacidad total del equipo.

$$TV_i = x_i * vo_i \quad (11)$$

$$\sum_{i=1}^{PT} TV_i \leq TC \quad (12)$$

Dónde:

TV_i → Volumen de la cantidad total del número de parte *i* asignada al equipo de remolque, en *mt³*.

vo_i → Volumen de cada número de parte *i*, medido en *mt³* por motor.

TC → Capacidad del equipo de remolque medida en *mt³*.

En el modelo descrito, las variables de decisión son las *x_i* (2), las cuales determinaron la cantidad de material de cada número de parte que es necesario surtir a la línea de ensamble, para que las estaciones de trabajo no se queden sin material, durante el tiempo en que se estén produciendo los N motores predeterminados por el caso de estudio.

La optimización fue realizada por medio de un Algoritmo Genético, el cual imita el proceso de evolución biológica de “sobrevivencia del más apto”. En este tipo de algoritmos, cada solución factible de un problema, se considera como un cromosoma codificado por un conjunto de genes. Los códigos genéticos más comunes son el binario (0,1) y el numérico (0,1,2,...,n). Para esta investigación se utilizó el código binario. Como se mencionó anteriormente, el enfoque se situó en una de las rutas de surtido implementadas en la planta del caso de estudio, cuya configuración se muestra a continuación:

Equipo de remolque	Estación de surtido	Número de parte	Piezas instaladas por motor	Tiempo ciclo de operación de ensamble (segundos)	Variable de decisión
1	1	1	2	34	<i>x₁</i>
		2	2		<i>x₂</i>
	2	3	1	68	<i>x₃</i>
		4	1		<i>x₄</i>
	3	5	1	68	<i>x₅</i>
		6	1		<i>x₆</i>
	4	3	1	68	<i>x₇</i>
		4	1		<i>x₈</i>
	5	5	1	68	<i>x₉</i>
		6	1		<i>x₁₀</i>

Tabla 1.1 Configuración de la ruta de surtido de materiales.

A pesar de que la ruta surte 6 números de parte, como se puede observar en la tabla 1.1, cuatro de estos números se surten en dos estaciones de trabajo diferentes cada uno, por lo cual se tienen 10 variables de decisión x_i . Cada x_i define la cantidad de material de cada número de parte, que se enviará a cada estación de trabajo, por lo cual el número de genes que representa cada variable, depende del valor máximo que ésta pueda tomar. Dicho valor está dado por WSL_i (4).

Por ejemplo, si WSL fuera igual al vector [24, 24, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12], y el algoritmo generara la posible solución [24, 12, 6, 6, 6, 6, 6, 6, 6, 6], estaría representada por el código binario de 42 dígitos (11000,01100,0110,0110,0110,0110,0110,0110,0110,0110). En este ejemplo el valor de WSL determinó que cualquier posible solución estaría conformada por un cromosoma de 42 genes.

En los AG se llama “población” al conjunto de posibles soluciones generadas (NTI), también conocidas como individuos.

Para esta investigación primero se generó la población inicial, y posteriormente se decodificó, lo cual significa obtener las posibles soluciones en código numérico. En esta parte el algoritmo ajustó las posibles soluciones para asegurar su factibilidad, considerando que:

- La cantidad de material esta medida en número de motores que se pueden ensamblar, esto en base a la cantidad de piezas de un mismo número de parte instaladas por motor.
- Solo se pueden enviar contenedores primarios completos, no se está considerando hacer *kits* de material.

La aptitud de cada posible solución fue evaluada en el AG por medio del modelo matemático desarrollado. Ver figura 1.1.

Posteriormente se aplicó selección por torneo a la población, en la cual se comparó de dos en dos, el valor obtenido de cada individuo, en toda la población y se pasaron a la siguiente generación (Gen) los cromosomas en código binario que originaron el valor más alto, debido a que se buscó maximizar.

El número de generaciones (NTGen), es el número de veces que se repite el AG.

Enseguida se aplicó el cruce de un punto a los individuos seleccionados. Se seleccionaron aleatoriamente los genes de dos de los individuos (padres), se dividieron al azar en el mismo punto y luego se intercambiaron, produciendo dos soluciones nuevas (hijos). El cruce de individuos se realizó en base a una probabilidad definida en el algoritmo (pc). Este paso se repitió hasta volver a obtener el tamaño de la población inicial.

Después se aplicó mutación por intercambio a la nueva población. En este paso se seleccionaron individuos de entre la población en base a una probabilidad (pm) definida en el AG. En cada individuo seleccionado, se eligió un gen al azar y se reemplazó por otro, si resultaba 0 se cambiaba a 1, y viceversa.

Después de la mutación, la nueva población se volvió a evaluar y se repitieron los pasos anteriores un número de veces (NTGen) definido antes de comenzar a correr el AG.

De la última generación evaluada se tomó el mejor resultado, el cual fue la mejor solución encontrada por el algoritmo. (Taha, 2012)

El algoritmo genético fue programado en Matlab, a continuación se muestra un diagrama de su funcionamiento para su mayor entendimiento:

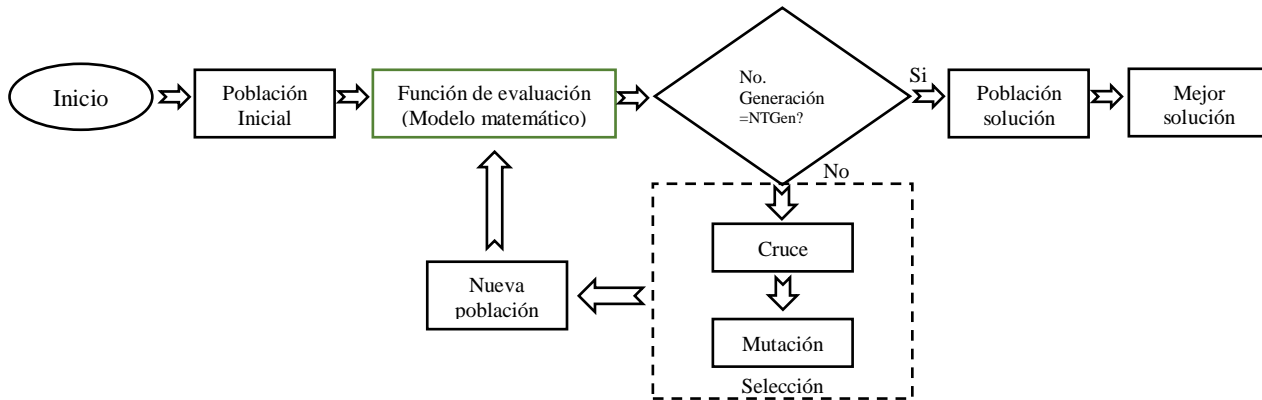


Figura 1.1 Funcionamiento de un algoritmo genético.

Se eligió esta técnica de optimización debido a la flexibilidad que presentó para adaptarle el modelo matemático propuesto y también a la eficiencia presentada para resolver este tipo de problemas, estudiada en el estado del arte.

El algoritmo se corrió más de una vez, generando diversos resultados al variar sus principales parámetros. De dichos resultados fue tomado como mejor solución, el que logró el valor máximo.

Por último, para poder evaluar los resultados obtenidos por la optimización, se realizó la comparación entre el desempeño del proceso de surtido actual y dichos resultados. Para este parte de la investigación, fue elaborado un modelo de simulación del proceso, por medio del software *Tecnomatix Plant Simulation* de SIEMENS.

La experimentación y resultados se muestran en la siguiente parte del extenso.

Experimentación

A pesar de que el algoritmo fue programado para optimizar el surtido de n números de parte diferentes a la línea de ensamble, por medio de uno o más equipos de remolque, para fines de experimentación las pruebas se enfocaron en una de las rutas implementadas, la cual utiliza 2 carros especiales con sistema de carga y descarga automático, que son jalados por un solo equipo de remolque. Su configuración se mostró en la tabla 1.1.

El algoritmo genético se probó variando los parámetros de: número de individuos (NTI), número de generaciones (NTGen), probabilidad de mutación (pm), y probabilidad de cruce (pc).

Para la asignación de dichos parámetros fueron tomados valores utilizados en la bibliografía estudiada (Taha, 2012) y posteriormente les fueron realizadas variaciones.

La planta del caso de estudio, tiene una producción variante de entre 80 y 105 motores por hora, por lo cual, el modelo matemático fue desarrollado considerando, que debía tener la flexibilidad de modificar este valor de manera sencilla. Para fines de la experimentación se tomó el límite superior, el cual fue de 105 motores por hora.

El algoritmo se corrió en una computadora con procesador Intel(R) Core(TM) i5-7200U CPU @ 2.70 GHz, memoria RAM de 8.0 GB, y sistema operativo de 64 bits, procesador x64.

A continuación en la tabla 1.2, se muestra el resumen de los mejores resultados obtenidos de los experimentos realizados.

AG Tabla Comparativa										
Número de Experimento	NTI	NTGen	pm	pc	Resultado	Solución	Tiempo CPU (seg)	Tiempo Real (seg)	No.Ciclos	MH
Basal	NA	NA	NA	NA	1.35E+05	[24,24,12,12,12,12,12,12,12]	1.13E+04	7.343	75	105
1	100	100	0.2	0.8	-1.53E+05	[36,36,24,30,30,30,30,30,30]	1.22E+04	1.36E+02	30	105
2	100	200	0.2	0.8	1.35E+05	[24,24,12,12,12,12,12,12,12]	1.28E+04	5.91E+02	75	105
3	100	300	0.2	0.8	-1.32E+05	[36,36,24,30,30,30,30,30,30]	1.78E+03	4.08E+02	30	105
4	100	400	0.2	0.8	8.10E+04	[36,36,18,18,18,18,18,18,18]	1.38E+04	7.64E+02	50	105
5	200	100	0.2	0.8	-1.87E+05	[36,36,24,24,18,30,30,30,30]	1.40E+04	2.76E+02	30	105
6	200	200	0.2	0.8	-1.28E+04	[36,36,24,30,30,30,30,30,36]	1.43E+04	2.63E+02	13	105
7	200	300	0.2	0.8	95.615316	[36,36,18,24,18,24,24,24,30]	2.28E+03	5.00E+02	14	105
8	200	400	0.2	0.8	95.615316	[36,36,18,24,18,24,24,24,30]	2.89E+03	6.17E+02	14	105
9	100	100	0.5	0.5	2.57E+04	[36,36,18,18,18,6,18,18,18,24]	6.08E+03	1.36E+02	15	105
10	100	200	0.5	0.5	-1.76E+05	[36,24,24,30,30,30,30,30,30]	5.94E+03	1.66E+02	30	105
11	100	300	0.5	0.5	-1.53E+05	[36,36,24,30,30,24,30,30,30]	5.77E+03	3.73E+02	30	105
12	100	400	0.5	0.5	-1.33E+03	[36,36,24,24,24,18,18,24,30]	5.38E+03	3.15E+02	14	105
13	200	100	0.5	0.5	1.48E+04	[36,36,18,18,18,6,18,18,18,24]	5.05E+03	1.69E+02	15	105
14	200	200	0.5	0.5	2.93E+04	[36,36,18,18,18,18,18,18,30]	4.88E+03	7.10E+02	11	105
15	200	300	0.5	0.5	-1.04E+04	[36,36,18,24,18,24,12,24,24,30]	4.16E+03	4.63E+02	14	105
16	200	400	0.5	0.5	-1.32E+05	[36,36,24,30,30,30,30,30,30]	3.70E+03	8.06E+02	30	105

Tabla 1.2 Resultados de la experimentación con AG.

En el primer registro de la tabla 1.2, se muestra la evaluación basal de la ruta de surtido de material estudiada, cuya configuración está dada por el vector [24, 24, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12].

Tomando como guía la tabla 1.1, el vector solución del experimento basal mostrado en la tabla 2.2 define lo siguiente: del número de parte 1 se envía material para ensamblar 24 motores a la estación 1, del número de parte 2 se envía material para ensamblar 24 motores a la estación 1, del número de parte 3 se envía material para ensamblar 12 motores a la estación 2, del número de parte 4 se envía material para ensamblar 12 motores a la estación 2, del número de parte 5 se envía material para ensamblar 12 motores a la estación 3, del número de parte 6 se envía material para ensamblar 12 motores a la estación 3, del número de parte 3 se envía material para ensamblar 12 motores a la estación 4, del número de parte 4 se envía material para ensamblar 12 motores a la estación 4, del número de parte 5 se envía material para ensamblar 12 motores a la estación 5 y del número de parte 6 se envía material para ensamblar 12 motores a la estación 5.

Sabiendo que el objetivo de la optimización es maximizar la cantidad de material en las estaciones de trabajo a través del tiempo, como se puede observar en la tabla 2.2, el mejor resultado se obtuvo en el experimento 4, con los parámetros del algoritmo genético siguientes: NTI=100, NTGen=400, pm=0.2 y pc=0.8.

En la columna resultado se muestra el valor obtenido de $\sum_{t=1}^N CWT_t$, explicado anteriormente en la metodología de la investigación.

La gráfica de convergencia resultante se muestra a continuación:

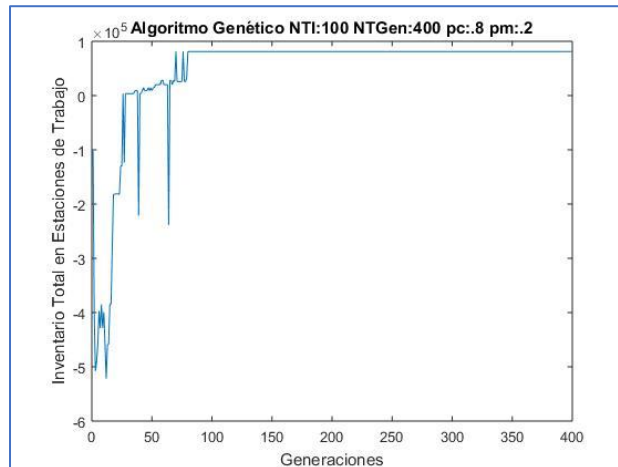


Figura 1.2 Gráfica de convergencia del experimento 4.

Como se puede observar, la gráfica convergió a partir de la generación 100, sin embargo en los experimentos 1, 2 y 3 no se llegó a una buena solución, a pesar de tener los mismos parámetros $NTI=100$, $pm=0.2$ y $pc=0.8$.

Aun así, se logró obtener un buen resultado en el experimento 4, y para poder corroborarlo su validación se muestra a continuación en la siguiente sección del artículo.

Resultados:

Como se observó en la tabla 1.2, el vector solución obtenido por la optimización fue [36, 36, 18, 18, 18, 18, 18, 18, 18, 18], sin embargo, fue necesaria la validación de éste resultado para poder asegurar la factibilidad de su implementación, y que cumpliera con el objetivo principal de la investigación, el cual es la disminución de paros de línea causados por falta de material en las estaciones de trabajo. Como se mencionó en la metodología, se desarrolló un modelo de simulación para evaluar el desempeño de la ruta actual, y compararlo con el desempeño del resultado dado por la optimización. La información obtenida fue la siguiente:

Configuración de la ruta actual: [24, 24, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12, 12].

- Tiempo de simulación: 12 horas.
- Motores producidos durante el tiempo de simulación: 1234.
- Promedio motores por día: 102.83.
- Distancia total recorrida por el equipo de remolque: 22,196.2871 metros.
- Tiempo de paros de línea debidos a falta de material: 0.
- Porcentaje de tiempo de espera el equipo de remolque: 52.5%.

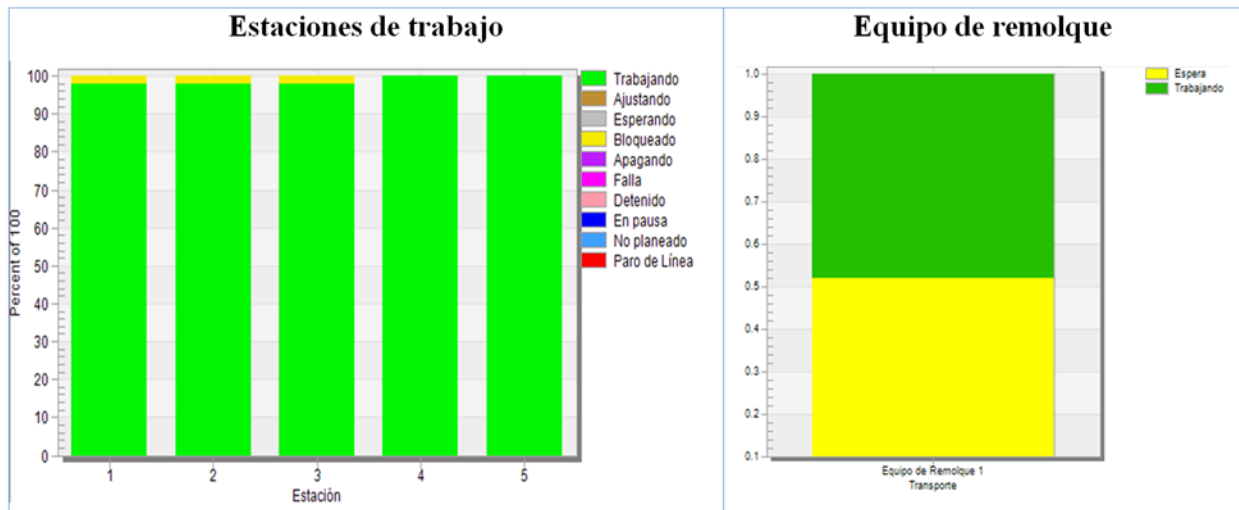


Figura 1.3 Estadísticas, simulación basal.

Configuración de la ruta dado por la optimización: [36, 36, 18, 18, 18, 18, 18, 18, 18, 18].

- Tiempo de simulación: 12 horas.
- Motores producidos durante el tiempo de simulación: 1234.
- Promedio motores por día: 102.83.
- Distancia total recorrida por el equipo de remolque: 14,839.6776 metros.
- Tiempo de paros de línea debidos a falta de material: 0.
- Porcentaje de tiempo de espera el equipo de remolque: 67.9%.

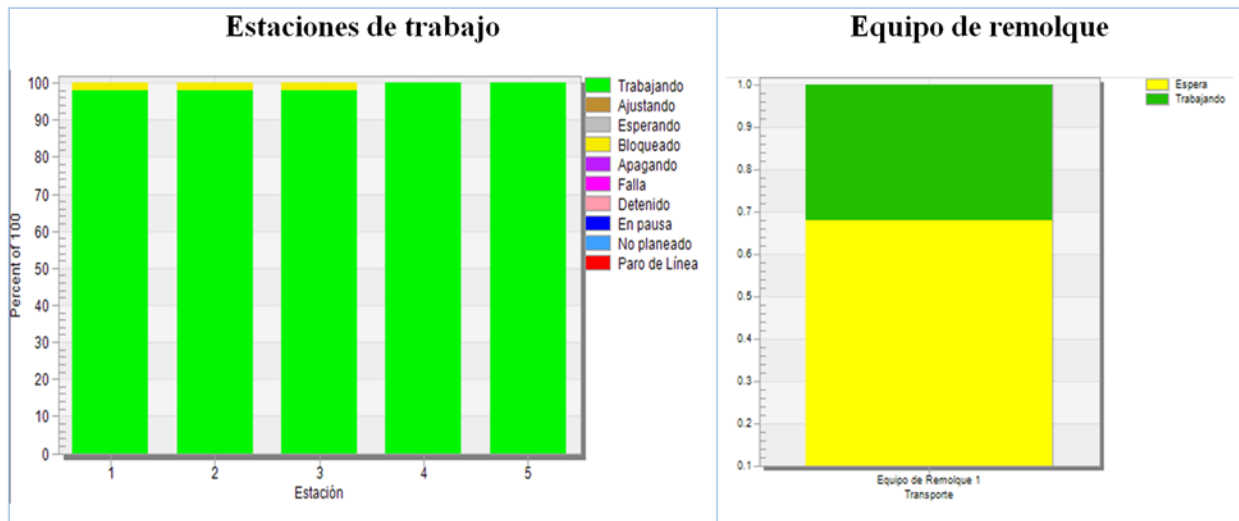


Figura 1.4 Estadísticas, simulación de resultados de optimización.

La simulación permitió corroborar que:

- Con la solución obtenida en la optimización, aumentó la utilización del espacio volumétrico total disponible en el equipo de remolque, de la ruta de surtido estudiada.
- Al aumentar la cantidad de material que se envía, por cada ciclo de surtido del equipo de remolque, disminuyó el número total de ciclos que se tienen que hacer a lo largo de un turno de 12 horas (tiempo de simulación). Este dato se puede corroborar en la tabla 2.2, donde se observa que el experimento basal da como resultado un total de 75 ciclos, mientras que el experimento 4 (solución óptima) resultó en 50 ciclos, por lo cual hubo una disminución del 66.6% en el número de ciclos totales de surtido. En la simulación, lo anterior se corrobora en la distancia total recorrida por el equipo, mientras que actualmente es de 22,196.2871 metros durante el turno, la optimización dio un total de 14,839.6776 metros.
- Mientras que el porcentaje de tiempo de espera del proceso actual, fue de 52.5%, la simulación de la solución óptima arrojó un porcentaje del 67.9%. Este porcentaje, incluye el tiempo de carga de material y descarga de contenedores vacíos del equipo de remolque, en el área de supermercado y en las estaciones de trabajo, por lo cual no todo puede considerarse como tiempo muerto. Sin embargo, el hecho de que haya aumentado de esta manera, confirma que al tener que realizar menos ciclos de surtido de material, aumenta el tiempo muerto, tanto como para el equipo de remolque, como para su operador, lo cual podría significar la oportunidad de re balancear el total de rutas de surtido en la planta. En este punto es importante mencionar, que por el funcionamiento automático de los carros de la ruta de surtido, los tiempos de carga y descarga no varían de manera significativa en base a la cantidad de material asignado a la ruta, mientras surta la misma cantidad de estaciones y realice el mismo número de paradas en el área de supermercado.

Por otro lado, con respecto al funcionamiento del AG, en la mayoría de los experimentos realizados, no se observó buena convergencia en la gráfica de resultados. Este hecho podría deberse al gran tamaño del cromosoma requerido para este caso. La ruta elegida para la experimentación tiene un $WSL = [48, 48, 30, 30, 30, 30, 30, 30, 30, 30]$, por lo que los cromosomas que conformaron las posibles soluciones necesitaron un total de 52 genes. Como primeras observaciones se detectó que el tipo de cruce utilizado en el AG presentó problemas para mejorar las soluciones generación tras generación.

Aunque el algoritmo logró encontrar un buen resultado, no se elimina el hecho de que si se busca optimizar una mayor cantidad de rutas, el cromosoma será más grande y la eficiencia del algoritmo será menor.

Regresando al objetivo principal de esta investigación, la simulación de la solución óptima no generó paros de línea por falta de material en las estaciones de trabajo, sin embargo, el hallazgo más desconcertante fue que, en la simulación basal tampoco se generaron dichos paros de línea, lo cual no concuerda con lo que está sucediendo en el proceso real. A pesar de lo anterior, se logró visualizar una teoría de lo que está provocando dichos paros, la cual se menciona a continuación en las conclusiones.

Conclusiones

La técnica de optimización logró maximizar la utilización de la capacidad volumétrica de los carros de carga, con lo cual, disminuyó la cantidad de ciclos de surtido totales durante el turno de trabajo, y por consiguiente, disminuyó la distancia recorrida por el equipo de remolque. Lo anterior podría traducirse en reducciones de costos para la planta, si la solución fuera implementada. También consiguió, sincronizar el envío de material a la línea de producción, considerando características complejas del proceso, como lo son, las estaciones de trabajo con diferente tiempo ciclo de sus operaciones de ensamble, números de parte con más de una pieza instalada por motor y el consumo de material a través del tiempo.

Por otro lado, en la simulación de la solución óptima, se observó el aumento del porcentaje de tiempo muerto de la ruta, el cual se traduce en tiempo muerto del equipo de remolque y de su operador. Esto al contrario de considerarse como una afectación en el proceso, puede resultar beneficioso, debido a que la prueba de la técnica de optimización, se enfocó solo en una de las 8 rutas de surtido implementadas en la planta, lo cual podría significar que, al optimizar todas las rutas, incluso se podría disminuir el número de equipos de remolque necesarios para surtir el material productivo a toda la línea de ensamble.

Un punto muy importante, es resaltar el hecho, de no haber podido corroborar con la simulación basal, los paros de línea causados por falta de material que se presentan en el proceso real. Sin embargo, en base a la experiencia del dueño del proceso, la principal razón podría ser que al simular solo una ruta, no se está considerando la afectación que podría causar la interacción entre el total de rutas de surtido implementadas. En el caso de estudio, la planta cuenta con pasillos estrechos por los cuales los equipos de remolque no se pueden rebasar entre sí, y al tener diferentes frecuencias de surtido y pasar por los mismos pasillos, unos equipos podrían estar retrasando a otros, pero hasta este momento, esta es solo una asunción.

Como trabajo futuro, se buscará optimizar el total de las rutas de surtido del presente caso de estudio, para lo cual se pretende seguir usando la misma técnica de optimización, considerando que logró generar un buen resultado. Sin embargo, como fue visto, es necesario modificar el tipo de cruce utilizado en el AG para mejorar su eficiencia. De primera instancia se propone realizar el cruce individual, de cada parte del cromosoma correspondiente a cada x_i , en lugar de cruzar de manera general todo el cromosoma. De esta manera se buscará hacer más eficiente la mejora de las soluciones. Además, de ser posible, se intentará optimizar el modelo matemático por medio de otras técnicas, como lo podrían ser, optimización por enjambre de partículas y/o colonia de hormigas.

Por último, cabe resaltar, que el uso de la herramienta de simulación, fue de vital importancia para la evaluación del proceso actual y la validación de los resultados obtenidos por medio de la optimización.

Agradecimientos

Los agradecimientos están dirigidos a la Corporación Mexicana de Investigación de Materiales S.A. de C.V. por facilitar el uso del software necesario y proporcionar el conocimiento intelectual para hacer posible el desarrollo de esta investigación. Para ser más específicos, al Dr. Pedro Perez Villanueva gerente del área de posgrado, Dr. Elias Gabriel Carrum Siller y Dr. Darwin Young Vázquez, mi tutor y co-tutor de estudios de posgrado. También para la empresa del caso de estudio, por proporcionar los datos necesarios para la experimentación, de la cual por motivos de confidencialidad no se mencionará su nombre. Por último, pero no menos importante, el agradecimiento es para todas las personas que directa e indirectamente ofrecieron su apoyo en el desarrollo de esta investigación, mis compañeros de estudio por su ideas y observaciones, mis padres, Alma Delia Celestino y Juan Antonio Luevano, demás familia y seres queridos que me motivaron para realizar el esfuerzo que significó el desarrollo esta investigación.

Referencias

- Alnahhal , M., & Noche, B. (2015). Dynamic material flow control in mixed model assembly lines . *Computers & Industrial Engineering* , 110-119.
- Badr, M., Ahmed Sayed, M. M., Rohman Aref, A. E., & Salah, A. (2018). New Model for Material Transportation to Improve Efficiency of Production Line. *International Journal of Science and Qualitative Analysis*, 60-64.
- Boysen, N., Emde, S., Hoeck, M., & Kauderer, M. (2015). Part logistics in the automotive industry: Decision problems, literature review and research agenda. *European Journal of Operational Research*, 107-120.
- González, F. (2018). Qué es la logística interna: principales características. *IN MANAGEMENT*.
- Lehmann, M., & Kuhn, H. (2017). In-Line Sequencing in Automotive Production Plants—A Simulation Study. *Operations Research Proceedings Editorial Springer*, 537-542.
- Morales, Roberto. (2019) México logra sexto sitio en producción automotor. México: El economista, Recuperado de <https://www.economista.com.mx>
- Taha, H. A. (2012). *Investigación de Operaciones Novena Edición*. México: PEARSON EDUCACIÓN.

Calibración de acelerómetros en dispositivos móviles para mediciones estáticas a partir de coordenadas GPS

Ramiro Arango, José Bestier Padilla Bejarano, Jair A. García Arias, Álvaro Andrés Navarro,
Universidad del Quindío – Programa de Tecnología en Instrumentación Electrónica,
Armenia, Quindío, Colombia

Sobre los autores

Ramiro Arango: Docente investigador Universidad del Quindío (25 años) - Maestría en instrumentación física - Especialista Instrumentación Física – Miembro del Grupo de Investigación en Desarrollos Tecnológicos GIDET – Software desarrollados: kinder-pro, taller de desarrollo, Neurozone 1.0, Neurotrain 1.0, Neurotracking, BioG. Proyectos de investigación: desarrollo de herramientas integradas para el diseño de sistemas electrónicos programables, diseño del laboratorio de física computarizado, desarrollo de un sistema automático de mapeo cerebral y monitoreo intraoperatorio cortical y profundo: aplicación a la neurocirugía, localización de fuentes epileptopatogénicas mediante modelos de reconstrucción espacio-temporales, Sistema para determinar el centro de gravedad de un deportista practicante de tejo. Medición de la confiabilidad de los dispositivos móviles en prácticas de laboratorio de física **Correspondencia:** ramy@uniquindio.edu.co

José Bestier Padilla Bejarano: Docente Investigador Universidad del Quindío (24 años) - Maestría en Ingeniería Eléctrica - Especialista en Redes de Comunicación – Gestor de innovación – Estudiante de Doctorado en GTI- Líder del Grupo de Investigación en Desarrollos Tecnológicos GIDET – Software desarrollados: Neurozone 1.0, Neurotrain 1.0, Neurotracking, BioG. Proyectos de investigación: desarrollo de un sistema automático de mapeo cerebral y monitoreo intraoperatorio cortical y profundo: aplicación a la neurocirugía, localización de fuentes epileptopatogénicas mediante modelos de reconstrucción espacio-temporales, Implementación de Algoritmos Inteligentes para la navegación de Robots móviles en ambientes interiores, Sistema para determinar el centro de gravedad de un deportista practicante de tejo. Medición de la confiabilidad de los dispositivos móviles en prácticas de laboratorio de física.

Correspondencia: jbpadilla@uniquindio.edu.co

Jair A. García Arias: Docente investigador Universidad del Quindío (25 años) - Maestría en instrumentación física - Especialista Instrumentación Física – Miembro del Grupo de Investigación en Desarrollos Tecnológicos GIDET. Software desarrollado: BioG. Proyectos de investigación: Sistema para determinar el centro de gravedad de un deportista practicante de tejo. Medición de la confiabilidad de los dispositivos móviles en prácticas de laboratorio de física

Correspondencia: aanavarro@uniquindio.edu.co

Álvaro Andrés Navarro: Docente investigador Universidad del Quindío (8 años) – Magister Automatización y Robótica – Ingeniero Electrónico. Miembro del grupo de investigación en desarrollos tecnológicos GIDET. Miembro del IEEE en la sociedad de Robótica y Automatización Artículos: Construcción de un Sistema de Instrumentación para la Medición de la Temperatura, pH y Oxígeno Disuelto presentes en la Piscicultura bajo Condiciones de Estanque Artificial, Plataforma de Monitoreo de Variables Físicas con dsPIC's, Viabilidad de utilización de visión artificial en la

determinación de frescura de carne de bovino. Navegación probabilística de robots móviles con restricciones cinemáticas.

Correspondencia: aanavarro@uniquindio.edu.co

Resumen

Los dispositivos móviles en el m-learning se han venido utilizando como dispositivos de medición haciendo uso de los sensores incorporados, si bien, el objetivo inicial de dichos sensores es el de enriquecer la interacción con el usuario (para lo cual se utilizan algoritmos que no se requieren un alto nivel de precisión), se debe indagar sobre la precisión de dicha medición para que puedan ser utilizados como dispositivos de medida en la implementación de aplicaciones en laboratorios de Física, medición de variables fisiológicas, etc., En este artículo se exponen algunas consideraciones para determinar la precisión y exactitud en las medidas estáticas realizadas con el acelerómetro incorporado en los dispositivos móviles y se plantea un procedimiento de calibración utilizando como medida patrón el valor de la gravedad calculada en el sitio donde se toma la medida a partir de las coordenadas indicadas por el GPS, al final se muestra una aplicación en la que implementa la metodología de calibración propuesta y los resultados conseguidos en la medición de la precisión y exactitud de la gravedad y ángulo con y sin ajuste debido a la calibración.

Palabras Claves: Aceleración, calibración, dispositivos móviles, M-Learning, sensores, GPS.

Calibration of accelerometers in mobile devices for static measurements using the gravity value calculated from the GPS coordinates.

Abstract

Mobile devices in m-learning have been used as measuring devices using the built-in sensors, although the initial objective of these sensors is to enrich the interaction with the user (for which the precision of the algorithms used that is not relevant), it is necessary to inquire about the precision of that measurement so that they can be used as measurement devices in the implementation of applications in Physics laboratories, measurement of physiological variables, etc., In this article some considerations are exposed to determine the precision and accuracy in the static measurements carried out with the incorporated accelerometer in the mobile devices and a calibration procedure is proposed using as a standard measure the value of the gravity computed in the place where the measurement will take place using the indicated coordinates by the GPS sensor. In the end, an application is shown in which implements the proposed calibration methodology and the results obtained in the accurate measurement of gravity and angle with and without adjustment due to the calibration process.

Keywords: Acceleration, calibration, mobile devices, M-Learning, sensors, GPS.

Introducción

El creciente desarrollo técnico y uso de los dispositivos móviles modernos (teléfonos inteligentes y tabletas) ha permitido que cada vez sean más utilizados como dispositivos de medición debido a sus capacidades de cálculo y sensores incorporados (Kuhn & Vogt, 2013; Moreira, Ferreira, Pereira

S., & Durao N., 2017); igualmente por sus funciones avanzadas adicionales han allanado el camino para convertirse en herramientas multifuncionales en la física experimental proporcionando el desarrollo de prácticas de enseñanzas simples, versátiles y confiables (Hochberg, Kuhn, & Müller, 2018), lo anterior sumado a su facilidad de uso, portabilidad, versatilidad, adaptabilidad y la capacidad de personalizar experiencias individuales ha llevado a emplear los sensores de dispositivos móviles para fines de enseñanza, en el contexto de m-learning (Trujillo P. & González G., 2016).

Los sensores integrados en los dispositivos móviles son una solución de bajo costo que permite por medio de aplicaciones la interacción entre personas, computadoras, otros dispositivos y el medio ambiente. Existen desarrollos que van desde aplicaciones para identificar la ubicación del usuario por GPS, registro de actividades diarias y juegos que utilizan acelerómetros, sistemas de realidad aumentada y virtual con el uso del giroscopio, micrófonos que perciben los movimientos gestuales del usuario, antenas de Wi-Fi y Bluetooth que intercambian información entre los usuarios, etc. (Boesing, Silva, & Nedel, 2013).

Acelerómetros en los dispositivos móviles

Todos los dispositivos móviles del mercado poseen un acelerómetro de tres ejes (x, y, z) donde la orientación del sensor (y sistema de coordenadas) varía según la marca, habitualmente son utilizados para enriquecer la interacción con el usuario, permitiendo determinar la orientación del celular con respecto al usuario y así determinar la transformación necesaria para que la presentación en la pantalla pueda ser vista de la mejor manera. Las señales de aceleración registradas a través de los acelerómetros pueden también ser usadas para identificar o detectar el tipo de actividad de la vida diaria que realiza el usuario como sentarse, estar de pie e incluso caminar o correr (Fuentes, Gonzalez A., Angulo, & Ortega, 2012; Pires et al., 2018). En (Zhang, Liu, & Hou, 2006) se mencionan estudios relacionados con la aceleración que discriminan un movimiento de otras actividades, por ejemplo, la detección de caídas.

Todas las funciones mencionadas anteriormente requieren que los acelerómetros entreguen una medida cuya precisión no es crítica, pues en la determinación de la orientación del celular, por lo menos en las que son perpendiculares entre sí los valores de la medición de la aceleración en los tres ejes varía de extremo a extremo en cada configuración como puede verse en la figura 1, si la orientación es exacta, en los ejes donde no aparece la aceleración de la gravedad (g), serán leídos como 0, en los ejes donde aparece g se leerá 9.8 o -9.8, dependiendo si la orientación del eje es paralela o anti paralela al vector de la gravedad. En la identificación del tipo de actividad realizada por el usuario se determinan algunos rangos de variación para identificar patrones típicos a partir de modelos estadísticos donde el valor real de la aceleración en cada instante es menos importante que el patrón de cambio de dicha variable (Cantillo V., Roura R., & Sánchez P., 2012).

Sin embargo, cada vez es más común utilizar aplicaciones avanzadas con las que se pretende “medir”, de alguna forma la actividad física que realiza el usuario (algo muy diferente a solo detectar el tipo de actividad) y de manera indirecta las calorías consumidas, y en algunas otras también se pretende utilizar las medidas de la aceleración para medir cantidades o variables físicas involucradas en los fenómenos físicos cotidianos. En estos tipos de aplicaciones sí es necesario tener una medida “confiable” si se pretende una precisión aceptable en las mediciones realizadas, esta confiabilidad del instrumento tiene que ver con tener certeza de que la medida realizada tiene un margen de error aceptable de acuerdo al tipo de aplicación. La única forma de determinar dicha confiabilidad es utilizando un patrón de medida que permita establecer y si es posible corregir el error en la medición

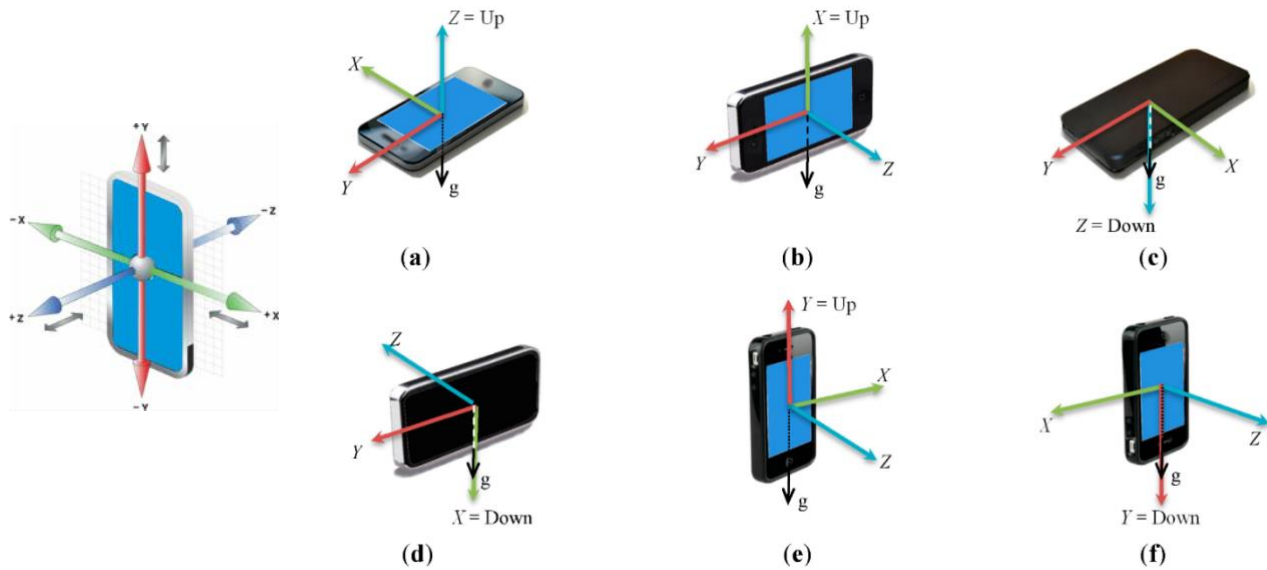


Figura 1. Diferentes orientaciones y los respectivos ejes donde influye la gravedad. Adaptada de (Cantillo V. et al., 2012)

Cálculo de la gravedad local

La aceleración de la gravedad es debida a la fuerza de atracción gravitacional entre los objetos; en nuestro planeta, el objeto más masivo es la propia tierra y por tanto cuando se mide la fuerza gravitatoria que actúa sobre un objeto se sobreentiende que se está midiendo la fuerza que ejerce la tierra sobre este. La magnitud de la fuerza se calcula con la ley gravitacional de Newton:

$$F = G \frac{m_1 m_2}{r^2} \tag{1}$$

Dónde: G es la constante de gravitación universal, m_1 , m_2 son las masas de los dos cuerpos y r es la distancia entre ellos. Si se desea determinar la aceleración que produce sobre uno de los cuerpos (por ejemplo, m_1), entonces a partir de la segunda ley de Newton se tiene que:

$$m_1 a_1 = F \text{ y despejando } a_1 = F / m_1 \text{ si se reemplaza F se tiene que:}$$

$$a_1 = G \frac{m_2}{r^2} \tag{2}$$

Entonces como $G= 6,674 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$ y si se asume que m_2 es la masa de la tierra ($5,972 \times 10^{24} \text{ kg}$), y se toma r como la distancia del objeto al centro de la tierra, y se fija ésta como una constante igual a 6.378137 m (la distancia de un punto ubicado a una latitud de 45° y a nivel del mar), la aceleración de la gravedad convencional es 9.80665 m/s^2 , o aproximada 9.81, utilizada en la mayoría de los textos de Física. Sin embargo, debido a que la tierra no es completamente esférica sino elipsoidal (por el achatamiento de los polos), y en menor grado la altura sobre el nivel del mar, la distancia efectiva en el cálculo de la gravedad varía de acuerdo a la ubicación sobre la superficie terrestre. Para calcular la gravedad local se aplica la ecuación recomendada por la Organización Internacional de Metrología Legal (Thulin, 1992) con una exactitud de 0.01% basado en un modelo matemático, a partir de la latitud y la altura sobre el nivel del mar.

$$g_l = g_e (1 + F_1 \text{sen}^2(\phi) - F_2 \text{sen}^2(2\phi)) - 3,086 \times 10^{-6} H \tag{3}$$

Dónde:

g_l : Aceleración local en m/s^2

g_e : 9,780318 m/s^2 , aceleración de la gravedad en el Ecuador ($\phi = 0^\circ$)

F_1 : 0,0053024 (aplastamiento gravitacional)

ϕ : Latitud en grados ($^\circ$).

F_2 : 0,0000058 (corrección debida parcialmente a aceleración centrípeta)

H: altura (ortométrica) sobre el nivel del mar en metros.

La mayor contribución es debida a la latitud, de tal forma que para dos objetos ubicados a nivel del mar uno en los polos y otro en la línea ecuatorial, los valores locales de g son 9,832 m/s^2 y 9,780 m/s^2 , respectivamente. En la ecuación se han despreciado efectos como la acción debida a la atracción del sol y la luna sobre el cuerpo, debido a que sus efectos son periódicos y sus valores son demasiado pequeños comparados con la atracción de la tierra.

Funcionamiento de los Acelerómetros

Un acelerómetro es un dispositivo que mide la aceleración propia del dispositivo. Esto no necesariamente es lo mismo que la aceleración de coordenadas (cambio de velocidad del dispositivo en el espacio), sino que está más bien asociado con el fenómeno del peso experimentado por una masa de prueba que reside en el marco de referencia del acelerómetro mismo.

En general, los acelerómetros miden la aceleración al detectar cuánto presiona una masa sobre algo cuando una fuerza actúa sobre ella. Un acelerómetro en reposo en relación con la superficie de la Tierra indicará aproximadamente 1 G hacia arriba, porque cualquier punto en la superficie de la Tierra está acelerando hacia arriba en relación con el marco de inercia local (el marco de un objeto que cae libremente cerca de la superficie). Para obtener la aceleración debido al movimiento con respecto a la Tierra, este "desplazamiento de gravedad" debe ser restado. Los acelerómetros suelen ser construidos con materiales piezo-eléctricos, y con sistemas electromecánicos (MEMS), estos últimos tienen la ventaja de construirse en circuitos integrados ocupando espacio reducido y son los que se encuentran dentro de los dispositivos móviles.

Como ya se mencionó en los dispositivos móviles existen tres acelerómetros alineados con los ejes X, Y, Z que pueden registrar las aceleraciones instantáneas bajo las restricciones de muestreo que están limitadas por el sistema operativo.

La posibilidad de calibrar sensores en el campo es un tema interesante, no solo por razones prácticas y económicas, sino también desde un punto de vista técnico. De hecho, la salida del sensor MEMS depende de la temperatura y, en general, de otras condiciones ambientales (Wu, 2002), además puede existir un error de alineamiento entre los ejes del acelerómetro con respecto a los ejes del dispositivo en el que se encuentra instalado (Pedley, 2015). Por lo tanto estos acelerómetros deben ser calibrados en campo cuando se requiere una medición realista que tenga en cuenta las incertidumbres de las medidas (Fong, Ong, & Nee, 2008; Frosio, Pedersini, & Borghese, 2009; Glueck, Bugman, & Manoli, 2012).

Cabe mencionar que, por lo menos en teoría, los fabricantes de celulares y tabletas deben hacer un proceso de calibración de cada acelerómetro en el momento de incorporarlos a cada uno de los dispositivos (Moder, Reitbauer, Dorn, & Wieser, 2017), pues a pesar de ser producidos en serie, la más mínima diferencia en la alineación de los ejes de la "carcaza" del celular con respecto a los ejes del acelerómetro generan errores en la medición. También puede ocurrir que, debido a desajustes propios del uso, ya sea por "golpes", reparaciones, etc.; dicha calibración pierde validez y sea necesario recalibrar la medición. Justo por esta situación es que se debe recalibrar los acelerómetros de los Smartphone.

Funcionamiento del GPS

El GPS es un sistema de navegación basado en 24 satélites (siendo 32 en total al contar los destinados a mejorar la precisión), que proporciona la posición de un punto en la superficie terrestre en tres dimensiones (latitud, longitud y altitud), además velocidad y tiempo, las 24 horas del día a un número ilimitado de usuarios en cualquier parte del mundo (Banda et al., 1997). La técnica del GPS consiste en medir el tiempo (Δt) que tarda en llegar una señal emitida por un satélite, al receptor. La distancia entre el transmisor y el receptor puede calcularse multiplicando el Δt por la velocidad de propagación de la señal, o sea la velocidad de la luz, de esta forma obtenemos la distancia entre cada satélite y los receptores, por lo tanto, la distancia define una esfera con centro en el satélite y la intersección de al menos 3 esferas nos dan como resultado la posición del punto a través de sus 3 coordenadas tridimensionales (X, Y, Z). Sin embargo, debido a la dificultad para poder sincronizar los relojes de los receptores GPS con los relojes atómicos de los satélites GPS y que además la señal se retarda al atravesar la ionósfera y la tropósfera, los resultados obtenidos no son precisos, para solucionar parte de estos problemas se utilizan varias técnicas: emplear cuatro satélites en vez de tres; una estación central y otros satélites que hace las correcciones apropiadas en los cálculos de las posiciones; y, se tienen en cuenta las ecuaciones de la relatividad especial y la relatividad general para el cálculo de los tiempos basados en los relojes atómicos.

Motivados por las potencialidades funcionales de los sensores incorporados en los dispositivos móviles y su uso en prácticas de laboratorio de física el grupo GIDET del programa de Tecnología en Instrumentación Electrónica de la Universidad del Quindío y en el marco del proyecto de investigación “*Herramienta tecnológica basada en dispositivos móviles e IoT para la implementación de laboratorios de física*”, expone en el presente artículo ciertas consideraciones para determinar la precisión y exactitud en las medidas estáticas realizadas con el acelerómetro incorporado en los dispositivos móviles y plantea un procedimiento de calibración utilizando como medida patrón el valor de la gravedad calculada en el sitio donde se toma la medida a partir de las coordenadas indicadas por el GPS, finalmente se ilustra con la ayuda de un par de aplicaciones móviles la implementación de la metodología de calibración propuesta y los resultados conseguidos en la medición de la precisión y exactitud de la gravedad y ángulo con y sin ajuste debido a la calibración.

Metodología

Para el desarrollo del procedimiento de calibración se utilizó como referencia un documento generado por la empresa *Freescale Semiconductor* (filial de Motorola), que produce acelerómetros dirigido a las empresas productoras de celulares (Pedley, 2015). Para realizar la calibración se aportó al proceso el utilizar un pentaedro en forma de cuña como se muestra en la figura 2., las caras triangulares tienen un ángulo de aproximadamente 30° y otro de aproximadamente 60° . Para su construcción se pueden utilizar como patrón una de las “escuadras” que hacen parte de los útiles escolares, sin embargo, una vez está construida se debe realizar una medición cuidadosa de los valores finales de dichos ángulos, pues estos valores se tomarán como referencias durante el procedimiento de calibración (en nuestro caso para medir dichos ángulos se utilizaron mediciones de distancia con láser a una distancia aproximada de 3 m, proyectados sobre una pared que permiten calcular los ángulos por semejanza de triángulos). El procedimiento consiste en medir la aceleración en los tres ejes para cuatro posiciones distintas (figura 3), con estos valores medidos y comparándolos con los valores de referencia, se ajustan los valores del modelo matricial de medición que se deben utilizar para cualquier medida de aceleración con el dispositivo calibrado.



Figura 2. Plano inclinado para el procedimiento de calibración de los acelerómetros de los dispositivos móviles.



Figura 3. Posiciones para la medición de la aceleración.

Tanto para las mediciones de confiabilidad y del error en la medición de la gravedad se utilizaron dos modelos de celulares Galaxy J7-Prime y TP-LINK Netfos-C5+. El valor de la gravedad utilizado en este procedimiento es el valor convencional de 9.81 m/s^2 , y una vez obtenida la matriz de calibración se utiliza el cálculo de la gravedad local para escalar apropiadamente la magnitud de las aceleraciones.

Una vez se generó el pentaedro se procedió a la calibración de los ejes de los acelerómetros de los dispositivos móviles, mediante la medición de la aceleración de la gravedad (g) en un plano inclinado, para lo cual se tuvo presente:

1. La determinación del sistema de coordenadas
2. La construcción del sistema de ecuaciones
3. La calibración del acelerómetro para dos referencias de celulares

Sistema de coordenadas:

Los dispositivos móviles cuentan con un acelerómetro triaxial (tres acelerómetros, uno por cada eje de coordenadas), y en este documento asumiremos la convención que aparece en la Figura 4 (Pedley, 2015). Es decir, el eje X está a lo largo del celular, el eje Y a lo ancho y el eje Z atraviesa el celular del frente a la parte posterior. Por cada eje se tiene un ángulo asociado *yaw* (ψ , sobre el eje z), *pitch* (θ , sobre el eje y) y *roll* (ϕ , sobre el eje x). Los dispositivos móviles entregan una medida de la aceleración en m/s^2 proporcional a la fuerza de gravedad que actúa sobre cada eje.

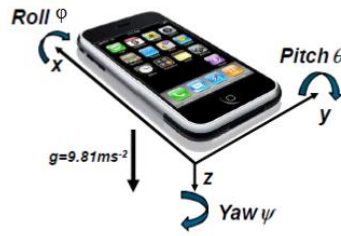


Figura 4. Sistema de coordenadas utilizado en el proceso de calibración.

Sistema de ecuaciones:

Según (Pedley, 2015) las matrices de rotación para los ángulos yaw, pitch y roll son:

$$R_z = \begin{pmatrix} \cos\psi & \sen\psi & 0 \\ -\sen\psi & \cos\psi & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad R_y = \begin{pmatrix} \cos\theta & 0 & \sen\theta \\ 0 & 0 & 1 \\ \sen\theta & 0 & \cos\theta \end{pmatrix} \quad R_x = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & \cos\varphi & \sen\varphi \\ 0 & -\sen\varphi & \cos\varphi \end{pmatrix}$$

Teniendo en cuenta que el celular se encuentra en reposo y que sobre él actúa la aceleración de la gravedad en forma vertical hacia abajo (G_p , que en este trabajo se asume igual a 9.81 m/s^2), y las respectivas rotaciones en torno a cada eje (G_{px} , G_{py} , G_{pz}), el valor medido en los acelerómetros del dispositivo es (asumiendo el eje z positivo hacia abajo):

$$G_p = \begin{pmatrix} G_{px} \\ G_{py} \\ G_{pz} \end{pmatrix} = R_x(\varphi)R_y(\theta)R_z(\psi) \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ g \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} -g\sen\theta \\ g\cos\theta\sen\varphi \\ g\cos\theta\cos\varphi \end{pmatrix} \quad (4)$$

Como era de esperarse la rotación alrededor del eje z no tiene ninguna influencia en la medición. Entonces, si se conocen a priori los valores de los ángulos a medir se conocen los valores “esperados” en cada uno de los ejes.

Ahora bien la falta de alineación de cada uno de los ejes conlleva a que la medición en cada eje interfiera en la medición en los demás ejes, sin embargo esta interacción es lineal de tal forma que puede establecerse una ecuación matricial para determinar el valor recalibrado de la aceleración en cada eje en términos de los valores leídos y los valores de referencia, tal como aparece en la siguiente ecuación:

$$\begin{pmatrix} G_{px}(i) \\ G_{py}(i) \\ G_{pz}(i) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} W_{xx} & W_{xy} & W_{xz} \\ W_{yx} & W_{yy} & W_{yz} \\ W_{zx} & W_{zy} & W_{zz} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} G_{fx}(i) \\ G_{fy}(i) \\ G_{fz}(i) \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} V_x \\ V_y \\ V_z \end{pmatrix} \cong \begin{pmatrix} -g\sen\theta(i) \\ g\cos\theta(i)\sen\varphi(i) \\ g\cos\theta(i)\cos\varphi(i) \end{pmatrix} \quad (5)$$

Donde los valores W_{ab} indican la influencia de la medida en el eje b sobre el eje a , además se ha agregado el vector V , para ajustar problemas de offset de los acelerómetros.

Calibración del acelerómetro:

Dado lo anterior, el proceso de calibración se reduce a determinar el valor de las 12 constantes (los valores desconocidos de la matriz W y del vector V), a partir de valores de referencia (G_{px} , G_{py} , G_{pz} , que pueden ser calculados si de antemano se conocen los ángulos), y de los valores de aceleración que se miden con el acelerómetro en cada eje (G_{fx} , G_{fy} , G_{fz}).

Como para cada posición específica del dispositivo móvil se tiene una ecuación matricial de 3×4 , se requiere medir como mínimo cuatro posiciones distintas para obtener un sistema de 12×12 , (O si se separan las ecuaciones por coordenadas, tres sistemas de 4×4) cuya solución es justamente el valor de las incógnitas indicadas. La elección de las posiciones debe ser tal que los valores de la aceleración sean suficientemente diferentes para que la matriz no se vuelva irresoluble.

Los valores de los ángulos del sólido fueron medidos con medidores de distancia laser para tener mayor exactitud en la medida (los medidores laser tenían una incertidumbre de ± 1.5 mm), ubicando dichos dispositivos sobre cada cara y midiendo las distancias a una pared a 4 m. de distancia horizontal (valor medido también con el láser), con estos dos valores se calcula el arco-coseno para obtener el ángulo. La incertidumbre de un cociente es equivalente a la raíz cuadrada de las incertidumbres al cuadrado. Es decir que para el ángulo de 30° en distancia se tiene una incertidumbre en el cálculo del arco-coseno de aproximadamente:

$$\sigma_{dist} = \sqrt{\left(\frac{0.0015}{4.6}\right)^2 + \left(\frac{0.0015}{4.0}\right)^2} = \pm 0.00045$$

Que en términos de grados equivale a un error de:

$$\sigma_{\circ}(30^\circ) = \pm 0.003^\circ$$

Calibración de la magnitud de la aceleración utilizando la gravedad local

Para la determinación de la gravedad local se utilizó la ecuación 3, utilizando para las coordenadas (\emptyset y H), los valores de latitud y altura entregados por el GPS del dispositivo. Después se toman 1000 muestras del valor de la aceleración total (componente X, Y, Z), con el dispositivo en posición horizontal (con esta muestra se toma el valor medio y la desviación estándar), y a partir de estos valores y opcionalmente utilizando la matriz de calibración para las correcciones en las mediciones de los ángulos se calcula el valor del factor de corrección para la medición de la aceleración.

El problema de la calibración se dividió en dos partes, el ajuste de la desviación de los ejes de los acelerómetros y el ajuste en la magnitud de la aceleración usando la gravedad local, para cada una de las cuales se desarrolló una aplicación diferente en el sistema operativo Android.

Teniendo en cuenta que por lo menos hasta la versión Android Oreo (API 27) las API (Application Program Interface) del sistema operativo no permiten hacer un muestreo periódico («APIs de Adroid», 2019) en lugar de ello los programas deben indicar una función (función controladora de evento) que será invocada cada que exista un cambio “significativo” en los valores de la aceleración, sin embargo el programa puede indicar de manera discreta el período que utiliza el sistema operativo para muestrear dicha señal (se elige entre cuatro opciones: FASTEST, GAME, NORMAL, UI), sin embargo los valores exactos de muestreo no son documentados y solo reportamos los valores máximos de frecuencia de muestreo encontrados en los dispositivos usados durante las pruebas realizadas (a la función que controla el evento le llega el valor de la aceleración en los tres ejes más el valor del tiempo en que se registraron dichos valores), ver tabla 1; de la misma manera no existe una documentación oficial de Android sobre los valores exactos de los rangos de medida, pero si pueden ser capturados por medio de las API, valores que también aparecen en la tabla 1.

Tabla 1. Características técnicas de los acelerómetros utilizados en las mediciones.

Dispositivo	Resolución(bits)	Rango(m/s ²)	Modo	FMax/tmin(Hz)
-------------	------------------	--------------------------	------	---------------

Samsung SM-J7 Prime	16	±40	NORMAL	5 (~200ms)
			UI	15.1 (~66 ms)
			GAME	51.0 (~20 ms)
			FASTEST	104.5 (~10 ms)
TP-LINK Netfos-C5+	14	±32	NORMAL	5 (~200ms)
			UI	16.7(~59 ms)
			GAME	100 (~10 ms)
			FASTEST	152(~4ms)

Si bien los valores de resolución y rango mostrados en la tabla 1 son los que la App detectó al invocar las API de Android, en las especificaciones técnicas de los dos acelerómetros se indican unos valores que dependen de la sensibilidad seleccionada (en las API utilizadas no existe forma de seleccionar la sensibilidad).

Entonces debido a que el tiempo entre una muestra y la siguiente no es periódico, a partir de la captura de los datos de las tres coordenadas del acelerómetro y el tiempo de cada muestra se utiliza un promedio ponderado por el tiempo entre la muestra y la siguiente para calcular el valor medio y la desviación estándar en cada muestreo. A pesar de la no periodicidad de las muestras se utilizó una distribución en histograma de los valores capturados para verificar que los valores de la media y la desviación estándar corresponden a una distribución normal (ver gráficas en sección de resultados).

Calibración de la magnitud usando la gravedad local

Una aplicación diferente se utiliza para la determinación de la medición estática de la gravedad, como ya se mencionó en dicha aplicación se toman las coordenadas del GPS y se utiliza la fórmula de gravedad local y con esta y la matriz de calibración se hacen las correcciones a la gravedad medida a partir de las mediciones de mil muestras de la aceleración en los tres ejes (se utiliza el modo de muestreo más rápido FAST_DELAY).

Resultados

Se obtuvo la matriz de calibración para dos celulares empleados:

$$\begin{array}{l}
 \text{TP_LINK-Ref Netfos 150} \\
 \\
 \text{Samsung Galaxy J7 Prime}
 \end{array}
 \begin{array}{l}
 \left(\begin{array}{ccc} 1.051 & -0.0016 & 0.0000 \\ -0.029 & 0.988 & -0.0211 \\ -0.073 & -0.0684 & 0.9759 \end{array} \right) + \left(\begin{array}{c} -0.017 \\ 0.2189 \\ 0.0558 \end{array} \right) \\
 \\
 \left(\begin{array}{ccc} 0.032 & -0.008 & -0.004 \\ 0.125 & 1.043 & 0.059 \\ -0.006 & -0.012 & 1.006 \end{array} \right) + \left(\begin{array}{c} -0.417 \\ -0.640 \\ -0.187 \end{array} \right)
 \end{array}$$

Se diseñaron las Aplicaciones empleadas para la calibración de los ejes y de la magnitud de las aceleraciones, que inicialmente detectan si el dispositivo cuenta con acelerómetro (además muestra la marca y la referencia), luego le pide al usuario ubicar el dispositivo sobre el sólido de referencia en las cuatro posiciones indicadas. La aplicación constantemente está leyendo los valores de la aceleración y detecta que el celular está inmóvil (verificando que la desviación estándar de las aceleraciones en varias mediciones es menor a 0.10 m/s^2) en una posición “cercana” a una de las posiciones de calibración ($+5^\circ$ por cada eje). Cuando se cumplen estas dos condiciones toma el valor de 100 muestras de aceleración (a aproximadamente 100 Hz) y le calcula el promedio de la

aceleración por cada eje. Este proceso se repite hasta que se completan las cuatro mediciones y el usuario indica que con dichos valores quiere hallar las matrices de calibración, en este momento la aplicación resuelve el sistema de ecuaciones para calcular las matrices. Estas matrices se utilizan luego por los programas que hacen mediciones con el acelerómetro para hacer las correcciones de calibración pertinentes.

Es importante aclarar que para el cálculo de estas matrices se utiliza el valor estándar de la gravedad de 9.81 m/s^2 pues no se incluye el valor local de la gravedad, pues esta misma matriz puede utilizarse en diferentes ubicaciones y simplemente el valor local de la gravedad actuaría como un factor de escala en los valores medidos.

En la figura 5 se muestra un muestreo para la medición estática de la gravedad para cada eje.

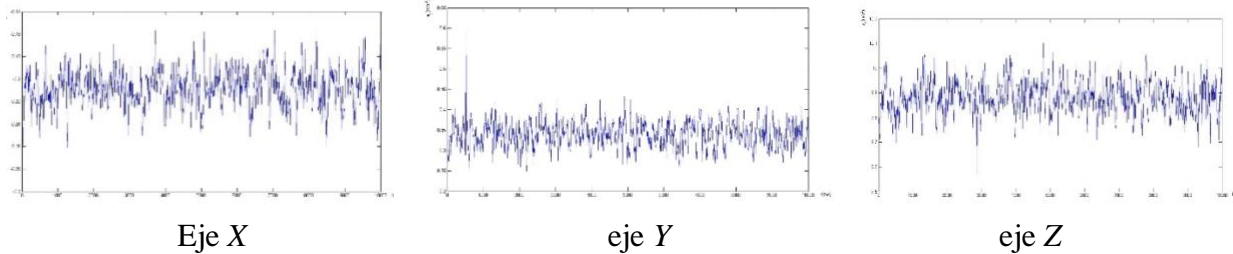


Figura 5. Aceleraciones (X, Y y Z) medidas con el móvil Samsung SM-J7 Prime en posición horizontal.

Estos tres valores de la aceleración en los respectivos ejes se utilizan como componentes para calcular el valor de la magnitud del vector de la gravedad, cuya distribución de frecuencias se muestra en la figura 6. En la misma aplicación que captura las 1000 muestras de aceleración en los tres ejes se toman los datos de las coordenadas GPS donde se encuentra el dispositivo para hacer un cálculo de la gravedad local y con este se calcula el error y el factor de corrección para la medición de la aceleración.

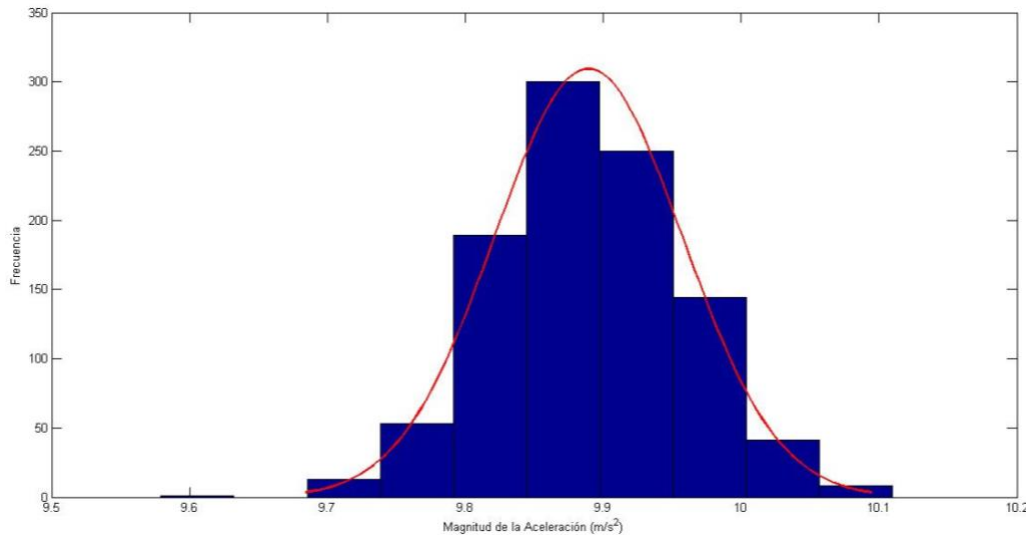


Figura 6. Distribución de frecuencias en la medida de la gravedad local

En las tablas 3 y 4 se muestran los valores medidos de la aceleración de la gravedad local con coordenadas del GPS y con los datos de las aceleraciones x,y,z tomados con los acelerómetros de cada uno de los dispositivos. Las coordenadas GPS del sitio de medición fueron Longitud $- 75^{\circ} 39'40''$, Latitud $4^{\circ}33'0''$, Altitud 1.553 m, correspondientes a la ciudad de Armenia Quindío - Colombia. En las tablas también se incluye la incertidumbre con y sin calibración lo que nos permite

calcular el error relativo del valor medido con respecto al valor calculado, con y sin uso de la corrección de calibración y afirmar que el procedimiento de calibración efectivamente mejora tanto la precisión como la exactitud en la medida.

Tabla 3. Aceleraciones medidas y corregidas con procedimiento de calibración

Dispositivo	Valor g local (calculado con coordenadas GPS) m/s^2	Valor g medido (sin calibración)	Error relativo	Valor g con corrección de calibración	Error relativo
Samsung SM-J7 Prime	9.7759	9.9068±0.1163	1.3%	9.7526±0.0477	0.2%
TP-LINK Netfos-C5+	9.7759	9.9305±0.2530	1.5%	9.8105±0.0528	0.3%

Tabla 4. Ángulos medidos (medidos con respecto al eje y), y corregidos con procedimiento de calibración.

Dispositivo	Angulo de referencia °	Valor ángulo medido	Error relativo	Valor ángulo con corrección de calibración	Error relativo
Samsung SM-J7 Prime	59.46°	62.25°	4.6%	60.86°	2.3%
TP-LINK Netfos-C5+	59.46°	63.38°	6.5%	61.73°	3.8%

Análisis de resultados

Si bien con tan pocas medidas en ángulos no es posible hacer una comparación con procedimientos de calibración mucho más elaborados, si se puede afirmar que por lo menos en los valores patrón utilizados en el procedimiento planteado se mejoró tanto en la precisión de los resultados como en la exactitud (errores relativos) tanto en la medición del ángulo como en la medición de la gravedad.

El método planteado para la calibración los ejes de los acelerómetros en este documento son mucho más simple y menos costoso que los métodos planteados por otros autores (Mourcou, 2015), pues requiere de menor cantidad de medidas y no es necesario utilizar de robots con una alta precisión en el procedimiento. Las desventajas tienen que ver con la precisión lograda y el hecho de no poder hacer una calibración para medidas dinámicas (cuando hay cambios en la aceleración). La corrección en el valor de la magnitud de la aceleración a partir de la medición local de la gravedad también es muy simple pues propone como patrón una magnitud que fácilmente se puede calcular con las coordenadas GPS proporcionadas por el propio dispositivo, pues si bien la gravedad en la superficie terrestre presenta ligeros cambios, se obtienen resultados más precisos que solo utilizar el valor de la gravedad estándar.

Para la toma de las muestras no se utilizó ningún tipo de filtro de procesamiento de la señal, pues se pretendía hacer un análisis de las muestras tal y como llegan del dispositivo (además porque la teoría de estos filtros asumen un muestreo periódico de la señal, y este requisito no se cumple en este caso), en algunos trabajos se proponen filtros pasa bajos para disminuir el ruido de alta

frecuencia propio de los acelerómetros (Kuhn & Vogt, 2013), además consideramos que este tipo de filtros son más idóneos para cuando se quieren evaluar las características dinámicas de un dispositivo.

Para hacer un análisis típico de la distribución normal de los datos (y el uso de filtros digitales), lo más conveniente en la toma de muestras es que los datos sean periódicos, pero por limitaciones de las API del sistema operativo Android Oreo (API 27), no es posible dicho muestreo periódico, sin embargo, en versiones posteriores del sistema operativo, si es factible, se debería hacer un análisis de cuanto influye en los resultados dicho muestreo periódico para comparar con los resultados de este trabajo.

Con los resultados obtenidos en este trabajo se puede asegurar que los acelerómetros pueden ser utilizados como instrumentos de medida de aceleración en algunos laboratorios de Física, pues la precisión en la medición tiene un margen de error aceptable si se compara el valor de la gravedad obtenida con los valores obtenidos mediante los experimentos de caída libre y péndulo simple; y para usarlo para medir ángulos sus valores son comparables con valores de ángulos medidos con un transportador de ángulos, y si se utiliza el proceso de calibración planteado, es posible mejorar tanto la precisión como la exactitud en dichas mediciones. De igual manera es necesario estudiar las propiedades dinámicas de los sensores, para ciertas prácticas en las que la aceleración sufra cambios rápidos durante el muestreo; pero este objetivo se sale del alcance de este trabajo.

Conclusiones

En este trabajo se propuso entonces utilizar la coordenada de latitud y altura entregada por el GPS de los dispositivos móviles para calcular la gravedad local y usando esta como medida patrón, calibrar la medición en la magnitud de la aceleración. Además, se presentó un procedimiento para ajustar el alineamiento de los ejes del acelerómetro con el dispositivo.

Adicional a la medición de la confiabilidad se avanzó más allá y se estudiaron diferentes métodos para calibrar los acelerómetros de los dispositivos móviles, como ya se mencionó se dio prelación a que los procedimientos fueran fácilmente replicables sin necesidad de adquirir costosos equipos de medición; pues si bien se han desarrollado procedimientos que utilizan robots pre calibrados a los cuales se les ordena realizar ciertos movimientos con el dispositivo móvil que simultáneamente está registrando la aceleración (Draganová, Laššák, Lipovský, & Kliment, 2015; Köppe, Augustin, Liers, & Schiller, 2014), y sobre las medidas y sus desviaciones con las registradas por el robot realizar el proceso de ajuste; se tiene el gran inconveniente de necesitar un robot con suficiente precisión para poder utilizarlo como referencia para las mediciones (condición que difícilmente podrá cumplir en los laboratorio de física de las universidades y mucho menos de los colegios).

En el trabajo se utilizaron varias aplicaciones desarrolladas para Android para la captura de datos con las condiciones de muestreo y algún procedimiento estadístico elemental y luego las gráficas fueron procesadas en Matlab, el objetivo para el grupo es desarrollar una herramienta configurable que permita realizar las tomas de datos tanto de los acelerómetros como de los otros sensores disponibles en los dispositivos, y que además permita una pre visualización de los datos tomados y si es el caso se muestren algunas gráficas estadísticas básicas, para que con esta herramienta el docente pueda generar prácticas de laboratorio de Física utilizando el dispositivo móvil como instrumento de medida. También se pretende generar otros procedimientos de calibración sencillos para los demás sensores incorporados en los celulares. Obviamente cuando se tomen los datos deberían utilizarse las matrices de calibración generadas para mejorar las mediciones obtenidas.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido realizado con el apoyo financiero de la Vicerrectoría de Investigaciones de la Universidad del Quindío – Armenia Quindío - Colombia en el marco del proyecto “*Herramienta tecnológica basada en dispositivos móviles e IoT para la implementación de laboratorios de física*”. Se brinda un especial agradecimiento a todas las personas que estuvieron involucrados en el desarrollo de este proyecto y al grupo GIDET por facilitar el espacio de trabajo y brindar asesoría permanente.

Referencias:

- APIs de Adroid. (2019). Recuperado de <https://developer.android.com/about/versions/android-4.7>
- Banda, A., Barrera, W., Cuevas, J. G., Gómez, A., González, J., Martínez, J., & Mendoza, N. (1997). Acerca del Sistema de Posicionamiento Global (GPS). *Cuadernos de Geografía*, VI.
- Boesing, J. I., Silva, T., & Nedel, L. (2013). *Study of Sensors Embedded in Smartphones for Use in Indoor Localization*. 83-89.
- Cantillo V., C., Roura R., M., & Sánchez P., A. (2012). Tendencias actuales en el uso de dispositivos móviles en educación. *La Educ@ción Digital Magazine*, (No 147).
- Draganová, K., Laššák, M., Lipovský, P., & Kliment, T. (2015). *Gradient Methodology for 3-Axis Accelerometer Static Calibration*. Presentado en conferencia Internacional sobre Tecnologías Militares (ICMT), Brno, República Checa.
- Fong, W. T., Ong, S. K., & Nee, A. Y. C. (2008). Methods for infield user calibration of an inertial measurement unit without external equipment. *Meas. Sci. Technol.*, 19. Recuperado de <https://doi.org/10.1088/0957-0233/19/8/085202>,
- Frosio, I., Pedersini, F., & Borghese, N. A. (2009). Autocalibration of MEMS Accelerometers. *IEEE Trans. Instrum. Meas.*, 58, 2034-2041.
- Fuentes, D., Gonzalez A., L., Angulo, C., & Ortega, J. A. (2012). Online motion recognition using an accelerometer in a mobile device. *Expert Systems With Applications*, 39(3), 2461-2465.
- Glueck, M., Bugmanr, A., & Manoli, Y. (2012). Autocalibration of MEMS accelerometers. *Proc. Int. Conf. on Instrumentation and Measurement Technology (Graz) (IEEE)*, 1788–1793,.
- Hochberg, K., Kuhn, J., & Müller, A. (2018). Using Smartphones as Experimental Tools—Effects on Interest, Curiosity, and Learning in Physics Education. *Journal of Science Education and Technology*, 27, 385-403.
- Köppe, E., Augustin, D., Liers, A., & Schiller, J. (2014). *Self-calibration-method for an inertial navigation system with three 3D sensors*. Presentado en Simposio Internacional de Sensores y Sistemas Inerciales (SISS), Laun Beach, California, EE. UU.
- Kuhn, J., & Vogt, P. (2013). Smartphones as experimental tools: different methods to determine the gravitational acceleration in classroom physics by using everyday devices. *European J of Physics Education*, 4.
- Moder, T., Reitbauer, C., Dorn, M., & Wieser, M. (2017, septiembre). *Calibration of Smartphone Sensor Data Usable for Pedestrian Dead Reckoning*. Presentado en 2017 International Conference on Indoor Positioning and Indoor Navigation (IPIN), Sapporo, Japan. <https://doi.org/10.1109/IPIN.2017.8115910>

- Moreira, F., Ferreira, M. J., Pereira S., C., & Duraó N. (2017). Evolution and use of mobile devices in higher education: A case study in Portuguese Higher Education Institutions between 2009/2010 and 2014/2015. *Telematics and Informatics*, 34, 838-852.
- Mourcou, Q. (2015). Performance Evaluation of Smartphone Inertial Sensors Measurement for Range of Motion. *Revista Sensors*, 15, 23168-23187. <https://doi.org/23168-23187>
- Pedley, M. (2015). High-Precision Calibration of a Three-Axis Accelerometer. *Freescale Semiconductor*.
- Pires, I. M., García, N. M., Pombo, N., Flórez R., F., Spinsante, S., & Teixeira, M. C. (2018). Identification of activities of daily living through data fusion on motion and magnetic sensors embedded on mobile devices. *Pervasive and Mobile Computing*, 47, 78-93.
- Thulin, A. (1992). A "standardized" gravity formula. Recuperado de Bulletin OIML- N° 127 Juin 1992.
- Trujillo P., J. A., & González G., C. S. (2016). *Uses of accelerometer sensor and its application in m-Learning environments: a review of literature*. Presentado en Fourth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality, Salamanca, España.
- Wu, J. (2002). Sensing and Control Electronics for Low-Mass Low-Capacitance MEMS Accelerometers. *Carnegie Mellon University, Department of Electrical and Computer Engineering, Pittsburgh*.
- Zhang, T., Liu, J., & Hou, J. (2006). Fall detection by embedding an accelerometer in cellphone and using KFD algorithm. *Proceedings of international journal of computer science and network security*, 6(10), 277-284.

Comparación de técnicas actuales y futuras de evaluación ergonómica aplicando el método RULA

Jessica Jazmin Pesina Lumbreras, Elías Gabriel Carrum Siller
Corporación Mexicana de Investigación en Materiales S.A de C.V.
México

Jessica Jazmin Pesina Lumbreras: licenciatura en Ingeniería industrial con especialidad en manufactura por el Instituto tecnológico de saltillo, actualmente estudiante de posgrado en el área de ingeniería industrial por corporación mexicana de investigación en materiales s.a de c, v. Publicación de artículo llamado “Análisis ergonómico e integración de realidad virtual” en congreso internacional de investigación de academia journals. Así como también colaboro en el desarrollo de la implementación del laboratorio de ergonomía en COMIMSA. Por otra parte, apoyo como practicante en el rediseño de carros de kiteo para línea de producción en Daimler.

Correspondencia: Jessica.pesina@alumnos-comimsa.mx

Elías Gabriel Carrum Siller: Doctorado en ingeniería industrial por corporación mexicana de investigación en materiales, actualmente se desempeña como profesor investigador a cargo de la línea de sistemas productivos y logística del posgrado interinstitucional en ciencia y tecnología sede COMIMSA, además se desempeña como líder del área de ingeniería industrial de COMIMSA, donde se llevan a cabo proyectos de mejora con la industria como lo son: en la Terminal Marítima Dos Bocas (2 proyectos) y Química Goncal. RyPSA, Caterpillar, SCR, Constellation Brands entre otros. Sus áreas de investigación son la Inteligencia Artificial, la optimización, la creación de métodos híbridos y creación de software.

Correspondencia: eliascarrum@comimsa.com

Resumen

La ergonomía trae consigo la prevención de futuros traumas musculoesqueléticos. Se sabe que a nivel nacional el IMSS registra aproximadamente 500,000 casos por enfermedades laborales. Por esta razón, actualmente las industrias llevan a cabo evaluaciones ergonómicas, las cuales son realizadas por un experto, sin embargo, dicha forma de evaluación presenta subjetividad por parte de los evaluadores, debido a la variación en la experiencia de dicha persona.

Afortunadamente, hoy en día se han desarrollado novedosas tecnologías las cuales ayudan a realizar mejores evaluaciones, como lo son simulación y realidad virtual, mismos que son pilares de la cuarta revolución industrial. Las cuales en conjunto con el uso de sistemas de adquisición de datos apoyan solucionando problemas de subjetividad, así realizando evaluaciones ergonómicas de forma automática. Sin embargo, este tipo de adquisición de datos, dependiendo de la tecnología usada, da lugar a otro problema llamado oclusión, el cual es una faltante de datos causada cuando existe algún obstáculo cubriendo una parte de la figura que pretende ser capturada.

En el presente artículo se mostrará una comparación entre técnicas de evaluación ergonómica, manuales y automáticas, aplicando el método RULA, con el objetivo de determinar la técnica más eficiente, por medio del nivel de actuación.

Palabras Claves: Ergonomía, Forma automática, Forma manual, Método RULA, Realidad Virtual, Simulación,

Comparison of current and future techniques of ergonomic evaluation applying the RULA method.

Ergonomics brings with it the prevention of future musculoskeletal traumas. It is known that at the national level the IMSS registers approximately 500,000 cases due to occupational diseases. For this reason, today the industries carry out ergonomic evaluations, which are carried out by an expert, however, this form of evaluation presents subjectivity on the part of the evaluators, due to the variation in the experience of said person.

Fortunately, today new technologies have been developed which help to make better evaluations, such as simulation and virtual reality, which are pillars of the fourth industrial revolution. Which in conjunction with the use of data acquisition systems support solving problems of subjectivity, thus performing ergonomic evaluations automatically. However, this type of data acquisition, depending on the technology used, gives rise to another problem called occlusion, which is a missing data caused when there is an obstacle covering a part of the figure that pretends to be captured.

In the present article a comparison between ergonomic, manual and automatic evaluation techniques will be presented, applying the RULA method, in order to determine the most efficient technique, through the level of action.

Keywords: *Automatic Form, Ergonomics, Manual Form, RULA Method, Simulation, Virtual Reality.*

Introducción

Hoy en día con el crecimiento de la industria y sus necesidades se ha ido creando conciencia hacia la importancia de un ambiente laboral amigable para los trabajadores, ya que se piensa que es de gran interés que la industria cuente con estaciones de trabajo ergonómicas que faciliten la estancia de los trabajadores en sus áreas laborales, así mismo previniendo futuros problemas musculoesqueléticos (Brunette, Morocho, Noriega, & Andrade, 2016) . En este sentido la presente investigación refiere al tema de la ergonomía la cual es la aplicación conjunta de algunas ciencias biológicas y ciencias de la ingeniería para asegurar entre el hombre y el trabajo una óptima adaptación mutua, con el fin de incrementar el rendimiento del trabajador y contribuir a su propio bienestar (Maestre, Ergonomía y Psicología; Maestre, Ergonomía y psicología).

Es importante conocer la necesidad que surge de mantener la integridad física de los trabajadores, en el 2016 un estudio por riesgos de trabajo fue registrados por el IMSS arrojando datos a nivel nacional y estatal con un total de 428,028 accidentes laborales a nivel nacional de los cuales 19,866 son en Coahuila. A nivel nacional se obtuvieron 9,212 enfermedades de trabajo. De los cuales en Coahuila, 2,053 son por enfermedades de trabajo (Ramirez, Coahuila lidera lista de enfermedades laborales de acuerdo a estadísticas del IMSS, 2017).

Los números son alarmantes y esto nos lleva a lo siguiente, en el entendido que la principal tarea de la ergonomía es la detección de los factores de riesgo en los puestos de trabajo evaluados, entonces se puede decir que un análisis previene la aparición de problemas de salud causados por la falta de aplicación de la ergonómica. En este sentido existen estudios que relacionan el nivel de tipo de trabajo laboral con un nivel de factores de riesgo para los cuales se aplica una evaluación ergonómica, con el fin de detectar el nivel de riesgo, como lo son; carga postural, repetitividad, manejo de cargas entre otros. En esta ocasión se enfoca el caso de investigación en el factor de riesgo “carga postural” el cual contiene un grupo de métodos de evaluación tales como RULA, REBA, OWAS , siendo RULA es el método de este caso de investigación, dicho método evalúa

como se menciona carga postural, pero principalmente se enfoca en las extremidades superiores de cuerpo (Ergonautas, 2018).

Hoy en día la manera de llevar a cabo evaluaciones ergonómicas es de forma manual, tal como se aplican hoy en día en algunas empresas, la principal característica de esta manera de evaluación es que la información que ingresa en los formularios es proveniente de la experiencia de evaluador, lo que hace posible la existencia de la subjetividad.

Por otra parte, así como se realizan evaluaciones de forma manual, también de forma automática, haciendo de estas evaluaciones, resultados más precisos mediante el uso de sistemas de adquisición de datos. Dichos sistemas de adquisición de datos permiten realizar evaluaciones ergonómicas más exactas, el Kinect por ejemplo es un dispositivo pensado como un simple controlador de juego que por medio de los componentes que lo integran, como lo son un sensor de profundidad, cámara RGB, micrófonos y un sensor infrarrojo es capaz de capturar el esqueleto humano, reconocerlo y posicionarlo en el plano. Gracias a la información de captura de este dispositivo, es posible hacer uso de él para programar una serie de distintos aplicativos cuyo principal activo es la interacción con los elementos virtuales, esto a través de movimientos de cuerpo humano (Murillo, s.f.),

Durante los últimos años es sabido que el mundo de la manufactura industrial está pasando por un periodo de cambios gracias al incremento del uso de nuevas tecnologías en las empresas, a esta revolución industrial se le llama Manufactura 4.0, de esta forma, las fábricas tienen la oportunidad de ser más flexibles y colaborativas, para satisfacer las demandas actuales de un mercado cada vez más competitivo. Por lo que, las fábricas modernas no pueden ignorar el desarrollo continuo del software de realidad virtual. Por esta razón, un aspecto importante de Industria 4.0 está representado por Manufactura Digital (DM), la declinación industrial de la realidad virtual, que integra un amplio conjunto de tecnologías para apoyar la producción, desde el diseño hasta la realización del producto, monitoreando y optimizando los procesos de producción. Desde un punto de vista ergonómico, estos aspectos brindan la oportunidad de crear lugares de trabajo manuales en un escenario virtual, donde es posible simular tareas manuales y evaluar índices ergonómicos.

Ahora bien, existen datos que demuestran que es necesario crear conciencia de la importancia de la ergonomía. En mayo del 2017 el periódico vanguardia público que en México se presentaban más de 550 mil casos de accidentes y enfermedades laborales. Dichos eventos se presentaron con frecuencia en sectores laborales como la minería, construcción e industria, así mismo, se dijo que los motivos por los cuales se provocaban accidentes y enfermedades eran movimiento de cargas y hacinamiento de productos. Por lo que refiere a gastos por dichos eventos el IMSS calcula que cada accidente de trabajo tiene un costo de 200 mil pesos en promedio, los cuales en este caso se multiplican por los 550 mil accidentes y enfermedades que anualmente se presentan, recurso el cual debió haber sido efecto de inversión y no de gasto. (Ramirez, Rumbo al XLVII Congreso Nacional e Internacional de Seguridad 2017, la Asociación Interdisciplinaria de Salud Ocupacional e Higiene de México dijo que en el País se presentan más de 550 mil accidentes al año, 2017)

Ahora bien, como demostración de inversión en cuestiones de ergonomía, en el artículo “evaluación ergonómica en tiempo real usando Kinect v2” muestra K2RULA el cual es un software de evaluación Rula basado en la profundidad de Microsoft Kinect V2, diseñado para captar posturas incómodas en tiempo real, este menciona que K2RULA es mejor herramienta de evaluación ergonómica que Jack TAT, basada en Kinect V1. (Vito Modesto Manghisi, Uva, Michele Fiorentino, & Fiorentino, 2017). Por otro lado, entrando ahora en temas de ambientes inmersivo y nuevamente en formas de inversión para evaluaciones ergonómicas, en el artículo llamado,

“entornos virtuales inmersivo para el montaje de piezas mecánicas grandes impulsado por humanos”, presenta la evaluación de proceso de ensamble virtual para partes grandes. Los protocolos de evaluación ergonómica Rula y Reba son considerados para ser aplicados en el proceso de análisis ya que extremidades superiores y el cuerpo entero de los humanos tiene que ser observado en todas las tareas esenciales. Este involucra crear o importar objetos virtuales, crear un avatar apropiado, tener interacción entre el usuario y el objeto ensamblado y escenarios de prueba. Los hardware usados son Microsoft Kinect II el cual es un sensor de movimientos empleado para la comunicación en el ambiente virtual y gafas de realidad virtual en este caso Oculus Rift DK2 empleados para estar inmersos en un ambiente virtual (Vosniakos, Deville, & Matsas, 2017).

En este sentido viéndolo como inversión y no como un gasto, estas tecnologías de información y comunicación dirigen al medio ambiente industrial al mundo del cambio. En este sentido se retoma el tema de la industria 4.0, la cuarta revolución industrial que permite facilitar la perspectiva de una empresa inteligente. Esta versión de la manufactura permite revolucionar la manera de trabajar en una empresa, ya que los sistemas interactúan entre ellos, por lo que es posible monitorear y validar procesos, crear una copia virtual del mundo físico y tomar decisiones basadas en el análisis numérico. Así como también, la virtualización y simulación de producción generan varios beneficios, por ejemplo, costo y tiempo, optimización del diseño de la línea de ensamblaje en interacción humano-máquina (Stefania & Immacolata, 2016). Haciendo referencia a este último tema este caso de investigación propone la comparación entre distintas técnicas las cuales son aplicadas en evaluaciones ergonómicas, tales como: forma manual y forma automática, con el fin de conocer los beneficios y las desventajas, así como también en función de la forma tradicional de realizar evaluaciones ergonómicas, determinar en base a la comparación de las técnicas ya antes mencionadas, una técnica eficiente de evaluación ergonómica.

Metodología:

El presente artículo propone la comparación entre técnicas actuales y futuras para la realización de evaluaciones ergonómicas, más específicamente enfocándose en la parte de la captura de movimientos. En la Figura 1. Metodología RULA se presenta el proceso de evaluación paso por paso para la aplicación del método de evaluación ergonómica RULA.

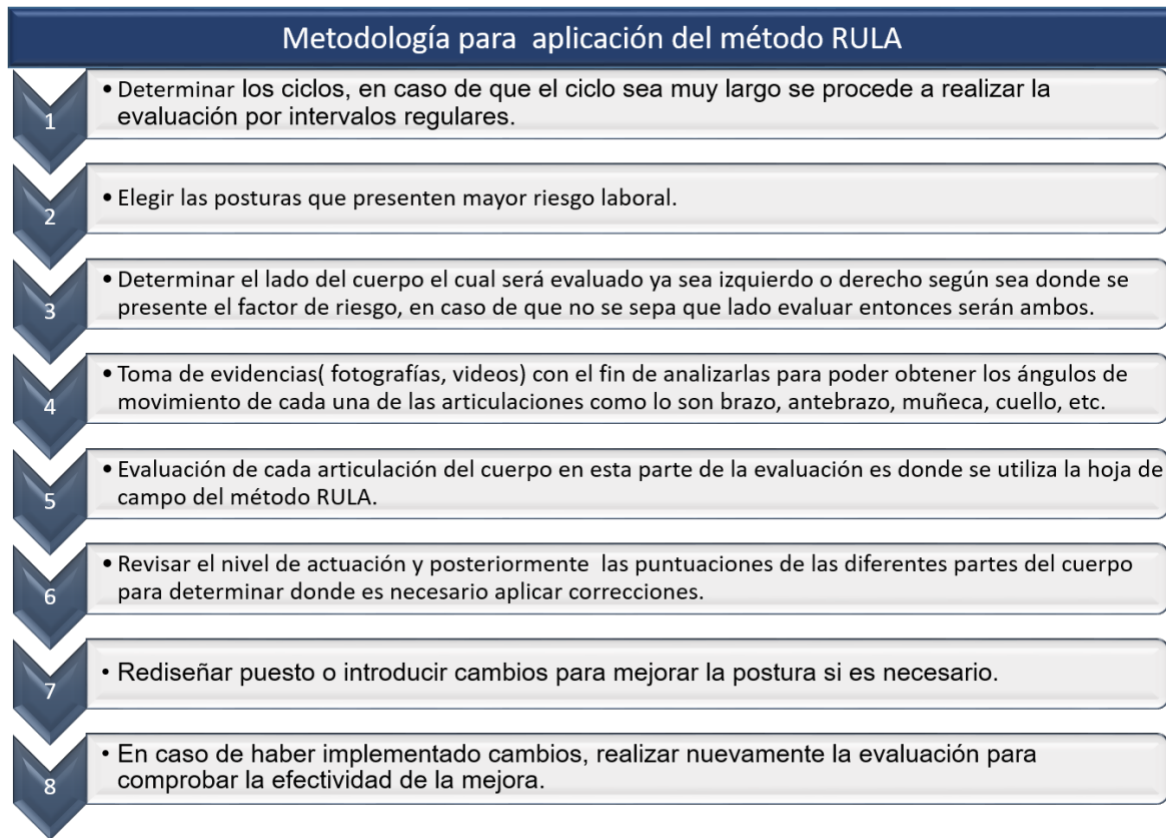


Figura 1. Metodología RULA

Cabe misionar que la mayor parte de este caso de investigación radica en paso 5 de la Figura 1. Metodología RULA, debido a que la forma manual y la automática se caracterizan principalmente por la captura de movimientos, ya que es en esa parte donde son evaluadas las posiciones de las articulaciones del cuerpo, por lo que en la medición del ángulo de las posiciones es donde radica el enfoque para este caso de investigación.

Ahora bien, adentrándonos en la comparación entre las técnicas: “formatos RULA” (técnica actual) la cual es la manera tradicional en la que se realizan las evaluaciones ergonómicas, conviene subrayar que la principal característica de esta forma de evaluación es que la base de datos proviene de la experiencia del evaluador, dicho de otra manera, la persona quien realiza la evaluación es quien ingresa los datos a la hoja de campo del método RULA.

Por el contrario, se tiene la técnica llamada “RULA Kinect” (técnica futura), llamada así, debido a que se dice que es de forma automática, ya que los datos que se ingresan para el cálculo de cada articulación para la evaluación ergonómica son con el uso del sistema de adquisición de datos (Kinect), por consiguiente, el principal problema que presenta es la oclusión, el cual es una faltante de datos que se presenta cuando algún objeto interrumpe la transmisión de la información.

A continuación, se presentan las evaluaciones ergonómicas, como se mencionaba anteriormente es importante recalcar que en este caso de investigación se aplicará el método de ergonomía RULA, dicho método se encarga de evaluar la carga postural de las posiciones adoptadas por el operador quien lleva a cabo la actividad laboral, así como también es importante mencionar las herramientas usadas tales como: software de ergonomía (Jack siemens) y sistemas de adquisición de datos (Kinect).

En primer lugar, se realizó la evaluación ergonómica de cada una de las áreas laborales aplicando la técnica llamada “formatos RULA” así como también desde un principio se siguió la metodología RULA para cada una de ellas la cual se muestra en la Figura 1. Metodología RULA.

La primera evaluación realizada fue en el área de soldadura, la cual da lugar en Corporación Mexicana de Investigación en Materiales S.A de C.V, exactamente en el centro de capacitación y certificación, la actividad evaluada fue un proceso de soldadura. En la Figura 2. Formatos RULA-soldadura Figura 2. Formatos RULA-soldadura , del lado izquierdo en la parte superior así como en la parte inferior se muestra la imagen de la postura evaluada , así como también del lado derecho la hoja de campo del método RULA de cada uno de los lados.



Figura 2. Formatos RULA-soldadura

Por otro lado, la segunda área laboral evaluada usando la técnica formatos RULA se ubica en el laboratorio simulación de procesos logísticos y productivos de Corporación Mexicana de Investigación en Materiales S.A de C.V. En la Figura 3. Formatos RULA-laboratorio simulación se ubica en la parte superior de la imagen ,del lado derecho, la hoja de campo del método RULA ya evaluada y del lado izquierdo la pose evaluada. Así como también, en la parte inferior de la imagen, se muestra del lado derecho la hoja de campo del método RULA y del lado izquierdo la pose evaluada, es importante mencionar que en este caso como se puede ver en las imágenes es posible

evaluar el lado izquierdo y el lado derecho, tal como se muestra en la Figura 2. Formatos RULA-soldadura. Esto debido a que la metodología RULA así lo indica en el paso 3.



Figura 3. Formatos RULA-laboratorio simulación

Para concluir con la técnica "Formatos RULA", la tercera área laboral evaluada tuvo lugar en un negocio de transportes terrestres, en donde el chofer del transporte terrestre pasaba

aproximadamente 9 horas sentado en la misma posición. El la

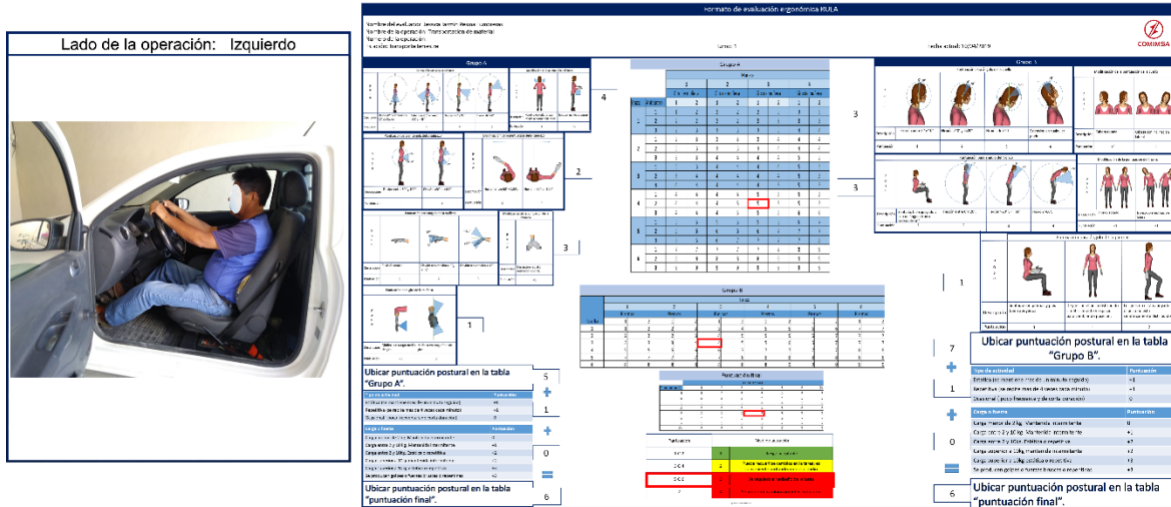


Figura 4. Formatos RULA-transporte terrestre, se puede observar que así como en las evaluaciones anteriores “Formatos RULA” que la información de la evaluación se encuentra documentada del mismo modo, del lado izquierdo las pose a evaluar y del lado derecho la hoja de campo del método RULA.

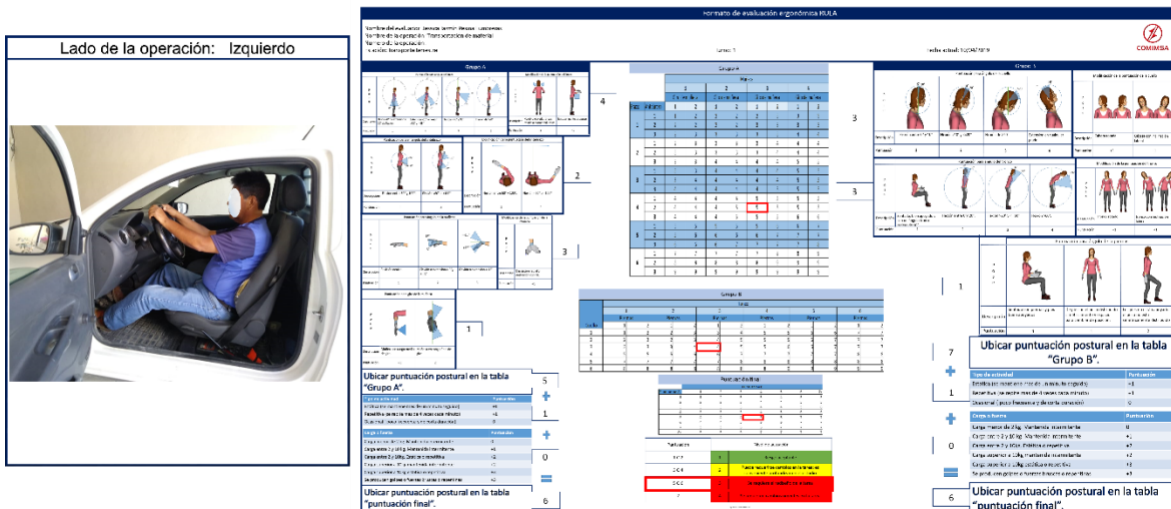


Figura 4. Formatos RULA-transporte terrestre


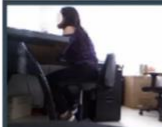










Para la primera técnica (Formatos RULA), se llevó a cabo la evaluación de forma manual. como se indica en la metodología RULA, por lo que fue necesario, primero, se determinó que parte de la operación presenta factor de riesgo, el cual de denomina como la probabilidad de que sean provocados problemas musculo esqueléticos, debido a la carga de trabajo o la mala realización de las tareas desarrolladas, segundo: se identificó la pose la cual sería evaluada, tercero: fue identificado el costado del cuerpo el cual sería evaluado, como se puede ver en las imágenes anteriores, para dos de las áreas laborales se evaluó el lado izquierdo y lado derecho, en el caso de transporte terrestre se evaluó solo un lado ya que ambos lados eran muy similares, cuarto: fueron tomadas las evidencias , la cuales, son las imágenes que se muestran en cada una de las figuras, quinto: se otorgó puntuación a cada articulación del cuerpo, es aquí donde fue usada la hoja de campo del método RULA.

Posteriormente en el siguiente punto del artículo llamado “Análisis de resultados y desarrollo” se verán los siguientes puntos de la Figura 1. Metodología RULA.

Para concluir con “Formatos RULA” a continuación se presenta un resumen de los datos obtenidos. En la Figura 2. Formatos RULA-soldadura se muestra la pose adquirida del lado izquierdo de la operación dando un nivel de actuación de 4, así como también en el lado derecho se llevo acabo el mismo procedimiento en este caso obtenido un nivel de actuación de 3. Para el caso del laboratorio de simulación Figura 3. Formatos RULA-laboratorio simulación también fue aplicada la técnica formatos RULA siguiendo la misma metodología que se comentaba anteriormente, así también en este caso se evaluaron ambos costados del cuerpo. en la evaluación del lado derecho es posible observar que se llegó a un nivel de actuación de 3, por otro lado en la evaluación del lado izquierdo el nivel de actuación también fue de 3. Por último, la postura adoptada por el chofer del transporte terrestre, se presume que la puntuación dada por el nivel de actuación fue de 3.

Ahora bien, ya que se contaba con el puntaje de los niveles de actuación de cada una de las poses adoptadas por medio de “Formatos RULA”, entonces para continuar se realizó la evaluación ergonómica nuevamente usando el método RULA, pero en esta ocasión aplicando la segunda técnica ya antes mencionada “RULA Kinect”, es en esta técnica donde las evaluaciones dejan de ser manuales para ser automáticas, debido al uso de sistemas de adquisición de datos (Kinect), el cual apoya en la captura de las posiciones adoptadas por el operador de la actividad laboral. Enseguida se muestran los resultados de la evaluación aplicando la técnica “RULA Kinect”.

En la Figura 5. RULA KINECT se muestra el reporte de evaluación del método RULA para cada una de las poses evaluadas. Comenzando por la evaluación en el laboratorio de simulación (ESCRITORIO) se puede observar la evaluación realizada por Jack siemens así mismo este integrado a sistemas de adquisición de datos, obteniendo una captura la cual se ve reflejada en la pose. Es posible observar que la puntuación del nivel de actuación es de 3 esto debido a que en el reporte de evaluación se muestra una puntuación final de 5. Posteriormente se realizó la evaluación RULA a la pose adoptada por el soldador (CELDAD E SOLDADURA) por medio de Jack siemens,

ESCRITORIO	CELDA DE SOLDADURA	TRANSPORTE TERRESTRE
<p>Jack Rapid Upper Limb Assessment Report</p> <p>Escritorio Jessica Peña Job #: Laboratorio de Manufactura, 10/04/2019</p> <p>Analysis Summary</p> <p>Body Group A Posture Rating Upper arm: 3 Lower arm: 3 Wrist: 3 Wrist Twist: 1 Total: 4 Muscle Use: Normal, no extreme use Force/Load: < 2 kg intermittent load Arms: Not supported</p> <p>Body Group B Posture Rating Neck: 1 Trunk: 4 Total: 5 Muscle Use: Normal, no extreme use Force/Load: < 2 kg intermittent load</p> <p>Legs and Feet Rating Seated, Legs and feet well supported. Weight even.</p> <p>Grand Score: 5 Action: Investigation and changes are required soon.</p>    	<p>Jack Rapid Upper Limb Assessment Report</p> <p>Soldadura Jessica Peña Job #: Celda de soldadura, 10/04/2019</p> <p>Analysis Summary</p> <p>Body Group A Posture Rating Upper arm: 2 Lower arm: 3 Wrist: 1 Wrist Twist: 1 Total: 4 Muscle Use: Mainly static, e.g. held for longer than 1 minute Force/Load: < 2 kg intermittent load Arms: Not supported</p> <p>Body Group B Posture Rating Neck: 2 Trunk: 4 Total: 6 Muscle Use: Mainly static, e.g. held for longer than 1 minute Force/Load: < 2 kg intermittent load</p> <p>Legs and Feet Rating Legs feet not supported. Weight distribution uneven.</p> <p>Grand Score: 6 Action: Investigation and changes are required soon.</p>    	<p>Jack Rapid Upper Limb Assessment Report</p> <p>Conduccion de transportes terrestres Jessica Peña Job #: 10/04/19</p> <p>Analysis Summary</p> <p>Body Group A Posture Rating Upper arm: 2 Lower arm: 3 Wrist: 1 Wrist Twist: 1 Total: 4 Muscle Use: Mainly static, e.g. held for longer than 1 minute Force/Load: < 2 kg intermittent load Arms: Not supported</p> <p>Body Group B Posture Rating Neck: 2 Trunk: 4 Total: 6 Muscle Use: Mainly static, e.g. held for longer than 1 minute Force/Load: < 2 kg intermittent load</p> <p>Legs and Feet Rating Seated, Legs and feet well supported. Weight even.</p> <p>Grand Score: 6 Action: Investigation and changes are required soon.</p>    

dando una puntuación final de 6, esto quiere decir que su nivel de actuación es de 3. Por último, se evalúa la pose adoptada por el chofer de los camiones (*TRANSPORTE TERRESTRE*), dando una puntuación fina de 6, lo cual quiere decir que su nivel de actuación es de 3.

Figura 5. RULA KINECT

Análisis de resultados o desarrollo

En el punto anterior se vieron los resultados de las evaluaciones del método RULA por medio de cada una de las dos técnicas que se manejan, tales como; Formatos RULA y RULA Kinect, obteniendo así el nivel de actuación para cada una de las de las áreas laborales. Es en esta parte donde se comentarán los detalles que surgieron a lo largo de cada una de las evaluaciones y se tocara el sexto paso de la Figura 1. Metodología RULA.

Ahora bien, comenzando con la primera técnica de evaluación “formatos RULA”, fue fácil poder determinar las puntuaciones para cada una de las extremidades de cuerpo basándose en la experiencia del evaluador, es importante mencionar que principalmente existieron problemas de subjetividad, fenómeno el cual se presenta cuando alguien externa su punto de vista, debido a que este es un comportamiento de cada humano, se tenía incertidumbre acerca del dato exacto del ángulo de la pose adoptada. Por otro lado, en la técnica de RULA Kinect, según la literatura se pensaba que eliminaría el principal problema que se presentó anteriormente en formatos RULA (subjetividad), es decir, en efecto fue así hasta cierto punto, ya que se complicó la captura de movimientos cuando se usaba el sistema de adquisición de datos (Kinect), en algunas de las áreas laborales fue necesario realizar un esfuerzo extra ya que en teoría el Kinect cuenta con un campo de visión muy limitado, lo cual dificultaba la captura de dichos movimientos ,es por eso que para la captura de movimientos de cada una de las áreas laborales era necesario buscar un punto de enfoque en el cual el sistemas de adquisición de datos pudiera detectar cada una de las articulaciones del cuerpo y así formar un esqueleto que recreara la postura que adoptaba la persona quien realizaba la actividad laboral.

Por otro lado, para la captura de movimientos del transporte terrestre fue necesario desensamblar el asiento de la camioneta para que el sistema de adquisición de datos recreara la pose por el chofer, como se puede ver en la Figura 6. Dificultad de captura transporte terrestre., se observa que en la tercera celda de imagen de izquierda a derecha no existe esqueleto alguno recreando una pose, la celda esta en negro, esto debido a que como se comentaba anteriormente para el sistema de adquisición de datos que se utiliza en este caso (Kinect) le fue un tanto complicado trabajar en ambientes no controlados, es decir ambientes en donde no es posible conseguir un buen enfoque al primer intento, esto debido a la “oclusión” que como se comentaba anteriormente es una faltante de datos que se presenta cuando algún objeto o en este caso persona pretende ser captado y no es posible debido a la interrupción causada por algún objeto, sin embargo, otro de los problemas que se presentaba en “RULA Kinect” ahora bien para el área de soldadura y la de simulación fue que era necesario enfocar en un ángulo de 0° a 45° aproximadamente la cámara del Kinect, ya que no era posible maniobrar con la estación, tal cual se hizo en el transporte terrestre, por lo que así, de esta manera, enfocando la cámara , le fue posible al sistema de adquisición de datos detectar las extremidades del cuerpo ,formar un esqueleto y entonces recrear la pose, en otras palabras para este sistema de adquisición de datos es complicado capturar una pose cuando la persona esta de perfil. Sin mencionar que, así como el ángulo de captura y la oclusión eran un problema, también lo eran algunos objetos, ya que el sistema de adquisición de datos los detectaba aun así no fueran motivo de oclusión, por lo que debido a eso la imagen se distorsionaba.



Figura 6. Dificultad de captura transporte terrestre.

Resultados

Tabla 17 Puntuación final - nivel de actuación

Área laboral	Puntuación Final		Nivel de actuación	
	Formatos RULA	RULA Kinect	Formatos RULA	RULA Kinect
Escritorio	5	5	3	3
Soldadura	7	6	4	3
Camión	5	6	3	3

Para comenzar a exponer los resultados de la investigación, cabe mencionar que formatos RULA es la forma tradicional en la que se realizan las evaluaciones ergonómicas. Ahora bien, dando lugar a los datos arrojados de la investigación como se puede ver en la Tabla 17 Puntuación final - nivel de actuación se muestra en la primer celda llamada “área laboral” enlistadas la estaciones como lo son: escritorio, soldadura, camión. Posteriormente en la celda llamada “puntuación final” por separado muestra los datos obtenidos en cuanto a puntuación final, para formatos RULA y también para RULA Kinect, recordemos que la puntuación final proviene de la hoja de campo del método RULA y es parte de los cálculos después de haber determinado la puntuación del grupo A , grupo B , carga y fuerza y tipo de actividad , dicha puntuación es un paso previo a la obtención del nivel de actuación y se da precisamente de la suma de los anteriores ya antes misionados, así como también en la celda llamada Nivel de actuación ,se presentan los niveles de actuación resultantes de cada una de las actividades laborales, en esta parte es importante recordar que el nivel de actuación es el resultado que define el nivel del factor de riesgo en el área laboral, por lo que, dicho valor proviene de la intersección entre la puntuación del grupo A contra la puntuación del grupo B, posteriormente determinando este valor resultante el nivel de actuación que podría ser:

1- riesgo aceptable, 2- profundizar en el estudio, posibles cambios en la tarea, 3-necesario rediseño de la tarea, 4-cambios urgentes en la operación. Ahora bien, dicho valor se elige en función de la puntuación final obtenida, ya sea: 1 o 2 de puntuación final indican un 1 en el nivel de actuación, 3 o 4 en puntuación final indican un 2 en el nivel de actuación, 5 o 6 en puntuación final indican un 3 en el nivel de actuación y un 7 o + en la puntuación final indica un 4 en el nivel de actuación. Ya habiendo recordando de donde proviene el nivel de actuación, por lo tanto regresamos a la Tabla 17 Puntuación final - nivel de actuación, como mencionaba anteriormente podemos ver que en el caso del escritorio, ubicándonos en la celda de puntuación final, en formatos rula nos dio un resultado de 5, por otro lado, en RULA Kinect la misma estación evaluada (escritorio) nos da el mismo resultado, lo que indica que el nivel de actuación en el caso del laboratorio de simulación fue de 3 en ambos casos (lado izquierdo y lado derecho), este nivel de actuación indica que es necesario el rediseño de

la tarea, sin embargo, a pesar de que dan la misma puntuación estos reflejan extremidades en factor de riesgo diferente, por ejemplo en el caso de “Formatos RULA” las extremidades con puntuación más alta son: brazo, tronco, antebrazo y muñeca en el caso del lado derecho, para el lado izquierdo el riesgo solo se refleja en cuello y tronco. Cabe mencionar que en la Tabla 17 Puntuación final - nivel de actuación, específicamente en la celda llamada “formatos RULA” tanto en puntuación final como en nivel de actuación solo se integró a la tabla el valor más alto, sin embargo, de forma escrita se ara mención de todos los datos faltantes en la tabla.

Continuando con soldadura en puntuación final se puede ver una puntuación de 7 lo que indica ser como nivel de actuación un 4 para formatos RULA, por lo que respecta a RULA Kinect nos da una puntuación de 6 indicando así un 3 en el nivel de actuación. Ya que, el nivel de actuación en el caso de la celda de soldadura resulto ser para el lado derecho es de 3, es posible decir que el lado izquierdo presento mayor riesgo, esto indica que son necesarios cambios urgentes en la tarea, ahora bien, si analizamos los resultados de la hoja de campo del método RULA es posible determinar que específicamente las extremidades más afectadas son en primer lugar el tronco y en segundo lugar las muñecas. En el caso del nivel del nivel de actuación para RULA Kinect nos indica ser un 3 esto quiere decir que es necesario el rediseño de la tarea e incluso que según las puntuaciones las extremidades más afectadas son antebrazo y tronco.

Por otro lado las puntuaciones dadas para el caso del transporte terrestre es de 3 en el nivel de actuación del “formatos RULA “ así como en “RULA Kinect”, a pensar que los niveles de actuación son iguales, cabe mencionar, que las puntuaciones finales no lo son, ya que como se puede ver en la Tabla 17 Puntuación final - nivel de actuación en “Formatos RULA” nos da un 5 y en “RULA Kinect” un 6, sin embargo que como se misionaba anteriormente este indica que son necesarios cambios en la tarea o actividad laboral, cabe mencionar que en este caso en comparación a los otros dos (soldadura y escritorio) solo se evaluó una pose ya que eran muy similares ambos lados de la posición, Ahora, regresando al nivel de actuación es importante identificar las áreas en donde se presenta una mayor puntuación, en este caso los brazos serian la extremidades con mayor riesgo de molestia muscular.

Es importante mencionar que para RULA Kinect, se está trabajando con un software de simulación llamado Jack siemens, una de las diferencias entre la técnica anterior contra RULA Kinect es que trabaja con un simulador de ergonomía, en el caso de Jack siemens no te da la opción de elegir específicamente el lado que se pretende elegir, es decir que te proporciona una sola evaluación general del cuerpo completo. Así como también es de interés recordar que para el caso del transporte terrestre como se mencionada anteriormente es en esta parte donde se presentaron más complicaciones, ya que era difícil para el sistema de adquisición de datos poder detectar a la persona cuando esta se encontraba dentro de la camioneta Figura 6. Dificultad de captura transporte terrestre., por lo que se recurrió a desinstalar es asiento, como se puede ver en la Figura 5. RULA KINECT, justamente en la parte de transporte terrestre. hasta entonces nos fue posible realizar la evaluación ubicando el asiento del piloto frente al sistema de adquisición de datos

Discusión de los resultados

Para comenzar con la discusión de los resultados, es importante comprender que para este caso de investigación no se dará preferencia a ninguna de las técnicas ya que lo que se pretende es determinar qué tan eficiente es un sistema de adquisición de datos como Kinect en conjunto con un software de evaluación ergonómica como lo es Jack siemens, así como , conocer las ventajas y desventajas de realizar evaluaciones ergonómicas por medio de “formatos RULA”(forma manual), así como también, por medio de “Rula Kinect” (forma automática).

Cabe mencionar que continuando con los pasos de la Figura 1. Metodología RULA, por cuestiones de limitante de este caso de investigación, se quedara en el paso 6, el cual se vio en el punto de “Resultados” del artículo, tampoco se verán implementaciones ni propuestas para las áreas laborales ,debido a que lo que se pretendía demostrar era precisamente la parte para la puntuación de las articulaciones.

Ahora bien, en un principio se comentó que formatos RULA es tradicionalmente la forma manual de realizar evaluaciones ergonómicas, esta misma, se caracteriza o diferencia por la manera de adquisición de datos, la cual, para esta forma de evaluación, la base de datos obtenida proviene de la experiencia de un evaluador y al uso de herramientas de medición como lo puede ser un: goniómetro, la cual es una herramienta que es utilizada para medir ángulos entre dos objetos, sin embargo , este tipo de herramientas en algunas ocasiones no son viables, debido a que en estaciones laborales, como lo son las de la industria, no es posible interrumpir la operación o estorbar al operador, por esa razón es que se utiliza la experiencia del evaluador para determinar los ángulos que adopta el movimiento. Pero como se comentaba el problema en esta técnica (Formatos RULA) es la subjetividad debido a la variación de opiniones que se presenta entre los evaluadores.

Por otro lado, afortunadamente intentando solucionar este problema de la subjetividad, se presenta una herramienta, la cual ayuda en la medición de los ángulos de la pose que adopta el operador, dicha herramienta fue integrada a Jack siemens (software de evaluación ergonómica) con el fin de hacer de este artefacto la herramienta de medición la cual eliminara dicho problema.

Sin embargo, como se pudo ver en las evaluaciones de RULA Kinect, su principal problema es la oclusión y su limitado campo de visión. Por otro lado la herramienta no fue del todo mala, ya que nos pudimos dar cuenta que simplemente es necesario saber dónde y cómo utilizarla, por ejemplo, si es el caso llevar a cabo una evaluación ergonómica en una línea de producción, en donde existe movimiento constante e interrupción de la imagen debido a las herramientas o las personas del equipo, entonces, usado el sistema de adquisición de datos como lo es en este caso Kinect, no se puede decir que sea imposible, pero sí, que será muy complicado encontrar un punto de enfoque donde el sistema de adquisición de datos (Kinect) pueda detectar eficientemente las articulaciones y crear una pose. Por el contrario si esta herramienta de medición es utilizada un ambiente donde no existe tanto ruido como: personas transportándose de un lugar a otro , herramientas en uso por doquier y principalmente que el trabajador u operador se encuentre en una sola posición, es decir, que no avance tanto ,esto para que no se salga de campo de visión , en efecto la medición de los ángulos se volverá más sencilla, es por eso, que se dice que el sistema de adquisición de datos (Kinect) no siempre es apto para la realización de mediciones de ángulos.

Ahora bien, en esta parte de la discusión de los resultados, se retoma el tema de las puntuaciones para las articulaciones, .es importante mencionar que los resultados de los niveles de actuación son casi similares, con excepción del nivel de actuación – formatos RULA de la operación de soldadura. Esta tendencia quiere decir que entre la experiencia del evaluador y el sistema de adquisición de datos no existe mucha diferencia ,en otras palabras la similitud de estos datos indica que la subjetividad no es un problema tan grande, sin embargo, es importante observar que en comparación con las puntuaciones finales, como se puede ver en la Tabla 17 Puntuación final - nivel de actuación varían en +1 o -1, en un rango de 5 hasta 7.

Conclusiones

Como se menciona en la parte de la introducción de este artículo carga postural es la causa por la que en la mayoría de los casos se suman registros por enfermedades laborales en el IMSS, en este sentido es por eso que al azar se eligieron las áreas laborales las cuales fueron ya evaluadas anteriormente, en efecto, para la evaluación ergonómica enfocando en carga postural existe una gama de métodos de evaluación sin embargo la mayoría de estos métodos se basan principalmente en el método RULA.

Por lo que siendo rula un método de carga postural este se encarga de la evaluación general de cuerpo humano, sin embargo, se enfoca en la medición de las extremidades superiores, como lo son: brazo, antebrazo y muñeca. Es importante recordar que para este caso de investigación únicamente se trató con la medición de los ángulos de la pose los cuales adoptaba el operador en su actividad laboral, esto nos lleva a lo siguiente, como se pudo observar a lo largo de este artículo, en primera instancia uno de los problemas que se presentaron fueron la subjetividad por parte de la técnica “Formatos RULA” y en segundo lugar el problema que se presentó fue el tema de la oclusión en la técnica “RULA Kinect”. Como se mencionaba anteriormente, a pesar de que se presentó una tendencia de un nivel de actuación de 3 en la evaluación para el laboratorio de simulación y el transporte terrestre, debido a los problemas que se presentaron, los resultados no indican que no exista imprecisión de datos en las evaluaciones. Sin embargo, según la literatura, hoy en día gracias a los avances tecnológicos se dice que problemas como subjetividad e incluso oclusión pueden ser eliminados con el uso de herramientas tales como: gafas de realidad virtual, sistemas de adquisición de datos, ya sea Kinect o MoCap y software de evaluación ergonómica como lo puede ser Jack siemens es posible realizar evaluaciones de forma inmersiva en donde se realice la operación de forma virtual y la captura de movimientos sea en tiempo real, sin embargo, por el momento se dejara esta manera de evaluación como proyecto futuro. En lo que respecta a la conclusión, desde nuestro punto de vista, “Formatos RULA” siempre será la base de la toma de datos para evaluación ergonómicas, mientras que “RULA Kinect”, tal vez, no elimino el problema de la subjetividad, pero si es posible mencionar que la minimizo, es decir es más probable confiar en que aun con oclusión, se invirtió un esfuerzo extra para la captura clara de la pose adoptada.

Agradecimientos

El camino se forja en función de las decisiones tomadas.

En primer lugar, mi más sincero agradecimiento a mis padres Dora Elia lumbreras Saucedo y Sergio Pesina Ayala y hermanos, quienes me han apoyado siempre en todo, me han formado como persona y velan por mi bienestar a cada momento.

Como estudiante de posgrado en Corporación mexicana de investigación en materiales S.A de C.V. agradezco al Dr. Elías Gabriel Carrum Siller y al Dr. Pedro Pérez por ser las personas profesionales, exigentes y capases que se necesitan para ser líder y ejemplo de una buena formación para profesionistas ejemplares.

Así como también a mi novio y amigas de posgrado quienes me han apoyado e impulsado a seguir adelante y nunca rendirme.

Bibliografía

Brunette, M. j., Morocho, C., Noriega, M., & Andrade, N. (2016). Identificación de malestares músculo-esqueléticos en una planta de manufactura. *Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal*.

- Ergonautas. (2018). *Universidad politecnica de valencia*. Obtenido de ergonautas:
<https://www.ergonautas.upv.es/art-tech/evaluacion/evaluacion.htm>
- Maestre, D. G. (s.f.). *Ergonomia y psicologia*.
- Maestre, D. G. (s.f.). *Ergonomía y Psicología*.
- Murillo, A. (s.f.). *kinect for developers*. Obtenido de
<http://www.kinectfordevelopers.com/es/2012/11/06/que-es-el-dispositivo-kinect/>
- Ramirez, R. (24 de mayo de 2017). Coahuila lidera lista de enfermedades laborales de acuerdo a estadísticas del IMSS. *vanguardia*.
- Ramirez, R. (24 de mayo de 2017). Rumbo al XLVII Congreso Nacional e Internacional de Seguridad 2017, la Asociación Interdisciplinaria de Salud Ocupacional e Higiene de México dijo que en el País se presentan más de 550 mil accidentes al año. *Vanguardia*.
- Stefania, S., & Immaclolata, N. (2016). a preventive ergonomica approach bses on virtual and immersive reality. 1-13.
- Vito Modesto Manghisi, A. E., Uva, Michele Fiorentino,, A. E., & Fiorentino,, M. (2017). Real time rula assessment using kinect v2. *Applied ergonomics*, 482-485.
- Vosniakos, Deville, & Matsas. (2017). on immersive virtual enviroments for assessing human-driven assembly of large mechanical parts. *Procedia Manufacturing*, 1263-1270.

Tecnologías, de gestión y eficiencia energética para el uso racional de la energía.

Jorge Eliecer Carvajal, Fabian Mauricio Vélez Salazar
ITM, Universidad de Antioquia
Colombia

Sobre los autores

Jorge Eliecer Carvajal Alcaraz: Ingeniero electrónico egresado de la Universidad de Antioquia, M.Sc(c) en Gestión de la Innovación tecnológica cooperación y desarrollo regional del Instituto tecnológico Metropolitano ,ITM ha sido miembro de grupo de investigación en domótica e Inmótica, docente Universitario de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia e institutos técnicos y tecnológicos de la Ciudad de Medellín , ha sido Director de empresas de tecnología y partner tecnológico en diferentes sectores Industriales y líder en departamentos de I+D+i en empresas de consultoría de ingeniería de procesos para el mejoramiento de la productividad empresarial.

Correspondencia: docentejorge@mail.com, jorgecarvajal258174@correo.itm.edu.co

Fabian Mauricio Vélez Salazar: Ingeniero de sistemas y telecomunicaciones, especialista en ciencias electrónicas - telemática, magíster en gestión tecnológica, y Dr(c) en Ingenierías, docente Universitario en la Institución Universitaria Pascual Bravo. Investigador con experiencia y reconocimiento en el área, de domótica, electrónica, telemática y adopción tecnológica, ha sido par evaluador de revistas de publicación científica y jurado en comité de evaluación de tesis de Maestría.

Correspondencia: mauriciovelez@itm.edu.co

Resumen

En el entorno de la industria 4.0 la optimización energética representa un conjunto de herramientas que permiten mayor ahorro en recursos, gestión y logística para el desarrollo de productos. La significativa dependencia energética y las metas de sostenibilidad mundial resaltan la importancia el uso racional de la energía (URE) en los diferentes procesos productivos de la economía de las naciones. El presente artículo hace parte de una investigación que tiene como propósito distinguir cuales son la tecnológicas más pertinentes para el URE en el sector terciario económico de bienes y servicios, para lo cual se hace un repaso por algunas tecnológicas de gestión y eficiencia energética como la inmótica y la Smart Energy, rescatando sus limitantes técnicos y comerciales. Además, se realiza un estudio cualitativo sobre el impacto del uso de estas tecnologías, mediante entrevistas a fabricantes y proveedores tecnológicos locales, para finalmente identificar, a través del análisis de los resultados, la pertinencia de las tecnologías para el URE

Palabras Claves: Cambio climático, domótica, FNCE, URE, Smart energy

Technologies, management and energy efficiency for the rational use of energy.

Abstract

In the industry 4.0 environment, energy optimization represents a set of tools that allows greater savings in resources, management and logistics for the development of products. The importance of energy and the goals of sustainability in the world is the importance of the rational use of energy (ERU) in the different productive processes of the economy of nations. This article is part of a research that has as a purpose for which it is used for technology in the tertiary economic sector of goods and services, for which a review is made for some technologies of management and energy efficiency as the inmotoc and intelligent energy, rescuing its technical and commercial limitations. In addition, a qualitative study on the impact of the use of these technologies can be carried out, through interviews with suppliers and technology providers, to finally identify, through the analysis of the results, the relevance of the technologies for the ERU.

Keywords: *Climate change, smart home, FNCE, URE, Smart energy*

Introducción

A finales del siglo pasado, en la década de los años setenta, las comunidades científicas empezaron a hacer visibles los serios problemas de la exacerbada industrialización, el crecimiento demográfico y la no protección medioambiental (Ferreyra, 2012). Desde entonces, se han hecho esfuerzos de regular el impacto de las actividades económicas y a establecer políticas que buscan regular la explotación de recursos energéticos y condicionan sus emprendimientos en busca de hacerlos sostenibles. Sin embargo, la sola limitación, no reduce la huella medioambiental, ya que fuentes de energía como el petróleo aportan recursos para el desarrollo socioeconómico de los países, cohibiendo la prohibición e impactando notoriamente los espacios naturales (Gutierrez & Sanchez, 2009).

Este impacto en países tropicales como Colombia pueden resultar más devastadores que en otras regiones del globo, pues sus ecosistemas están adaptados a un clima regular, sin grandes variaciones. En comparación a otros sistemas donde las especies de fauna y flora, así como los microorganismos, se adaptan más fácil a cambios extremos de temperatura (Rodríguez Becerra & Mance, 2009). Utilizando cálculos de la huella ecológica, herramienta que permite medir el impacto energético sobre el planeta se estiman que toda la humanidad consume 1,7 planetas por año siendo un balance negativo denotando una crisis de recursos y una desafortada forma de consumirlos (WWF, 2018). Estos son solo algunos ejemplos que evidencian el impacto del hombre al mundo y como las naciones están consumiendo el planeta mucho más rápido de lo que este se puede recuperar, lo que lleva a una escases de recursos que constituye una crisis energética mundial (Ferreyra, 2012).

Ante la ausencia de nuevas políticas y la continuación de las tendencias socioeconómicas se construye un escenario bastante desalentador, en donde las presiones sobre el medio ambiente serán mayores dado el aumento de la población, y la dependencia energética con lo cual se sobrepasarían las capacidades técnicas, y tecnológicas que combaten la contaminación y buscan una mayor

eficiencia energética, (ONU, 2016). Según las Perspectivas ambientales de la Organización y Cooperación para el Desarrollo (OCDE) donde se promueven las políticas y tendencias de desarrollo socioeconómicas se estima que la economía mundial será cuatro veces mayor que la de hoy, empleando 80% más energía para el 2050, lo que generarán un cambio climático más perjudicial, ya que se prevé que las emisiones globales de gases de efecto invernadero (GEI) se eleven cerca del 50% (OCDE, 2012) es tan serio el grave daño ambiental que el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático de la ONU indica que el año 2030 es el límite para detener una catástrofe mundial (IPCC, 2019).

Si bien las prospectivas son desalentadoras, las políticas internacionales han virado paulatinamente hacia el desarrollo sostenible estableciendo metas para la integración de actividades y tecnológicas que promuevan la eficiencia y gestión energética, Colombia, por ejemplo lleva tres décadas realizando acciones que buscan un mejoramiento del consumo de energías y de la diversificación su matriz energética, haciendo uso de tecnologías de fuentes no convencionales de energía (FNCE), en los últimos años se han implementados proyectos tecnológicos, e iniciativas gubernamentales que buscan promover el uso de dichas tecnologías contando ya con leyes como la 697 de 2001 y el reciente el decreto 1543 de septiembre 2017 que reglamenta el fondo de energías No convencionales y Gestión Eficiente de la energía además de su declaración como interés nacional (Contraloría, 2017).

Pero falta realizar un análisis pertinente además del desarrollo e investigación en las tecnologías que emergen para el cambio energético y la elaboración de procesos o metodologías para posible adopción, ya que es común encontrar sistemas ineficientes como lo sugiere estudios y bibliografías que ponen en evidencia la errónea gestión de los recursos energéticos en diferentes sectores productivos (UPME, 2017), un ejemplo de esto es el sector económico terciario que hace referencia a los clúster de servicios y el comercio, su impacto es significativo puesto que aloja el 80 % de la fuerza laboral del país, lo que hace que sea un referente, máxime cuando se describe que corresponde a la infraestructura de edificios gubernamentales y privados, como hospitales, universidades, bancos y edificios públicos, que en su mayoría fueron diseñados sin tener presente las necesidades energéticas actuales o amigables con el medio ambiente (Ayala & Peña, 2016)

Se debe realizar una adopción de tecnologías que permitan el uso racional de la energía, URE, el cual definen como la manera que permite aprovechar al máximo la energía, sin perder la calidad de vida que brindan los servicios que se reciben de ella reduciendo el derroche de energía y la producción de desechos contaminantes (UPME, 2010). Esto sumado a la eficiencia que otorga nuevas tecnologías como la basadas en Leds se espera que pueda contribuir en el desarrollo que permitirá en un futuro la sostenibilidad, eficiencia y gestión energética como se conoce hoy el concepto de Smart energy (Claudio & Coviello, 2013).

La Smart energy adopta conceptos de monitoreo de las variables de consumo para la toma de decisiones, el uso de fuentes eficientes de energía de forma inteligente como se llaman las Smart Grids, y sistemas de inmótica y domótica para gestión e inteligencia de hogares integrando a los usuarios finales como consumidores activos (Zhou, Fu, & Yang, 2016). Estos elementos exigen de una transformación digital en pro de la optimización de recursos gracias a que se cuenta con información precisa y en tiempo real. Favorece el uso energético eficiente y en el caso de la gestión energética en la industria permite el aumento de la productividad, pudiendo realizar un análisis y seguimiento de los consumos en toda la cadena de producción de forma precisa y exhaustiva (Noppers, Keizer, Milovanovic, & Steg, 2016).

En el entorno de la industria 4.0, las tecnologías que se agrupan en las Smart energy para la gestión energética y el URE, su desarrollo son fundamentales en pro de la sostenibilidad, su estudio del estado del arte y comparativas elaboradas desde diferentes aspectos técnicos y físicos, rescatando la experiencia de fabricantes y comercializadores de este tipo tecnologías permiten establecer su pertinencia y aplicabilidad alineadas con el uso racional de la energía y la generación de nuevo conocimiento para la implementación de estrategias que lleven a una adopción tecnológica en sectores que cuentan con falencias en su gestión energética como las edificaciones antiguas del sector económico terciario, así el propósito de este artículo es hacer un repaso por algunas tecnológicas de gestión, eficiencia energética y FNCE como la inmótica y la Smart Energy, rescatando sus limitantes técnicos y comerciales que oriente a establecer que tecnologías son pertinentes para el URE en el sector terciario económico de bienes y servicios.

Metodología:

La creación de este artículo es el resultado de la investigación transeccional cuya metodología permite realizar una revisión exploratoria, conceptual y crítica de temas de investigación en un momento dado (Hernandez, 2014), en este caso tecnologías para la gestión energética, eficiencia energética y uso racional de la energía en el marco de las Smart energy como concepto que aglutina tecnologías para la sostenibilidad energética y que pueden ser pertinentes en edificaciones del sector terciario.

Para la aplicación de la metodología se determinaron tres etapas: la primera corresponde a una vigilancia y revisión bibliográfica, donde establecieron factores críticos de búsqueda orientada en la formación de conceptos básicos, características técnicas, económicas además de su facilidad de adopción que permitieran caracterizar las FNCE, las tecnologías asociadas a las Smart energy como la inmótica, y la gestión energética. Se utilizaron base de datos confiables, para la revisión bibliográfica y tendencias tecnológicas. Las búsquedas se limitaron en tiempo a 10 años para conceptos y fundamentos. Para análisis de la actualidad, estadísticas y textos críticos se limitaron la fuente de información para los años 2016, 2017 y 2018, logrando suficientemente actualizados.

En una segunda fase se realizó una síntesis y análisis cualitativo de la primera, los datos son contrastados con diferentes referencias para lograr un mayor panorama tecnológico. Los resultados tras su validación son organizados en tablas con columnas que permitan evaluar con indicadores de retorno energético, características generales, adecuación física, facilidad de uso y viabilidad económica para facilitar su posterior comprensión.

La etapa final corresponde a un análisis de las tablas con la información de los resultados, con estas se compara en base a las características generales de edificios del sector terciario con lo cual se establecen las necesidades y oportunidades para el desarrollo de las tecnologías de gestión y eficiencia energética en el país además de definir la posible adopción de la tecnología más pertinente para URE.

Desarrollo y análisis

A continuación, se describen y analizan las características técnicas de las tecnologías asociadas a la gestión, ahorro y uso racional de la energía.

Uso racional de la energía (URE)

El URE lo defiende el (Ministerio de Minas y Energía, 2001,pag #1) como :“ el aprovechamiento óptimo de la energía en todas y cada una de las cadenas energéticas, desde la selección de la fuente energética, su producción, transformación, transporte, distribución, y consumo incluyendo su reutilización cuando sea posible, buscando en todas y cada una de las actividades, de la cadena el desarrollo sostenible”.

Así como lo indica el ministerio el uso racional de la energía se establece a partir de una gestión energética, un ahorro y una eficiencia con lo que se busca sacar el mejor provecho al recurso energético, procurando la sostenibilidad, garantizando a su vez las libertades humanas, con el disfrute, aprovechamiento, la competitividad de la economía nacional y generación energética con responsabilidad ambiental (Velásquez, Daniel, & Correa, 2014). Así el URE, se puede distinguir en tres aspectos fundamentales como la gestión, el ahorro y las fuentes no convencionales de energía:

- **Gestión energética**

La gestión energética busca lograr la máxima eficiencia en suministro, conversión y utilización de los recursos energéticos. Siendo este un ejercicio estructurado y sistemático. Buscando el uso racional de la energía, reduciendo el consumo, garantizando el nivel de vida, la productividad y calidad de servicios. La gestión energética debe permitir auditar el consumo, generar alarmas de ahorro y eficiencia estableciendo un plan de ahorro de energía, sabiendo los consumos de las fuentes de energía, y realizando una auditoria energética(Jaramillo, 2001). Entre las tecnologías que aplican la gestión energética se encuentran la domótica o Smart home, la inmótica o Smart Building en el caso de edificios y las tecnologías de Smart Metering en el caso de monitoreo y estadísticas de consumo.

- **Ahorro energético.**

El ahorro energético es la planeación adecuada del consumo energético siendo su principal objetivo el ahorro de energía, el ahorro se puede realizar ya sea disminuyendo la potencia consumida o disminuir su tiempo de trabajo. Dependiendo de la gestión energética que se haga se puede conseguir ahorros significativos, con solo el mejoramiento de equipos y electrodomésticos, buscando su mejor eficiencia y con el uso racional de los dispositivos (Fiestas, 2011), en este contexto las tecnologías de asociadas a las Smart energy , las luminarias de bajo consumo , electrodomésticos eficientes e igualmente la domótica e inmótica .

- **Fuentes no convencionales de energía (FNCE) y eficiencia energética (EE)**

Las energías renovables no convencionales se refieren a las fuentes que tienen un comportamiento continuo siendo inagotables a escala humana, se renuevan a diferencia de las energías convencionales como los combustibles fósiles como el carbón y el petróleo. Las principales formas de energías renovables que existen son: la biomasa, hidráulica, eólica, solar, geotérmica y las energías marinas (Torres, 2008). En este aspecto la Agencia Internacional de las Energías Renovables (IRENA) que es uno serio referentes en energía renovables, en su último reporte global, indica como el consumo de este tipo de energía creció hasta el 19.3% como se observa en la figura 1 donde se indica cómo el 9.1% de este porcentaje corresponde a la biomasa tradicional(leña, residuos de cosechas para la generación de calor y cocción de alimentos), el 10.2% corresponde a energías renovables modernas como la fotovoltaica y la eólica . Se destacan las hidroeléctricas con

el 3.6% de las energías renovables y el porcentaje restante está distribuido entre las energías geotérmica, eólica, biogás y energía solar (IRENA, 2016).

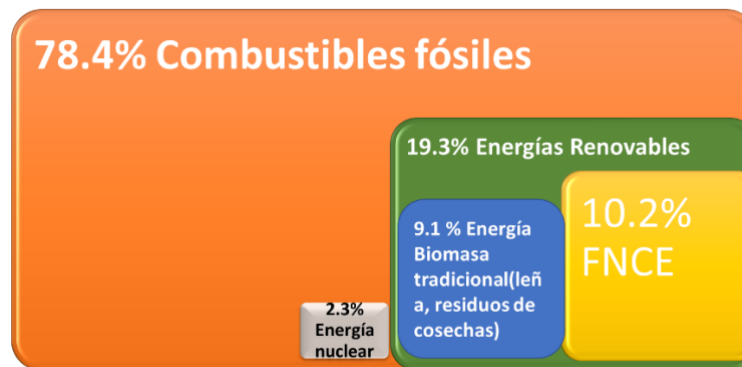


Figura 1. Energía renovable en el mundo. Fuente: elaboración propia con base en (IRENA, 2016).

Es de destacar que en el caso de las energía fotovoltaica y eólica el reciente estudio de la agencia internacional de la energía IEA, indica como estas tecnologías tendrá un crecimiento del más del 30% en los próximos cinco años, representando en un futuro el 40% del crecimiento del consumo de energía mundial (IEA, 2018). Este potencial de generación de las FNCE está en un crecimiento latente por cuenta de los nuevos lineamientos políticos de sostenibilidad que han impulsado el desarrollo de las tecnologías permitiendo abaratar los costos de fabricación, como es el caso de las celdas fotovoltaicas, a esto se suman los potenciales energéticos que en este tipo de energías se cuentan, además de la seria disminución y encarecimiento de los combustibles sólidos que en el caso del petróleo cada día para su producción se debe perforar más profundo y explorar más, por lo cual han aparecido las nuevas técnicas de extracción como la fracturación hidráulica que tiene serias reservas entre ambientalistas y expertos (ONU, 2016).

En todos los sectores económicos se tiene grandes posibilidades de ahorro y eficiencia energética siendo el sector comercial, y de servicios donde se presenta un importante potencial y su impacto es un gran referente se estima que se podría ahorrar un 40% en el consumo público de energía sustituyendo tan solo las luminarias tradicionales por otras más eficientes basadas en tecnologías leds, siendo este sector el que representa mayor posibilidades de ahorro como lo indica el (Banco de Desarrollo de América, 2016). De hecho se considera la eficiencia energética como una fuente de energía ya que contribuye a disminuir el uso de recursos energéticos primarios logrando un ahorro considerable (Caicedo & Silva, 2014).

Tecnologías para el Uso Racional de la Energía (URE)

En la actualidad los escenarios donde los seres humanos interactúan son inteligentes y con esto sus hogares también se hacen inteligentes. Desde los fabricantes de electrodomésticos hasta los constructores y las mismas edificaciones han comenzado a realizarse bajo el concepto de domótica. Esta área de la ingeniería soportada sobre significativas innovaciones tecnológicas, viene creciendo a niveles exponenciales (Hernández Balibrea, 2012), presentándose dispositivos que con la expansión de Internet, la llegada masiva de la banda ancha al hogar, las tecnologías móviles y el espectacular éxito de los dispositivos táctiles (Smartphone y tabletas) dotan de confort, seguridad,

comunicaciones y eficiencia energética, hogares y edificios (Ontiveros, Martín, Fernández, Rodríguez, & López, 2009).

Así en el uso racional de la energía se presentan diferentes conceptos tecnológicos que apropian tecnologías de diferentes indoles como se muestra en la figura 2, en esta se distingue diferentes ramas de tecnologías que apoyan el URE como son:

- Las FNCE y EE: este grupo tecnológico encontramos las fuentes de energía no convencionales que apoyan con tecnologías de generación energética que van avanzando de manera determinada siendo las tecnologías fotovoltaica y eólica de mas mayor desarrollo en los diferentes países. En el caso de la eficiencia energética (EE) estas se refieren al uso de tecnologías eficientes como las lámparas basadas en tecnologías Leds, los sistemas de diseño de bajo consumo en los nuevos electrodomésticos, ahorradores de agua, calefacción solar, calentadores solares de agua, y mejoramiento de consumos energéticos(Energ, 2014).
- Smart energy : reúne diferentes tecnologías como la gestión de las redes de FNCE con las Smart grid , tecnologías de gestión del consumo y monitoreo con los dispositivos de Smart metering , domótica e inmótica con las Smart home y de las tecnologías de alto impacto ya que las matrices energéticas mundiales el sector transporte representa un alto grado del consumo , así encontramos en este ítems las tecnologías de vehículos eléctricos y sistemas de transporte masivos medioambientalmente sostenibles(Winters & Silipo, 2013).
- Edificios leed: en este aspecto encontramos tecnologías referentes a diseños arquitectónicos sostenibles, caracterizados por construcciones eficientes que aprovechan la luz natural, el flujo natural de las corrientes de aire, muros verdes (muros con plantas y paisaje natural), aprovechamiento de las aguas lluvias y espacios que fomentan la productividad(Ayala & Peña, 2016).

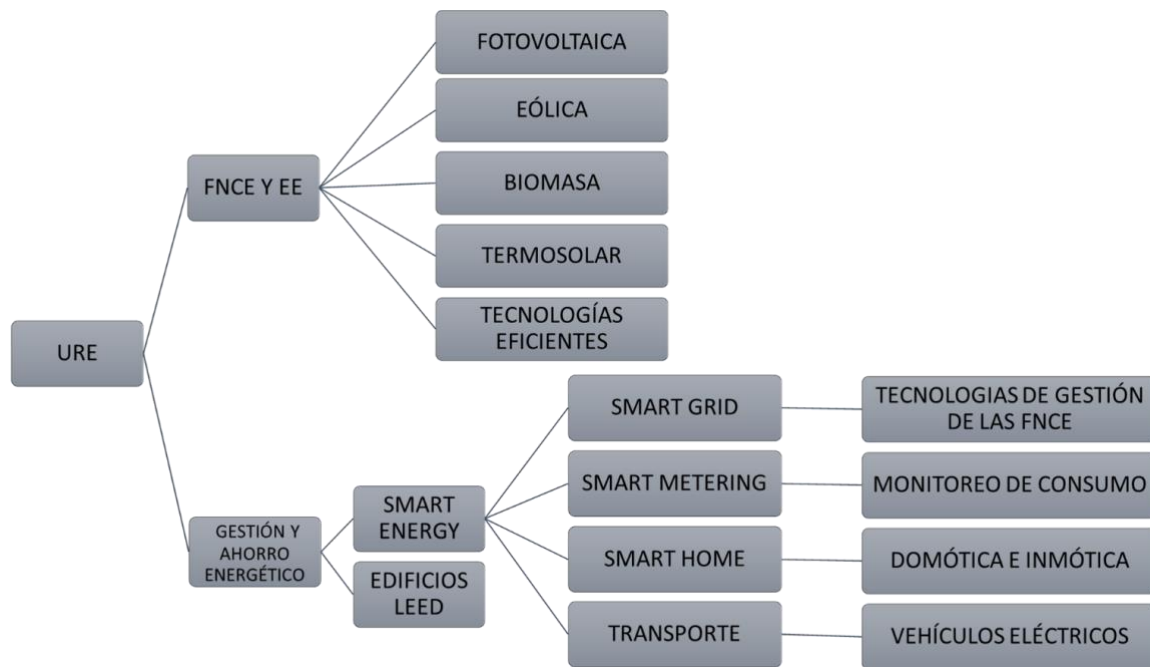


Figura 2. Tecnologías para URE Fuente: elaboración propia.

Dadas las tecnologías que se aplican para el URE se hace una descripción de las más actuales y que aglutina una mayor cantidad de tecnologías, dispositivos y conceptos como son el caso de las Smart Energy y las tecnologías domóticas.

FILOSOFÍA DE SMART ENERGY

La Smart energy agrupa diferentes conceptos y tecnologías que ha evolucionado a partir de la necesidad de una gestión inteligente de energía, en la cual se permita disponer de controles donde se regule, se genere, se transporte, y se distribuya de manera eficiente las diferentes formas energía no solo la eléctrica sino aspectos como la aclimatación de edificios, los sistemas de agua, luz, calor, gas, que permitan abastecer las actividades cotidianas del hombre, que en este aspecto las Smart energy buscar optimizar (Abella & Álvarez, 2015). Esta filosofía empezó a desarrollarse desde año 2000, y se considera como una agrupación tecnologías que actualmente se integran en entorno del hombre, y que se consideran inteligentes dotándolos de confort, seguridad y eficiencia en la producción (Lund, Østergaard, Connolly, & Mathiesen, 2017).

El termino todavía se le considera nuevo y subsecuente del también concepto tecnológico de las Smart Grid o redes inteligentes de energía eléctrica. Según lo planteado por Zhou, Fu, & Yang (2016), la Smart Energy se preocupa por tres aspectos en su haber:

- El consumidor: En este aspecto encontramos a un usuario que es más activo con respecto no solo a la forma como consume energía, sino que puede producirla y ahorrarla, resaltando los dispositivos de Smart Metering que permite al ciudadano evaluar su consumo y conocer en tiempo real que aparatos, electrodomésticos o tecnologías consume más energía, para poder hacer una gestión en el ahorro.

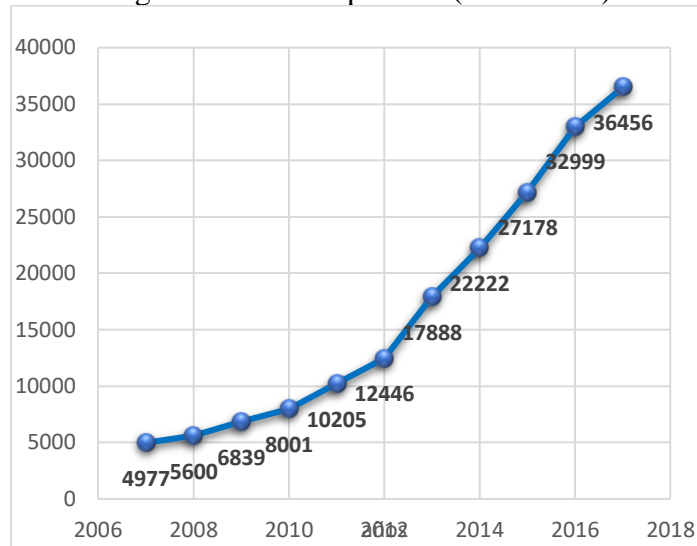
- Las redes de distribución de energía: estas son inteligentes optimizando el sistema, de hecho, las Smart energy surge con este concepto que ya se ha desarrollado y nombrado las Smart Grids, en estas los sistemas de generación, distribución y consumo están íntimamente ligados gracias a las redes datos, big data, con esto se logra menores pérdidas en la distribución, y se hace un sistema más eficiente, equilibrando la oferta y la demanda, además de hacer el sistema más seguro.
- Fuentes de energía: en este aspecto se desarrolla un integración y gestión inteligente de las diferentes formas de generación de energía, en estas se resaltan las FNCE como la fotovoltaica.

Estos tres elementos de la Smart Energy se realizan con diferentes tecnologías, que a su vez generan una gran cantidad de datos provenientes de la aplicación continua de sensores, transmisores inalámbricos, redes de datos y sistemas de comunicación (Winters & Silipo, 2013). En esto se hace una distinción de como la Smart energy debe hacer uso del Big data para poder desarrollar sistemas complejos e interconectados, en este campo se aprecia como las investigación realizadas no solo buscan los mejores dispositivos , sino que se tiene el mercado software de gestión energética que trabajan bajo los principios de la Smart energy y Big Data , permitiendo sistemas más inteligentes al poseer información constante y de cada proceso , un control del consumo , del tipo de redes y de la eficiencia (Zhou et al., 2016).

PATENTES Y TENDENCIAS DE MERCADO EN SMART ENERGY

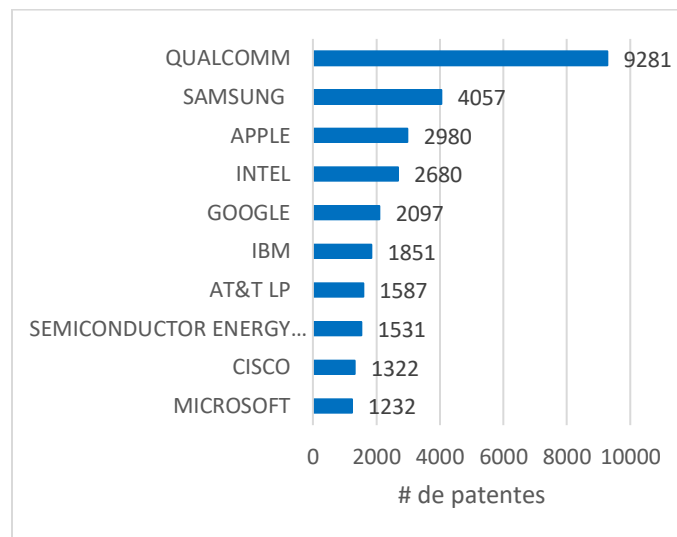
Los gigantes tecnológicos como Qualcomm, Samsung e Intel líderes en la fabricación de circuitos integrados , chips , y procesadores para la tecnología móvil , lideran el tema de patentes en referencia a tecnologías de Smart energy ver figuras 3 y 4 , dichos circuitos integrados se deben entender como los elementos básicos que hacen posible aplicaciones más complejas , como los Smart Metering, en este ámbito se rescatan los chips que permiten la interoperabilidad y acción de control de las variables más importantes en este tipo de tecnologías . En el caso de compañías como la norteamericana At & T junto con empresa Cisco se ligan con los chips que permiten la integración mediante protocolos de comunicaciones inalámbricos y redes de datos necesarios para apoyar el desarrollo de la IOT, ya patentes de la semiconductor energy lap , son orientadas al desarrollo de chips de gestión energética electrónica de potencia , tecnologías fundamentales para poder realizar actuadores electrónicos y poder hacer gestión energética, sin estas tecnologías no es posible un desarrollo de las Smart energy ya que son piezas fundamentales para dispositivos comerciales como los Smart metering.

Figura 3. Patentes por año (2007-2017)



Fuente: (LENS.ORG, 2018) Palabras claves: Smart energy, elaboración propia.

Figura 4 Top 10 Propietarios – Patentes (2007-2017)



Fuente: (LENS. ORG, 2018) Palabras claves: Smart energy, elaboración propia

Las tendencias tecnológicas revalidan la importancia de tecnologías como el big data , que son fundamentales para la toma de decisiones y gestión, esto impulsado a la cantidad de datos que se adquieren al poseer dentro de las casas, edificios sistemas interactuando de manera constante y disímil formas gracias a las tecnologías IOT, hoy no se comprende una gestión energética basada en Smart energy sin hacer uso de dispositivos conectados e interoperando suministrando constante información para el data análisis(Winters & Silipo, 2013) .

Otra tendencia tecnológica en dispositivos de Smart energy son los referenciados como los Smart Metering que son actualmente los dispositivos de mayor desarrollo pues interactúan con el consumo

midendo las variables de energéticas más importantes como la luz, el calor y la electricidad (Casellas, Velasco, & Guinjoan, 2010). Con el uso de los Smart Metering aparecen el desarrollo de Apps de gestión de consumo, este tipo de dispositivos tiene una alta difusión principalmente en Europa, donde países industrializados como Alemania, Holanda y Dinamarca están impulsando con políticas públicas no solo el uso de fuentes no convencionales de energía, los cuales son líderes, sino el ahorro energético mediante el uso de estas aplicaciones actualmente en estas naciones los contadores mecánicos de gas, agua y electricidad están siendo totalmente reemplazados por nuevos medidores digitales que permiten una comunicación directa con otros dispositivos conectados mediante una red de datos, permitiendo discriminar el consumo, generar una facturación diaria, alarmas ante instrucciones o cuando existe un malgasto de energía (Andreadou, Kotsakis, & Masera, 2018).

Los vehículos eléctricos son las tecnologías que enmarcan el desarrollo para la sostenibilidad, las tendencias de las Smart energy referencia este tipo de tecnologías como las que van a cambiar el paradigma de las energías inteligentes ya que a nivel mundial son los sectores del transporte los responsables no solo del serio impacto al medio ambiente sino que consumen casi el 40 % de la matriz energética del mundo, así su desarrollo con tecnologías disruptivas siguen siendo significativas, logrando cada vez una mayor autonomía, cargas más rápidas y abaratando costos (Abolhosseini, Heshmati, & Altmann, 2014).

Inmótica y domótica.

La domótica busca la incorporación de tecnologías integradas en la gestión inteligente de una vivienda, siendo la inmótica la incorporación de dichas tecnologías en el caso de los edificios. La incorporación de tecnologías proporciona confort, interconectividad, seguridad, además de gestionar eficientemente el uso de la energía, favoreciendo el ahorro de agua, electricidad y combustibles (CEDOM, 2008).

La palabra Domótica, procede del latín domus (casa, domicilio) y del griego αὐτόματον, (automática) definiendo el concepto automatización de hogares, el origen de la Domótica se remonta a los años setenta, cuando en Estados Unidos aparecieron los primeros dispositivos de automatización de edificios basados en la tecnología X-10 (Dirección General de Industria, 2007). Los primeros dispositivos eran limitados, ejerciendo controles sencillos de apagados y encendidos mediante el uso de sensores discretos como termostatos que regulaban la temperatura ambiente. Con el crecimiento de la electrónica y el avance tecnológico ha llevado a la domótica hacia la total integración de los dispositivos y electrodomésticos del hogar, en donde el acceso y el control remoto son elementos fundamentales en la automatización de las viviendas y edificios (Janco, 2012). Actualmente distinguen tres diferentes arquitecturas en el control domótico como son los sistemas centralizados caracterizados por una unidad de procesamiento central donde todos los sensores y actuadores inteligentes dirigen sus acciones de control y supervisión, este tipo de arquitectura es más económica y orientado a infraestructuras pequeñas por cuenta del gasto en las redes de comunicaciones (Polit, 2014), una segunda arquitectura es la distribuida, caracterizada por actuadores y sensores con la capacidad de ejercer acciones de control de manera automática sin la intervención de un sistema central, este tipo de arquitectura no permite una integración y gestión de la información para control detallado del consumo, en este tipo de arquitectura se encuentran interruptores automáticos de encendido y apagado de cargas como luces o electrodomésticos, que se integran a principios de las tecnologías IoT (Janco, 2012). Finalmente una tercera arquitectura es

la mixta que combinan sistemas de control distribuidos, pero que centralizan la información, este tipo de arquitectura es la más compleja tanto en redes como dispositivos donde se destacan los protocolos estándar como el KNX, LonWorks, que permiten una integración y gestión en áreas extensas como edificios (Peccisa, Rodríguez, Morón, & García, 2016).

La domótica también se pueden clasificar en tres niveles de automatización, avanzado, intermedio y básico: Básico, intermedio y Avanzado (CEDOM, 2008).

- Básico o nivel 1

Este nivel corresponde a edificaciones no mayores de cuatro pisos con soluciones tecnológicas que integran la seguridad de incendio y robo, accesos electrónico, controles para la climatización donde se usan termostatos inteligentes, sistemas de control on/off de iluminación, con lo que se logran ahorros del hasta el 20%, en este nivel la automatización se soporta sobre plataformas de control distribuido y poco integrado.

2. Intermedio

Aquí las tecnologías son más integradas, se garantizan una gestión energética sin sacrificar el confort de los ocupantes, se permite la regulación de la intensidad lumínica y el aire acondicionado según las condiciones climáticas exteriores, en este nivel se permiten un mayor grado de integración se utilizan sistemas mixtos de control y combinación de tecnologías y fabricantes soportados sobre protocolos de domótica estándar como el LonWorks, KNX, EIB, Modbus

3. Avanzado

En el nivel avanzado se hace un gestión de las mayores variables de energéticas posibles como agua, temperatura, energía integradas a sistemas de información en tiempo real con la generación de alertas de consumo de electrodomésticos Smart, todas las aplicaciones son gestionadas y comunicadas entre sí, las tecnologías IOT son recurrentes permitiendo regular los escenarios de la edificación según las preferencias de los usuarios para lograr un alto confort donde se alcanzando la máxima seguridad y ahorro.

La importancia del uso de tecnologías domóticas e inmóticas en el caso de la gestión energética es significativo se estima que puede lograr con su implementación una reducción entre un 33% y 90% del consumo energético eléctrico de una casa o edificio y a su vez la reducción de la huella de carbono (Calvo, 2014), esto representa un gran impacto en uso racional de la energía y se contempla como un referente que dado el continuo desarrollo tecnológico con avances significativos, surgen varios desafíos como la apropiación de las tecnologías y la evaluación de la pertinencia en el caso del URE.

Resultados y análisis

Con la documentación recopilada y tras la vigilancia se logró limitar que tecnologías son aplicables para URE, según los diferentes aspectos relevantes que la conforman, se elaboraron tablas como: las de las tecnologías cogeneración donde se encuentran las FNCE, y las tecnologías de gestión energética. Las tablas se discriminaron en varios indicadores entre técnicos y valoraciones cualitativas basadas en apreciaciones de fabricantes y comercializadores tecnológicos locales, además de un análisis donde cotejaron con referentes bibliográficos:

- Tasa de retorno energético TRE: este indicador permite medir la tasa energía entregada por cada unidad de energía invertida
- Densidad energética: este kpi permite indicar la capacidad de generación por metro cuadrado de la fuente de energía.
- Periodo de recuperación de la inversión PRI: este indicador permite medir en el periodo de años la recuperación de los costos de la instalación tecnológica.
- Costo por KW: el costo de la instalación de la tecnología por kW
- Duración: indica la vida útil de la tecnología.
- Instalación: este permite dar una valoración cualitativa de la tecnología en cuanto a su complejidad técnica e instalación este indicador es el resultado de la consulta a proveedores y fabricantes de tecnologías en gestión y generación energética locales.
- Adopción: este indicador resultado de la consulta realizada a proveedores tecnológicos permite dar una valoración cualitativa de la facilidad en que usuario puede acoger una tecnología.
- Costo por metro cuadrado: este Kpi permite establecer el costo promedio de una instalación en una relación del metro cuadrado, la relación se adecuo según la tecnología estableciendo el costo de una instalación de una edificación con 1000 metros cuadrados.
- % de ahorro: este indicador relaciona el ahorro energético que se logra con la sustitución o aplicación de la tecnología con respecto a la tradicional.
- Perdida de la eficiencia: esta es una tasa en como la tecnología se desprecia o se hace menos eficiente por cada año frente a tecnologías emergentes.

Tabla1

Comparación de diferentes indicadores en fuentes de energía.

TECNOLOGÍAS DE GENERACIÓN	TRE AÑOS	W/m ²	PRI	COSTO* KW	DURACIÓN EN AÑOS	INSTALACIÓN	ADOPCIÓN	
PETRÓLEO	70	80	400	-	15USD	40	BAJA	ALTA
PETRÓLEO HOY		30	80	-	20USD	20 POR POZO	MEDIA	ALTA
FNCE FOTOVOLTAICA CELDA MONOCRISTALINA		10	15	9	40USD	25	BAJA	ALTA
FNCE FOTOVOLTAICA CELDA POLICRISTALINA		9	20	8	36USD	25	BAJA	ALTA
FNCE EÓLICA		20	2	15	20USD	30	BAJA	MEDIA
FNCE BIOMASA		7	5	1	60USD	22	ALTA	MEDIA
FNCE TERMOSOLAR		3	4	15	70USD	25	MUY ALTA	BAJA

fuentes de elaboración propia a partir de consulta de proveedores de la tecnología y (Unidad de Planeación Minero Energética UPME, 2016),(IRENA, 2016),(REN21, 2017)(De Castro, Mediavilla, Miguel, & Frechoso, 2013)

La tabla 1 resumen algunas tecnologías de fuentes de energía, resumen en parte la consulta de proveedores tecnológicos y la revisión bibliográfica de resultados de investigación de instituciones representativas de las FNCE a nivel mundial como como IRENE y la Red de políticas de energía renovable para el siglo XXI (REN21) , así como investigaciones de parte la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME) en la que se incluyeron a manera de ejemplo y comparación la energía no renovable como el petróleo en dos instancias una en los años 70 donde la extracción era menos intensa y menos profunda correspondiendo al primer cuartil del cenit del petróleo en el mundo, la otra instancia corresponde a la extracción de petróleo en la era actual. Se distinguen entre las FNCE dos tecnologías fotovoltaicas como las celdas monocristalinas y las policristalinas que se comercializan actualmente, las diferencias entre ambas tecnologías es en la pureza del material fotovoltaico basado en silicio en el caso de las monocristalinas el material es mas puro y por ende costoso en un estimado del 30% con respecto al las policristalinas que son mas baratas y menos eficientes como lo indica la densidad energética, estos datos fueron resultados de las consulta a proveedores locales de energía FNCE, también se indagaron sobre el avance otras FNCE como la Eólica, la Biomasa y termosolar ya que las tecnologías son referentes para creación de Smart Grid, y ahorro energético con respecto.

El análisis de la tabla 1 demuestra como las tecnologías de FNCE mas prometedoras para la adquisición adopción en el sector terciario son las energías fotovoltaicas seguidas por la eólica, pero que aun no son competitivas con fuentes como el petróleo , sus retornos de inversión en años son elevados lo que suma su densidad energética y retorno energético deben mejorar, lo que obliga a un desarrollo constante y disruptivo para que la transición tecnológica sea una realidad y no una posición liderada por las políticas sostenibles. Se evidencia como estas tecnologías posee ventajas en cuanto a la instalación y adopción ya que se muestran favorables a la facilidad técnica de la instalación de dichos dispositivos, esto habla de un mercado que está en aumento, y de proveedores con servicios de valor agregado que acompañan y facilitan la adquisición de este tipo de tecnologías.

Tabla2
comparación de diferentes indicadores en tecnologías para la gestión energética

Tecnologías de gestión energética y ahorro	Costo /metro2	% ahorro	Pri	Perdida de eficiencia por año	Duración, en años	Instalación	Adopción
Inmótica inalámbrica de protocolo estándar	40usd	60%	4	1%	15	Media	Alta
Inmótica inalámbrica protocolos propios(enocean)	60usd	70%	4	2%	15	Medida	Media
Automatización simple	25 usd	20%	3	4%		Baja	Media
Smart metering - AMI (sistemas de	35usd	Variable entre	3	1%	30	Baja	Alta

medición avanzada)			20%	al				
			80%					
Tecnologías de iluminación (tecnología led)	18 usd		60%	5	2%	30	Baja	Media
Tecnologías calentadores solares	15 usd		15%	6	2%	20	Alta	Baja
Tecnologías aire acondicionado solar	35usd		30%	5	3%	20	Alta	Baja
Smart grid (microredes)	100usd		60%	5	2%	30	Muy alta	Baja
Gadgets De gestión de energía	5usd		20%	5	3%	10	Baja	Muy alta
Transporte eléctrico	-		60%	8	8% depende de la batería	15	Baja	Media

fuentes elaboración propia a partir de consulta de proveedores de la tecnología y fuentes bibliográficas (Gómez, Hernández, & Rivas, 2018),(Abella & Álvarez, 2015),(ENERTIC, 2018),(Tolosa Rivera & León Farieta, 2015),(Peccisa et al., 2016),(FEGECA, 2017),(Enriquez, 2017).

La tabla 2 es una construcción de diferentes fuentes , donde se resumieron algunas de las características consultadas de las tecnologías de gestión y ahorro energético , si bien existen un sin número de dispositivos tecnológicos asociados a cada uno de los ítems que evalúa la tabla , esta se elaboró a partir de características generales , ya que entre las diferentes tecnologías se encontraron dispositivos con referencias técnicas y económicas que permiten un gran abanico de posibilidades así para evaluar la tabla se usó como referente la posible aplicabilidad en un edificio promedio de mas de 4 pisos con área superiores de 1000 metros cuadrados por piso, características comunes a edificios del sector terciario de la economía en el que se centró la investigación.

De los resultados se resalta las tecnologías de Smart Metering o sistemas de medición avanzada, presenta un serio impacto en el ahorro , que si bien es una tecnología que no hace un control activo de cargas si permiten visibilizar el consumo de estas en sus diferentes formas lo que hace que el usuario final sea un elemento activo dentro del ahorro y eficiencia energética, ya que le permite con el monitoreo de diferentes fuentes de consumo el poder de decisión para regularlo según las alertas que pueda generar a esto se le suma la fácil adopción e instalación , además de permitir crear una plataforma de apoyo a las redes inteligentes que ayudan a gestionar la generación y distribución de energía de forma eficaz, estas tecnologías son pertinentes en el contexto de los edificios del sector terciario ya que se considera tecnologías maduras de fácil adquisición. En el caso de la micro redes inteligentes son igual de pertinentes pero sus costos son elevados pues requieren una mayor infraestructura tecnológica y deben estar acompañadas con alguna de las tecnologías de FNCE , lo cual la hace muy robustas, se necesita mas desarrollo en este tipo de tecnologías para simplificar y abaratar costos , siendo destinada a proyectos de presupuestos altos y a complejos urbanísticos.

En el caso de los sistemas inmóticos para gestión energética, se encontró, que del abanico de posibilidades tecnológicas, y de fabricantes aquellos dispositivos de características mixtas con una

automatización de segundo nivel, basados en protocolos estándar tipo bus como KNX, Lonwoks , sistemas inalámbricos como Zwave o zigbee, se muestran pertinentes, pues permiten una alta integración con diferentes tecnologías(Huérfino, 2011) y costos moderados. Entre la percepción de fabricantes estos coinciden en que se necesitan de acompañamiento técnico para la puesta a punto de sistemas inmóticos como lo resume la tabla 2 en los ítems de instalación y adopción fueron valorados en un nivel de dificultad media y adopción media a alta. Esto da cuenta de la baja penetración del mercado de sistemas domóticos. Es de resaltar tecnologías prometedoras como los sensores piezoeléctricos Enocean que funcionan sin baterías sobre plataformas distribuidas siendo los sistemas que les otorga una alta eficiencia(Caicedo & Silva, 2014). En estas tecnologías se cuenta con una brecha comercial ya que los resultados indican como su adquisición es baja en países latinoamericanos en comparación a los europeos.

Tecnología como el aire acondicionado solar y los gadgets de gestión energética son complementos pertinentes pues dan cuenta a la solución de climatización eficiente, además de una manera de formación en el uso de tecnologías con la adquisición de pequeñas las pequeñas tecnologías Gadgets que permiten realizar control on/off puntuales y a pequeña escala.

Se observa como tecnologías aplicables a edificios del sector terciario la utilización de iluminarias leds que si bien la instalación de este tipo de tecnologías no es compleja, si posee una adopción media por cuenta de costos asociados, los cuales son en promedio un 30% mas altos que la tecnologías actuales.

Discusión

Los resultados comparativos de la diferentes tecnologías evaluadas evidencian en el caso de la tecnologías asociadas al ahorro y eficiencia como las FNCE, aun presentan costos elevados que permitan competir con las fuentes no renovables como el petróleo así pese a que se cuentan documentación que indica que fuentes como la eólica alcanzan tasas de retorno comparables con la hidrogenación o el carbón los resultados demuestran un serio limitante ya que desde la perspectiva de los comercializadores de tecnologías como la fotovoltaica argumentan que deben enfrentarse a serias barreras de adopción tecnológica como la percepción de Periodo de recuperación de la inversión altos con respectos a las tecnologías tradicionales. Solo las políticas de alivios tributarios a inversiones de este tipo de tecnologías han contribuido en parte a la reducción de este indicador empezando a ser mas llamativas para empresas y edificaciones pertenecientes al sector de servicios.

Si bien son claras las ventajas que ofrecen las diferentes tecnologías de gestión energética, y que se le sumadas a la conciencia ambiental que se está generalizando para predecir un futuro alentador en el desarrollo sostenible, aún existe una seria brecha digital, pues la adquisición dispositivos de Smart home o domótica se pude considerar como poco comunes en países como Colombia en cual se cuentan con indicadores inferiores al 1% de la automatización de casas y edificios(Peccisa et al., 2016). Esto obliga a replantear las políticas de transición energéticas exigiendo que estas sea más cohesionadas y determinadas con metas aún más acometedoras en pro de la sostenibilidad, ejemplos como los de Noruega en la prohibición de carros a gasolina son dignos de replicar, este tipo de políticas promueven el desarrollo tecnológico y a su vez la economías de manera significativa siendo necesarias ya que se está llegando al punto en que pese a las mejoras tecnológicas y conceptos tecnológicos como las Smart energy no serán suficientes para regular el cambio climático(ONU, 2016).

Pese a las bondades de las tecnologías eficientes como la tecnología led y sus rendimientos comprobados que permiten un significativo ahorro, y beneficio al impacto ambiental en comparación a la iluminación tradicional, tras resultados de la consulta bibliográfica se demuestra como este cambio tecnológico a provocado un impacto al medio ambiente por cuenta de la contaminación lumínica, afectando vida silvestre, cuyos ritmos biológicos e instintos nocturnos se ven alterados cuando están cerca de una gran cantidad de luz artificial (Grubisic, van Grunsven, Manfrin, Monaghan, & Hölker, 2018). A esto se le suma que las tecnologías de luminarias led dada la diversidad de fabricantes resulta complejo garantizar las regulaciones de los estándares de calidad para lograr las eficiencias prometidas como lo demuestra el estudio de Enrriquez, (2017) donde se compara diferentes luminarias encontrando como muchas no garantizan la eficiencia energética llegando incluso a ser ineficientes. Esto también representa una barrera en la transición de esta tecnología en los países en vía de desarrollo, ya que la intención de adopción tecnológica está íntimamente ligada a la percepción de beneficio, en consulta realizada a jefes de mantenimiento de edificios del sector económico terciario que se enfoca la investigación dan cuenta de ello, he indican como en muchos casos no han realizado una transición tecnológica ya que no conciben un estándar en este tipo de tecnologías, pues representaría un serio problema de inventarios por la gran diversidad de marcas siendo inviable planes de mantenimiento en este tipo, ha esto se le suma que la percepción de la cantidad de lúmenes con respecto a las bombillas tradicionales a la tecnología led la consideran baja.

Es necesario una discusión mayor e investigación sobre sistemas de almacenamiento de energía en pro del desarrollo sostenible ya que como se evidencia el almacenamiento energético es uno de los rubros más altos en tecnologías como la FNCE y representa un limitante tecnológico en la competitividad de los vehículos eléctricos serán en el futuro actores principales no solo para la sostenibilidad de las ciudades, ya que con el deterioro de aire con gases contaminantes, hacen inviables las ciudades ante las pandemias de enfermedades pulmonares, estos elementos serán junto con las Smart energy las bases donde se sustentaran las Smart city.

Conclusiones

La energía fotovoltaica que hace parte de las tecnologías de gestión y eficiencia energética se plantea como la energía del futuro, esto se logrará en la medida que se desarrolle de manera disruptiva las tecnologías de acumulación de energía, que permita abaratar los costos asociados con estas tecnologías, permitiendo que cualquier usuario puede generar la energía que consume contribuyendo en el impacto medio ambiental y ahorro energético. Es de resaltar que, si bien se tienen esfuerzos normativos y voluntades políticas que se han sumado a establecer metas en diversificación de la matriz energética con fuentes no convencionales de energía, dichas normativas no permiten lograr una competitividad a las tecnologías o inversionistas de estas, ya que al exigir en su normativa disponibilidad energética de cualquier medio de generación esta va en contra a la realidad de las fuentes de energía como la fotovoltaica que depende de la disponibilidad de las condiciones de medio y no garantizan un constante suministro de energía como lo exige la norma existente esto hace que no sean competitivos ante las fuentes de energías convencionales.

Las Smart energy es un eufemismo tecnológico, que dista de su adopción por cuenta de la complejidad, si bien aglutina varios referentes tecnológicos que se consideran maduros como la Inmótica y las Smart Grid, estos en realidad no son cohesionados, ya que exigen una alta integración tecnológica entre tecnologías como las IoT y el Big data, de esta forma se puede distinguir que entre

las energías de gestión y ahorro energético los dispositivos de Smart metering y gadgets de gestión energética representan un potencial que por sus cualidades de económicas, técnicas y de adopción contribuya a cerrar la brecha digital que se muestra en la gestión energética del sector económica terciario.

Referencias

- Abella, A., & Álvarez, E. (2015). Smart Energy: nuevas aplicaciones y modelos de negocio. In *Cuader*. Retrieved from <http://www.orkestra.deusto.es/images/investigacion/publicaciones/smart-energy.pdf>
- Abolhosseini, S., Heshmati, A., & Altmann, J. (2014). *A Review of Renewable Energy Supply and Energy Efficiency Technologies*. (8145).
- Andreadou, N., Kotsakis, E., & Maserà, M. (2018). Smart meter traffic in a real LV distribution network. *Energies*, *11*(5). <https://doi.org/10.3390/en11051156>
- Ayala, P., & Peña, M. (2016). *Análisis de la inclusión del sistema de liderazgo en diseño energético y ambiental (leadership in energy & environmental design - leed) en la ciudad de bogotá en el periodo 2008 - 2015*.
- Banco de Desarrollo de América. (2016). *Eficiencia energética en Colombia: Identificación de oportunidades*.
- Caicedo, O. F. P., & Silva, D. M. M. (2014). Modelo Estratégico de Innovación para impulsar la Gestión Energética en Colombia. *Energética*, *0*(44), 61–68.
- Calvo, F. (2014). *Análisis Y Diseño De Una Red Domótica para Viviendas Sociales*. 118. Retrieved from <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2014/bmfcic169a/doc/bmfcic169a.pdf>
- Casellas, F., Velasco, G., & Guinjoan. (2010). El concepto de Smart Metering en el nuevo escenario de distribución eléctrica. *Universitat Politècnica de Catalunya. Departament d'Enginyeria Electrònica*, 752–757.
- CEDOM. (2008). *Cómo ahorrar energía instalando domótica en su vivienda*.
- Claudio, C., & Coviello, M. (2013). *Eficiencia energética América Latina*.
- Contraloría, G. de la República. (2017). Autosuficiencia petrolera en Colombia. *Boletín Macro Sectorial*, año 2(6), 1–6. Retrieved from <http://www.contraloria.gov.co/documents/463406/484739/Boletín+Macrosectorial+No.+06+%28pdf%29/f01dfce0-493c-423a-9148-244fce46edc1?version=1.2>
- De Castro, C., Mediavilla, M., Miguel, L. J., & Frechoso, F. (2013). Global solar electric potential: A review of their technical and sustainable limits. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *28*, 824–835. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.08.040>
- Dirección General de Industria, E. y M. de la C. de M. (2007). *La domótica como solución del futuro*.
- Energ, E. (2014). *Acciones y perspectivas en eficiencia Contenido*.
- Energía, M. de M. y. (2001). *LEY 697 de 2001*. 2001(Octubre 3).
- ENERTIC. (2018). *GUIA DE REFERENCIA SMART ENERGY*.
- Enriquez, H. D. (2017). *Estudio del desempeño, calidad y costo de fuentes de iluminación LED*.
- FEGECA. (2017). *Sistemas eficientes y energías renovables*.
- Ferreira, D. M. (2012). *Crisis energética siglo XXI: ¿qué investigamos?*
- Fiestas, B. (2011). *Ahorro energético en el sistema eléctrico de la universidad de Piura - Campes Piura*.
- Gómez, V. A., Hernández, C., & Rivas, E. (2018). Visión General, Características y Funcionalidades de la Red Eléctrica Inteligente (Smart Grid). *Información Tecnológica*, *29*(2), 89–102. <https://doi.org/10.4067/s0718-07642018000200089>

- Grubisic, M., van Grunsven, R. H. A., Manfrin, A., Monaghan, M. T., & Hölker, F. (2018). A transition to white LED increases ecological impacts of nocturnal illumination on aquatic primary producers in a lowland agricultural drainage ditch. *Environmental Pollution (Barking, Essex : 1987)*, 240, 630–638. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2018.04.146>
- Gutierrez, L., & Sanchez, A. (2009). IMPACTO AMBIENTAL. *Universidad Los Angeles De Chimbote*, 3, 12. Retrieved from [http://files.uladech.edu.pe/docente/17817631/mads/Sesion_1/Temas sobre medio ambiente y desarrollo sostenible ULADECH/14._Impacto_ambiental_lectura_2009_.pdf](http://files.uladech.edu.pe/docente/17817631/mads/Sesion_1/Temas_sobre_medio_ambiente_y_desarrollo_sostenible_ULADECH/14._Impacto_ambiental_lectura_2009_.pdf)
- Hernández Balibrea, R. (2012). *Tecnología domótica para el control de una vivienda*. 87.
- Hernandez, R. (2014). *metodologia de la investigación*.
- Huérffano, P. (2011). Estudio para la reducción de consumo energético en Colombia basado en tecnología domótica. *Fundación Universitaria Konrad Lorenz*, 96. Retrieved from http://www.konradlorenz.edu.co/images/stories/articulos/Domotica_Consumo_Energia.pdf
- IEA. (2018). *Renewables 2018*. (October). https://doi.org/10.1787/re_mar-2018-en
- IPCC. (2019). *SPECIAL REPORT: GLOBAL WARMING OF 1.5 °C*.
- IRENA. (2016). *estadísticas de energía renovable 2016*.
- Janco, C. (2012). *Planificación de edificios inteligentes y empresas mediante la inmotica sobre plataforma ip*.
- Jaramillo, h. (2001). Estudios gerenciales. *Gestión energética en la industria*, 31(73). [https://doi.org/10.1016/S0123-5923\(13\)70015-9](https://doi.org/10.1016/S0123-5923(13)70015-9)
- Lund, H., Østergaard, P. A., Connolly, D., & Mathiesen, B. V. (2017). Smart energy and smart energy systems. *Energy*, 137, 556–565. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.05.123>
- Noppers, E. H., Keizer, K., Milovanovic, M., & Steg, L. (2016). The importance of instrumental, symbolic, and environmental attributes for the adoption of smart energy systems. *Energy Policy*, 98, 12–18. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.08.007>
- OCDE. (2012). *Perspectivas ambientales de la ocde hacia 2050*.
- Ontiveros, E., Martín, A., Fernández, S., Rodríguez, I., & López, V. (2009). Telefonía móvil y desarrollo financiero en América Latina. ... *de Desarrollo*, 164. Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Telefonía+móvil+y+desarrollo+financiero+en+américa+latina#0>
- ONU. (2016). Agenda 2030 y los Objetivos de Desarrollo Sostenible: una oportunidad para América Latina y el Caribe. *Naciones Unidas*, Mayo, 50. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- ONUDI. (2016). Observatorio De Energía Renovable Para America Latina Y El Caribe. 2016, 1. Retrieved from <http://www.renenergyobservatory.org/es.html>
- Peccisa, N., Rodríguez, Y. J., Morón, C., & García, A. (2016). Normativa domótica en edificaciones = Building domotic legislation. *Anales de Edificación*, 1(2), 48. <https://doi.org/10.20868/ade.2015.3103>
- Polit, E. (2014). *Proyecto de automatización y domótica de una urbanización de viviendas*. *Análisis*.
- REN21. (2017). *Renewables 2017 Global Status Report hola mundo*. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.09.082>
- Rodríguez Becerra, M., & Mance, H. (2009). *Cambio climático: lo que está en juego*. [https://doi.org/Foro Nacional Ambeintal](https://doi.org/Foro_Nacional_Ambeintal)
- Toloz Rivera, B. A., & León Farieta, B. S. (2015). *Estudio de viabilidad para la implementación de redes inteligentes en Timbiquí-Cauca-resguardo calle Santa Rosa*. Retrieved from http://repository.lasalle.edu.co/handle/10185/18289#.W_bol235-pE.mendeley
- Torres, M. D. (2008). *Energías renovables y eficiencia energética*.
- Unidad de Planeación Minero Energética UPME. (2016). *Proyección De Precios De Los*

- Energéticos Para Generación Eléctrica 2016-2035. *Subdirección de Hidrocarburos*. Retrieved from http://www1.upme.gov.co/Hidrocarburos/publicaciones/Proyeccion_de_los_precios_de_los_ombustibles_junio_2016.pdf
- UPME. (2010). *Programa De Uso Racional Y Eficiente De Energía Y Fuentes No Convencionales – Proure Plan De Acción Indicativo 2010-2015 Resumen Ejecutivo*. 1–49. Retrieved from <http://www.si3ea.gov.co/Portals/2/plan.pdf>
- UPME. (2017). *Plan De Acción Indicativo De Eficiencia Energética 2017 - 2022*. 157. Retrieved from http://www1.upme.gov.co/DemandaEnergetica/MarcoNormatividad/PAI_PROURE_2017-2022.pdf
- Velásquez, Daniel, & Correa, S. (2014). *Tendencias normativas en materia de generación de energía a partir de fuentes renovables no convencionales: razones y manifestaciones de una transformación jurídica*.
- Winters, P., & Silipo, R. (2013). Big Data, Smart Energy, and Predictive Analytics - Time Series Prediction of Smart Energy Data. *KNIME Whitepaper: Big Data, Smart Energy, and Predictive Analytics*, 1–37.
- WWF. (2018). *Informe Planeta Vivo 2018*. 75. Retrieved from www.livingplanetindex.org
- Zhou, K., Fu, C., & Yang, S. (2016). Big data driven smart energy management: From big data to big insights. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 56, 215–225. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.11.050>

Publicaciones arbitradas

Clasificación de objetos a través de momentos invariantes y descriptores de bordes

¹Alejandro Morejón Ortega, ²Pamela Chiñas Sánchez, ³Everardo E. Granda Gutiérrez,

⁴Pedro Pérez Villanueva, ⁵José Alejandro Almeda Rivas

^{1,4,5}Corporación Mexicana de Investigación en Materiales

²Instituto Tecnológico de Saltillo

³Universidad Autónoma del Estado de México

México

Sobre los autores

Alejandro Morejón Ortega: Realizó los estudios de Ingeniería en Control Automático en Universidad “Marta Abreu” de las Villas en Cuba (2015). Su proyecto de tesis de grado se realizó en la Central Termoeléctrica “Carlos M. de Céspedes” en Cuba, donde comenzó su experiencia laboral (2015-2017) como Ingeniero en Automatización. Etapa en la que participó como parte de su formación profesional en cursos de empalmes y chequeo de líneas de fibra óptica en República Checa y en seminarios de Instrumentación Endress+Hauser en La Habana, Cuba. Desde septiembre del 2017 a la fecha, se encuentra cursando la Maestría en Manufactura Avanzada en la Corporación Mexicana de Investigación en Materiales S.A. de C.V. en México. Sus áreas de conocimiento son automatización, visión por computador, control, electrónica e informática.

Correspondencia: amorejon@comimsa.com, amorejon1991@gmail.com

Pamela Chiñas Sánchez: Doctora en Ciencias en Robótica y Manufactura Avanzada en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad Saltillo. Es Egresada de la Carrera de Ingeniería en Mecatrónica en la Universidad Politécnica de Zacatecas. Trabajó como Profesor-Investigadora en la Corporación Mexicana de Investigación en Materiales, en el posgrado de Maestría y Doctorado en Ciencia y Tecnología. Actualmente es Profesor-Investigadora en el Instituto Tecnológico de Saltillo en la División de Estudios de Posgrado e Investigación. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores Nivel Candidato. Sus áreas de conocimiento son modelado, cinemática y dinámica de robots, inteligencia artificial, procesos de soldadura robotizada, control estadístico de procesos y automatización.

Correspondencia: pamech@itsaltillo.edu.mx ; pame.ch.s@gmail.com

Everardo E. Granda Gutiérrez: Doctor en Ciencias en Ingeniería Electrónica por el Instituto Tecnológico de Toluca, México (2008). Su proyecto de tesis doctoral se realizó en el Laboratorio de Física de Plasmas del ININ, México. Como parte de la formación doctoral participó en una estancia de Investigación en la Comisión Nacional de Energía Atómica en Argentina, apoyado por el programa de JICA-Japón. Cuenta con más de 20 publicaciones en revistas indizadas, 30 memorias en extenso con arbitraje y diversos congresos. Ha sido director de tesis de licenciatura y maestría. Ha participado en el desarrollo de tecnología, dentro de los que se encuentran una patente, un modelo de utilidad, tres diseños industriales registrados ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, así como cuatro desarrollos de software y cuatro obras literarias registrados en el Instituto Nacional de Derechos de Autor. Estos productos han derivado de proyectos de innovación apoyados por fondos públicos y proyectos de vinculación con empresas.

Correspondencia: eegrandag@uaemex.mx ; eegrandag@gmail.com

Pedro Pérez Villanueva: Doctor en Ingeniería Industrial y Sistemas de Manufactura dentro del Programa Interinstitucional de Ciencia y Tecnología (PICYT-CONACYT). Graduado de Ingeniero Industrial y de Sistemas por la Universidad Autónoma de Coahuila y Maestro en Sistemas de Información por la misma Universidad. Cuenta con diplomados en Procesos de Manufactura y en diseño mecánico, así como una certificación en Manufactura Esbelta. Cuenta con 32 años de experiencia en el área de diseño y sistemas de manufactura, siendo una de sus líneas de investigación la aplicación de sistemas inteligentes y sistemas dinámicos en el diseño, manufactura y ensamble y desensamble de productos. Ha participado como líder de proyectos para empresas en México y Estados Unidos, Actualmente es Gerente de Posgrados Profesor-Investigador en COMIMSA.

Correspondencia: pperez@comimsa.com

Jose Alejandro Almeda Rivas: egresado de la carrera de Ingeniería en Mecánica en el Instituto Tecnológico de Durango y cuenta con una Maestría en Ciencias en Robótica y Manufactura Avanzada obtenida del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN (CINVESTAV Unidad Saltillo). Actualmente trabaja como Consultor Ejecutivo Especializado en la Corporación Mexicana de Investigación en Materiales (COMIMSA) y funge como Coordinador del Grupo de Automatización-Control donde se realiza el diseño y desarrollo de proyectos vinculados con instituciones y empresas. Sus áreas de conocimiento son automatización, manufactura, END, visión por computador, robótica, control, mecánica, electrónica e informática.

Correspondencia: jose.almeda@comimsa.com, josealmeda84@gmail.com

Resumen

Este trabajo propone un sistema inteligente automatizado para el reconocimiento y ubicación de piezas independientemente de su posición y orientación en una aplicación robótica. El objetivo es implementar un sistema que permita identificar las piezas depositadas en una banda transportadora en una celda de manufactura. El sistema consta de 5 etapas: obtención de imágenes, preprocesamiento, segmentación, extracción de características y clasificación. Un sistema tolerante a los cambios en la iluminación se propone en las primeras tres etapas, mientras que en la cuarta etapa se propone una comparación entre dos métodos que permiten representar objetos: a) Función de objeto de frontera (BOF por sus siglas en inglés) y b) Momentos invariantes (MI). La etapa de clasificación se puede resolver de varias maneras, pero en este caso se utilizó una red neuronal artificial *backpropagation*; esta técnica tiene notables ventajas sobre los métodos tradicionales, como una mayor precisión, menos sobreentrenamiento y un costo computacional relativamente bajo. Los resultados de las pruebas mostraron una efectividad mínima de 90.69% en las redes entrenadas con el MI, mientras que las redes entrenadas con el algoritmo BOF como vector descriptivo lograron un rendimiento menor que cayó a 72.09%.

Palabras Claves: Backpropagation, momentos invariantes, BOF, centroide, sistema de visión.

Objects's Classification through invariant moments and border descriptors

Abstract

This work proposes an intelligent automated system for pieces' recognition and location regardless of their position and orientation in a robotics application. The objective is to implement a system that allows to identify the pieces deposited in a conveyor belt in a manufacture cell. The system consists of 5 stages: image obtaining, preprocessing, segmentation, features extraction and classification. A system tolerant to changes in lighting is proposed in the first three stages, while a comparison between two methods that allow objects to be represented is proposed in the fourth stage: a) Boundary Object Function (BOF) and b) Invariant Moments (IM). The classification stage can be solved in several ways, but in this case a backpropagation artificial neural network was used; this technique has noticeable advantages over traditional methods, such as improved accuracy, less overtraining and relatively low computational cost. The results of the tests reported a minimum effectiveness of 90.69% in the networks trained with IM, while the networks trained with BOF algorithm as descriptor vector achieved a lower performance that fell to 72.09%.

Keywords: *Backpropagation, invariant moments, BOF, centroid, vision system.*

Introducción

En los sistemas de visión aplicados en ambientes robotizados, la simplicidad del algoritmo, el bajo costo y la escasa necesidad de mantenimiento requerido son aspectos muy importantes. Mientras que otros como la velocidad de identificación y su efectividad aún constituyen problemas con margen de mejora. A pesar de que se han desarrollado algoritmos relativamente eficientes y precisos, la velocidad de procesamiento constituye un requisito de fabricación que puede ser mejorado (Kodagali & Balaji, 2012).

La necesidad de sistemas de reconocimiento de objetos se encuentra en múltiples aplicaciones industriales, donde se deben manejar diferentes objetos con formas y tamaños variables. Un ejemplo de esto son las tareas de manipulación que realizan los robots industriales en celdas de manufactura que trabajan en ambientes no estructurados, donde un gran conjunto de objetos aparece en posición y orientación arbitraria.

Una revisión de la literatura sobre las tendencias de investigación de las tecnologías y técnicas referentes a los sistemas de visión demuestran que estos son adecuados para el reconocimiento de objetos (Habibi Aghdam, Jahani Heravi, & Puig, 2017; Lu, An, Li, & He, 2017a; A. Martínez, 2014), la inspección (Semeniuta, Dransfeld, Martinsen, & Falkman, 2018; Tönshoff, Janocha, & Seidel, 1988) y las aplicaciones de manejo de robots (Bousquet-Jette et al., 2017; Michalos, Makris, Eytan, & Matthaiakis, 2012). Investigaciones referentes a los sistemas de control servo-visuales son presentados por (Kragic, Kragic, & Christensen, 2002; Malis, 2002; Moreno, 2003; Peng, Qian, Zi, Liu, & Wang, 2016) donde presentan las dificultades en la precisión que pueden acarrear los sistemas *eye in hand* (la cámara está montada en una articulación del robot) y la necesidad del uso de un umbral de binarización variable debido a las condiciones de iluminación variable. Mientras que estudios por (Aguayo & Guerrero, 2018; Cruzado Ramírez, 2017; Frutos Galarza, 2017; Garcés Hernández, 2017; Guzmán & González, 2018) han llevado a mejoras en la confiabilidad y la calidad del producto al

lograr un ambiente controlado de iluminación, determinante para un correcto funcionamiento del sistema. Otras investigaciones con aplicación en la industria son los sistemas de clasificación y reconocimientos de patrones, estos presentan gran habilidad pero en ocasiones están basados en algoritmos complejos (Bousquet-Jette et al., 2017; Habibi Aghdam et al., 2017) y son susceptibles a fallas en entornos industriales donde las condiciones óptimas son difíciles de mantener (Krizhevsky, Sutskever, & Hinton, 2012; Lu, An, Li, & He, 2017b; Malpartida & Sotelo, 2003; N. Martínez, 2013; Rojas, Silva, & Molina, 2007; Sarikaya, Corso, & Guru, 2017), por lo que el uso de redes neuronales se ha convertido en una estrategia efectiva a seguir para el uso en sistemas de reconocimiento de patrones enfocado específicamente para reconocer imágenes; sobre todo el uso de redes neuronales convolucionales para casos de identificación más complejos y redes del tipo perceptrón multicapa con resultados favorables.

En la presente investigación se propone un sistema de reconocimiento para objetos tridimensionales (3D) transportados por una banda con el fin de enfrentar los desafíos del entorno industrial semiestructurado como es el caso de una celda de manufactura. Este sistema se basa en algoritmos para el reconocimiento de objetos, resaltando un método para obtener un umbral variable en dependencia de las condiciones de la iluminación ambiente, a partir del cual se obtuvieron las imágenes binarizadas que permitieron la obtención de dos vectores que caracterizan las piezas basados en los Momentos Invariantes (MI) y en el algoritmo de Función de Frontera del Objeto (BOF, por sus siglas en inglés) (Hasim, Herdiyeni, & Douady, 2016; Munisami, Ramsurn, Kishnah, & Pudaruth, 2015).

Metodología:

Atendiendo al problema específico de la investigación y los objetivos trazados, se planteó la metodología para obtener una red neuronal capaz de identificar las piezas depositadas en una banda transportadora independientemente de su rotación, traslación y las condiciones de luz variables en el espacio de trabajo. En la siguiente figura se muestra el diagrama esquemático con las 2 etapas planteadas para dar cumplimiento objetivo principal de la investigación.

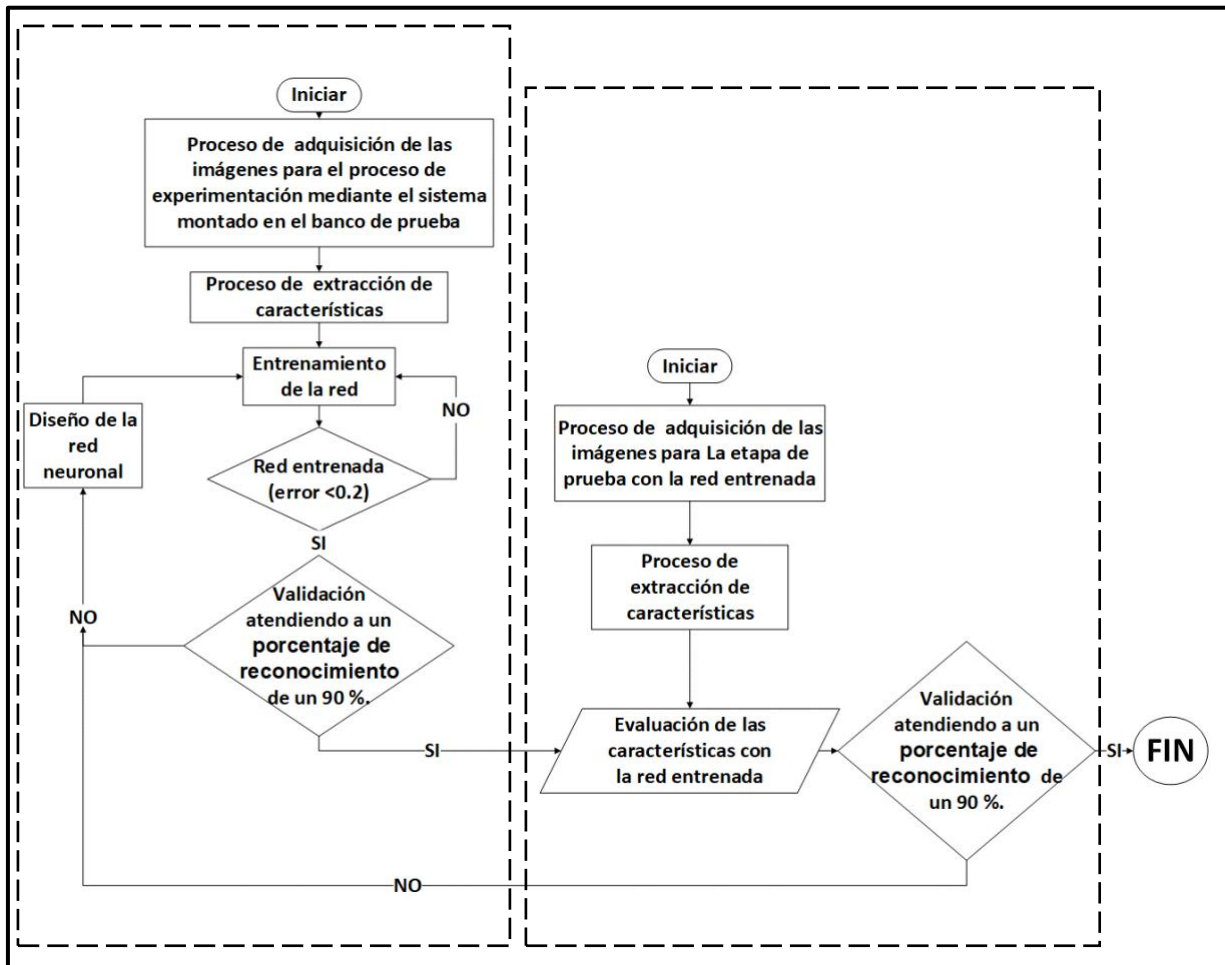


Figura 1. Proceso de reconocimiento de imágenes

Diseño del sistema de visión: para el desarrollo de este proyecto las funciones a realizar son las siguientes: identificación de objetos y detección de presencia-ausencia. La operación del sistema será en condiciones normales luz ambiental. Como parte del proceso Se plantea que la que la aplicación tendrá un carácter estacionario (la pieza se moverá sobre una banda transportadora, pero se ubicará fija en un punto de esta). Dentro del proceso no se tomarán decisiones en 3D, no dependerá del color de la pieza y estas no tendrán restricciones de tiempo ya que no se trabajará en tiempo real.

Los componentes que conforman el sistema son:

- Cámara Prosilica GE 1900 la cual incorpora un sensor CCD de alta calidad ON Semiconductor KAI-2093 con interfaz Gigabit Ethernet.
- El sistema de adquisición puerto ethernet para la comunicación con la cámara).
- Computador (Procesador: Intel Core i5-3320, Tarjeta de video: NVIDIA NVS 5200M, Memoria RAM: 8 GB DDR3, Sistema operativo: Windows 10 Pro).
- Software Matlab.

El experimento fue llevado a cabo con 6 diferentes piezas de trabajo como se observa en la figura 2. El área de trabajo se preparó con una apropiada colocación de la cámara y con distribuciones de luz variables. El conjunto de imágenes recolectadas (D_{tot}) se particionó en tres subconjuntos, $D_{tot} = D_{ent} \cup D_{val} \cup D_{pru}$, de forma que en el algoritmo de entrenamiento se realice con los ejemplos tomados de D_{ent} y una vez realizado el entrenamiento completo, se mide la efectividad con los

resultados al realizar el reconocimiento de las imágenes del conjunto D_{val} y D_{pru} , las cuales la red nunca ha reconocido.

Las piezas fueron presentadas aleatoriamente en diferentes localizaciones y rotaciones a distintos ángulos. En total se obtuvieron 457 imágenes, repartidas de la siguiente forma: 332 para el entrenamiento, 82 para la validación y 43 para la etapa de prueba.

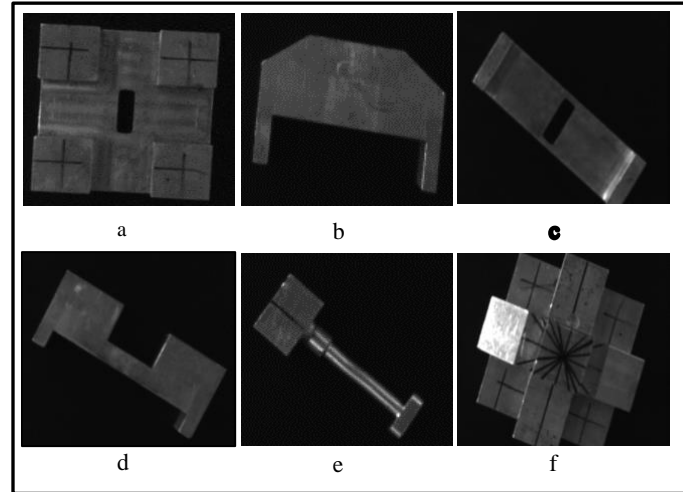


Figura 2. Diferentes tipos de objetos con posición y orientación aleatoria: a) Pieza 1, b) Pieza 2, c) Pieza 3, d) Pieza 4, e) Pieza 5, f) Pieza 6.

Umbralización

La iluminación y la reflectancia tienen un rol protagónico en la segmentación de imágenes, por lo tanto, mantener estos factores en condiciones estables es el primer paso en la solución de un problema de segmentación (Malpartida & Sotelo, 2003). En ocasiones lograr este objetivo no es posible por lo que se requiere de un algoritmo de umbralización, lo suficientemente robusto para tolerar el problema de la iluminación. La figura 3 muestra como los cambios de iluminación producen un cambio radical en el histograma del objeto, lo que conlleva a una incorrecta binarización de la imagen si se elige un umbral global.

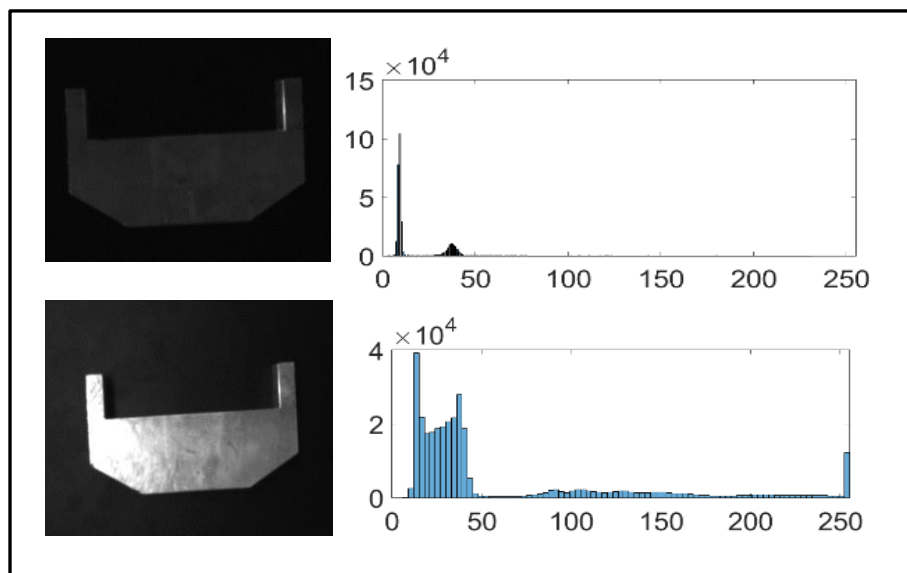


Figura 3. Efecto de la iluminación en el histograma de una imagen.

Un algoritmo de umbralización generalmente clasifica los píxeles en dos clases o dos conjuntos de objetos: el que tiene su intensidad inferior a un determinado umbral (generalmente, el fondo) y el otro (objeto). El método de umbral global se utiliza cuando la distribución de intensidad entre los objetos de primer plano y el fondo es muy distinta. Uno de los métodos de umbrales globales más utilizados es el método de Otsu (Otsu, 1979). Este método muestra un rendimiento relativamente aceptable cuando el histograma tiene una distribución bimodal y posee un valle profundo y agudo entre dos picos, pero en caso contrario los resultados no son satisfactorios como es el caso que nos ocupa. Por tanto, es conveniente utilizar una umbralización multinivel. Este proceso segmenta una imagen de nivel de gris en varias regiones distintas al determinar más de un umbral para la imagen dada y segmentar la imagen en ciertas regiones de brillo, que corresponden a un fondo y varios objetos. El método funciona adecuadamente para objetos con fondos complejos, en los que los umbrales de dos niveles no producen resultados satisfactorios (Malpartida & Sotelo, 2003).

Extracción de características

Normalmente los sistemas de visión definen un objeto en la imagen por medio de sus características (García, 2017; Riccillo, 2016). Para el reconocimiento de objetos es conveniente encontrar métodos de extracción de características que minimicen la pérdida de información, pero que al mismo tiempo sean invariantes a la rotación y a la escala. Los MI propuestos por primera vez por Ming-Kuei Hu (Hu, 1962) cumplen dicha propiedad. Estos son considerados como un promedio ponderado de los píxeles de una imagen. Hu calculó sus invariantes utilizando los momentos geométricos, los cuales son variantes a la rotación y a la escala. Dada una función $f(x, y)$ continua y acotada, se define el momento general de orden $p + q$ como la siguiente integral doble:

$$m_{pq} = \int_{-\infty}^{\infty} \int_{-\infty}^{\infty} x^p y^q f(x, y) dx dy \quad p, q = 0, 1, 2, \dots, \infty \quad (1)$$

Particularizando para el caso de imágenes digitales de resolución $N \times M$, los momentos toman la forma:

$$m_{pq} = \sum_1^N \sum_1^M x^p y^q I_D(x, y) \quad p, q = 0, 1, 2, \dots, \infty \quad (2)$$

siendo $I_D(x, y)$ una función discreta que toma valor 1 cuando el píxel pertenece al objeto y 0 cuando pertenece al fondo. Los momentos generales son invariantes a traslaciones en el plano al referirlos al centro de gravedad (\bar{x}, \bar{y}) , obteniendo así los llamados momentos centrales:

$$\mu_{pq} = \sum_1^N \sum_1^M (x - \bar{x})^p (y - \bar{y})^q I_D(x, y) \quad p, q = 0, 1, 2, \dots, \infty \quad (3)$$

Donde $\bar{x} = \frac{m_{10}}{m_{00}}$ y $\bar{y} = \frac{m_{01}}{m_{00}}$

Para evitar que la escala del objeto influya en su descripción se dividen los momentos por el área elevada a un factor dependiente del momento que se calcule y se obtienen los momentos centrales normalizados:

$$\eta_{pq} = \frac{\mu_{pq}}{\mu_{00} \binom{p+q}{2} + 1} \quad (4)$$

De los momentos de segundo y tercer orden se derivan 7 "momentos invariantes" que no dependen del tamaño ni la posición del objeto, por lo que son usados para la identificación de objetos (Hu, 1962; Mercimek, Gulez, & Mumcu, 2005).

$$\phi_1 = \eta_{20} - \eta_{02}, \quad (5)$$

$$\phi_2 = (\eta_{20} - \eta_{02})^2 + 4\eta_{11}^2, \quad (6)$$

$$\phi_3 = (\eta_{30} - 3\eta_{12})^2 + (3\eta_{21} - \eta_{03})^2, \quad (7)$$

$$\phi_4 = (\eta_{30} + 3\eta_{12})^2 + (\eta_{21} + \eta_{03})^2, \quad (8)$$

$$\phi_5 = (\eta_{30} - 3\eta_{12})(\eta_{30} + \eta_{12})[(\eta_{30} + 3\eta_{12})^2 - 3(\eta_{21} + \eta_{03})^2 + (3\eta_{21} - \eta_{03})(\eta_{21} + \eta_{03})[3(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2]], \quad (9)$$

$$\phi_6 = (\eta_{20} - \eta_{02})[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2] + 4\eta_{11}(\eta_{30} + \eta_{12})(\eta_{21} + \eta_{03}), \quad (10)$$

$$\phi_7 = (3\eta_{21} - \eta_{03})(\eta_{30} + \eta_{12})[(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - 3(\eta_{21} + \eta_{03})^2] - (\eta_{30} - 3\eta_{12})(\eta_{21} + \eta_{03})[3(\eta_{30} + \eta_{12})^2 - (\eta_{21} + \eta_{03})^2] \quad (11)$$

Otro algoritmo que genera una caracterización aceptable de las piezas y con una rápida velocidad de ejecución es el algoritmo BOF. Para calcular el BOF se realiza el cálculo de la distancia desde el centroide $C(\bar{x}, \bar{y})$ y las coordenadas del perímetro $P_x(X_x, Y_x)$. Por lo tanto, se propone el cálculo de la distancia euclidiana (Hasim et al., 2016; Munisami et al., 2015):

$$d(C, P_x) = \sqrt{(X_x - \bar{x})^2 + (Y_x - \bar{y})^2} \quad (12)$$

El vector descriptivo (BOF) contiene la distancia calculada en eq. (12) para los puntos del contorno del objeto, determinados por una cantidad de elementos $n = \frac{360}{\text{tam.rejilla}}$ (el tamaño de la rejilla está dado por la separación en grados entre dos puntos del contorno), donde cada elemento representa la distancia calculada.

Es necesario normalizar el vector para hacerlo invariante a la homotecia, a partir de la siguiente fórmula se obtiene el vector normalizado (d') entre 0 y 1:

$$d' = \frac{d - d_{min}}{d_{max} - d_{min}} \quad (13)$$

Donde d_{max} y d_{min} son los valores de distancias máxima y mínima del vector BOF.

Para hacerlo invariante a la rotación, el punto de partida para la generación de vectores es decisivo. Se debe seleccionar el valor de la distancia más pequeño (el cero) como el punto inicial del vector para ello se debe localizar la posición del cero y rotarlo hasta que esté en la posición inicial.

Determinación del ángulo de rotación

Se propone en definir una dirección única de referencia del objeto. Esta dirección de referencia se determinó a través del denominado eje de mínima inercia que pasa por el centroide del objeto, que es el mismo para un objeto bidimensional específico. El ángulo que forma este eje con el plano horizontal se halla a través de la siguiente fórmula (Malpartida & Sotelo, 2003):

$$\theta = \frac{\arctan\left(\frac{2\mu_{11}}{\mu_{20}-\mu_{02}}\right)}{2} \quad (14)$$

Para una correcta manipulación de las piezas por parte del robot es necesario escoger la recta que pase por el centroide y que coincida con el eje de mayor longitud de la pieza. Como se observa en la figura 4 para determinados objetos el ángulo del eje de mínima inercia (línea roja) no coincide con el eje de máxima amplitud de la pieza. Por lo tanto, se evalúan los píxeles de la imagen en las rectas con pendiente $\tan(\theta)$ y $\tan(\theta+\pi/2)$ y la correcta es aquella que contiene mayor cantidad de píxeles pertenecientes al objeto (línea verde).

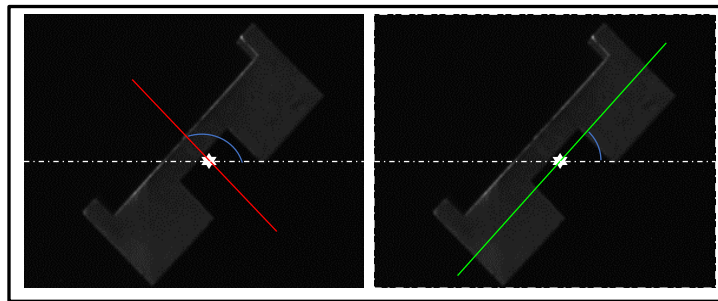


Figura 4. Ángulo de rotación correcto de la pieza respecto a su eje longitudinal.

Resultados y análisis

Como se mencionó anteriormente los objetos a clasificar (figura 2) pueden arribar trasladados y rotados al espacio de trabajo, además de los problemas de variación de la iluminación. Se obtuvieron un total de 332 imágenes para el entrenamiento variando los parámetros mencionados anteriormente y 82 imágenes para el proceso de validación del clasificador.

Preprocesamiento y Segmentación de la imagen

El objetivo final de esta etapa es separar al objeto que se quiere inspeccionar del fondo y de los alrededores para posteriormente extraer características del objeto dentro de la imagen. A continuación, se muestran los pasos realizados en la etapa del preprocesamiento y segmentación de la imagen, basados en la información analizada en la sección 3.2.1. La secuencia que se siguió en esta etapa se muestra a continuación:

- Filtrado.
- Umbralización.
- Erosión y dilatación.
- Eliminación del ruido de binarización.

Inicialmente se aplicaron filtros para eliminar ruidos y mejorar la imagen, sin embargo, en la mayoría de los casos cuando la imagen es poco ruidosa, el no emplear un filtro no afecta al momento de segmentar, es por ello que para evitar mayor tiempo de procesamiento se puede prescindir de un filtro, y se evitó su uso en la implementación final.

Dada la variación de las características de luminosidad de las imágenes durante el día, no es posible determinar un umbral único para la imagen que se desea procesar (figura 5). La figura 5 muestra el resultado de una incorrecta binarización de la imagen si se elige un umbral global.

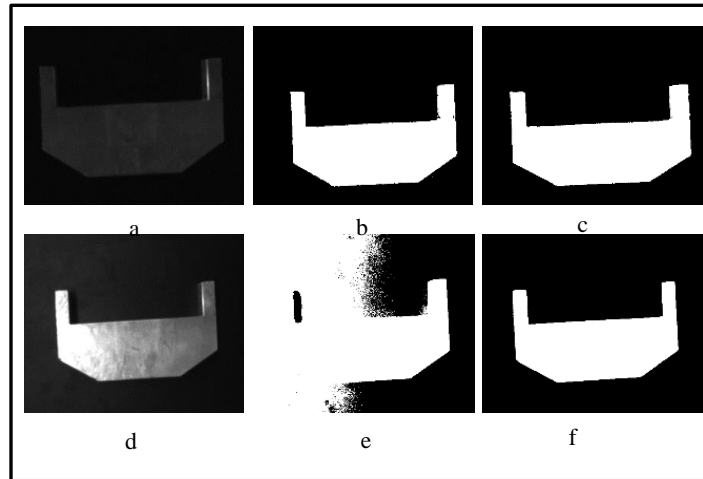


Figura 5. Etapa de preprocesamiento: a) y d) imágenes originales, b) y e) binarización umbral global=0.1, c) y f) binarización con algoritmo propuesto.

Se utilizó un proceso de umbralización múltiple basado en el método de Otsu y mediante el cual se obtuvieron umbrales de corte satisfactorios para cada imagen logrando así una correcta binarización (figura 6 (a)). Este proceso segmenta una imagen de nivel de gris en varias regiones distintas al determinar más de un umbral para la imagen dada y segmentar la imagen en ciertas regiones de brillo, que corresponden a un fondo y varios objetos. Es importante mencionar que la imagen binaria que resulta de la umbralización ocupa mucho menos memoria que una imagen de escala de grises o de color, pero contiene la información de relevancia.

Por su parte las funciones de dilatación y erosión se encargan básicamente de eliminar el ruido de conversión binaria (figura 6 (a)), con una erosión del objeto seguido de la dilatación (proceso de apertura). El elemento estructurador tanto para la erosión y dilatación es un entorno en forma de disco con un radio de 2 píxeles, el cual permite disminuir el tamaño de los fragmentos de ruido. La eliminación de los píxeles indeseados no es total, razón por lo cual es necesario iterar la erosión más de una de vez. Además, con el fin de mantener la forma original del objeto la dilatación se aplica el mismo número de iteraciones que la erosión (figura 6 (b)).

Como se observa en la figura 6 (b) la aplicación de operaciones morfológicas de dilatación y erosión no siempre asegura que solo lo que queda en la imagen son objetos válidos, pues se puede dar el caso que exista pequeñas acumulaciones de píxeles blancos llamados blobs, que no pertenecen a ningún objeto. Por lo tanto, se debe tener una idea estimada de la cantidad de píxeles que ocupa los objetos de interés, de tal manera que todos los 'objetos' que tengan un menor tamaño que el que se fije se deberán filtrar. Además, existen agujeros en las piezas que no son necesarios mantener ya que el punto de interés es el contorno de las piezas por lo que se realizó un relleno de todos los agujeros de la imagen (figura 6 (c) y (d)).

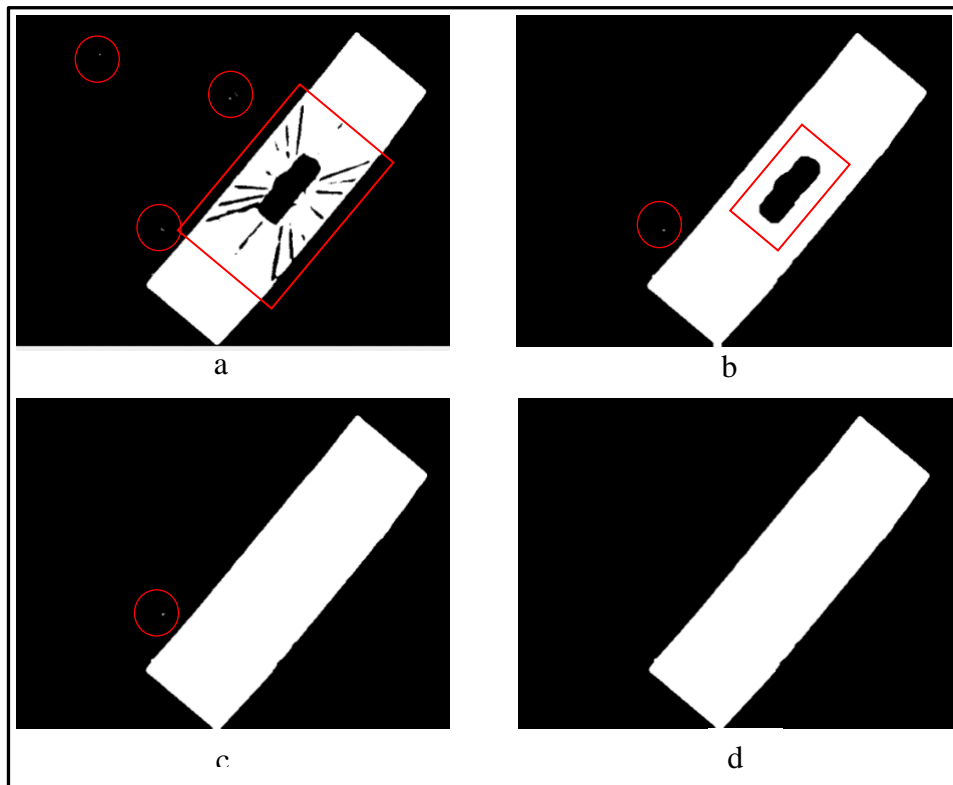


Figura .6 Etapas de preprocesamiento: a) Proceso de binarización, b) Dilatación y erosión, c) y d) Eliminación del ruido de binarización.

Extracción de características

Una vez obtenida la imagen libre de ruido y conteniendo sólo el objeto o los objetos de interés, se procedió a extraer las características de cada objeto. Para el reconocimiento de objetos es conveniente encontrar métodos de extracción de características que minimicen la pérdida de información, pero que al mismo tiempo sean invariantes a la rotación y a la escala. Se propuso la representación de imágenes con un conjunto de funciones de momentos invariantes y descriptores de frontera con la finalidad de evaluar su desempeño y concluir cual es el más adecuado.

Algoritmo BOF

Este algoritmo está formado por el contorno de la pieza y es proporcionado por la función de objeto de frontera (BOF) después del procesamiento de la imagen. La figura 7 muestra los patrones obtenidos mediante el algoritmo BOF de las distintas piezas donde se obtuvo un vector de 72 valores. Se observa como con este método un objeto puede tener dos patrones característicos si su contorno no es simétrico con respecto al eje formado por el centroide y el punto más cercano al mismo, como es el caso de la clase 5 y 6.

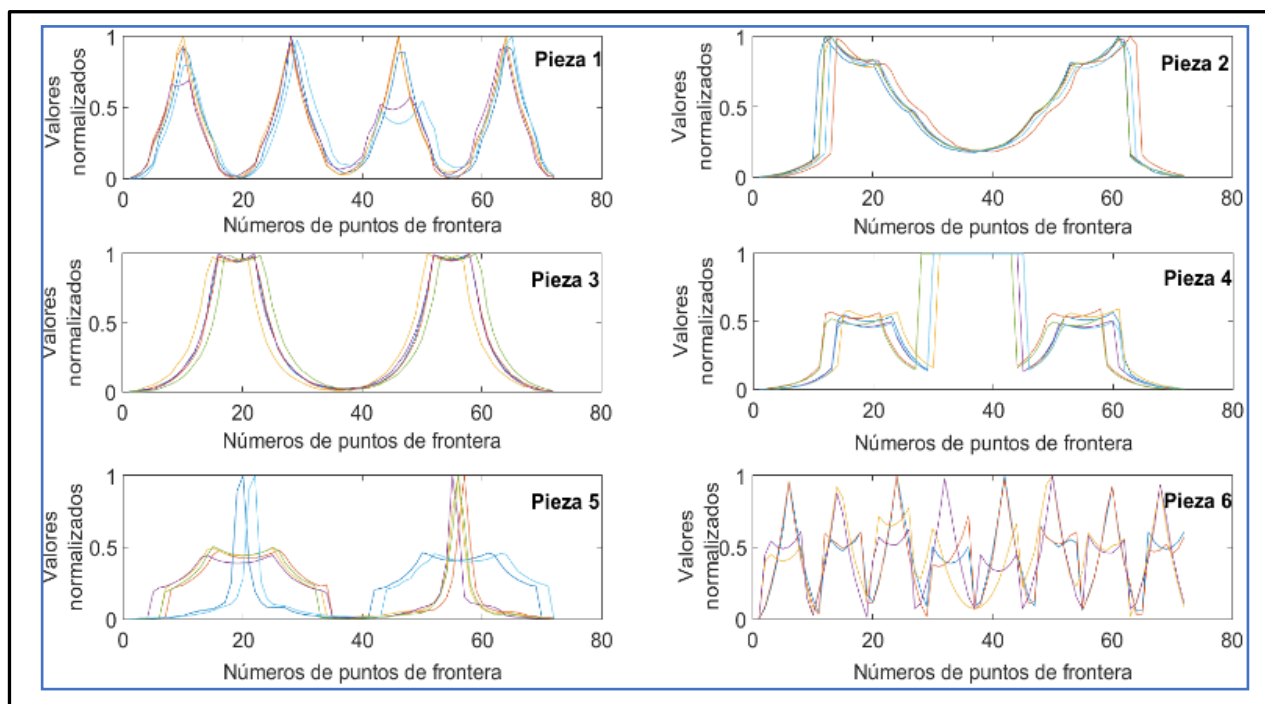


Figura 7. Patrones obtenidos mediante el algoritmo BOF para cada objeto.

Momentos invariantes

Los resultados de los momentos para la clase 3 en diferentes posiciones y rotaciones se muestran en la tabla I. Como se puede observar los últimos tres momentos son imperceptibles por lo que se utilizaron los primeros cuatro como parte del vector descriptor, resultados semejantes fueron encontrados en (Malpartida & Sotelo, 2003) en el cual los autores solo necesitaron los cuatro primeros momentos para clasificar tornillos, tuercas, llaveros.

Tabla I Momentos para una pieza en posiciones diferentes

Momentos	Pieza	Rotada (25 grados)	Trasladada (2cm a la derecha)
\emptyset_1	0.295	0.294	0.296
\emptyset_2	0.0444	0.0437	0.0449
\emptyset_3	0.00416	0.00418	0.00394
\emptyset_4	0.000720	0.000663	0.000611
\emptyset_5	$-1.23 \cdot 10^{-6}$	$-1.1 \cdot 10^{-6}$	$-9.24 \cdot 10^{-7}$
\emptyset_6	$-1.51 \cdot 10^{-4}$	$-1.38 \cdot 10^{-4}$	$-1.29 \cdot 10^{-4}$
\emptyset_7	$1.5 \cdot 10^{-6}$	$3.7 \cdot 10^{-8}$	$4.46 \cdot 10^{-7}$

La figura 8 que se muestra a continuación describe los vectores característicos de cada una de las clases a identificar con base a su media aritmética. Es importante señalar que las parejas de clases 1-6 y 2-3 poseen una descripción similar, sin embargo, son lo suficientemente diferenciables para que la red neuronal ofrezca resultados satisfactorios.

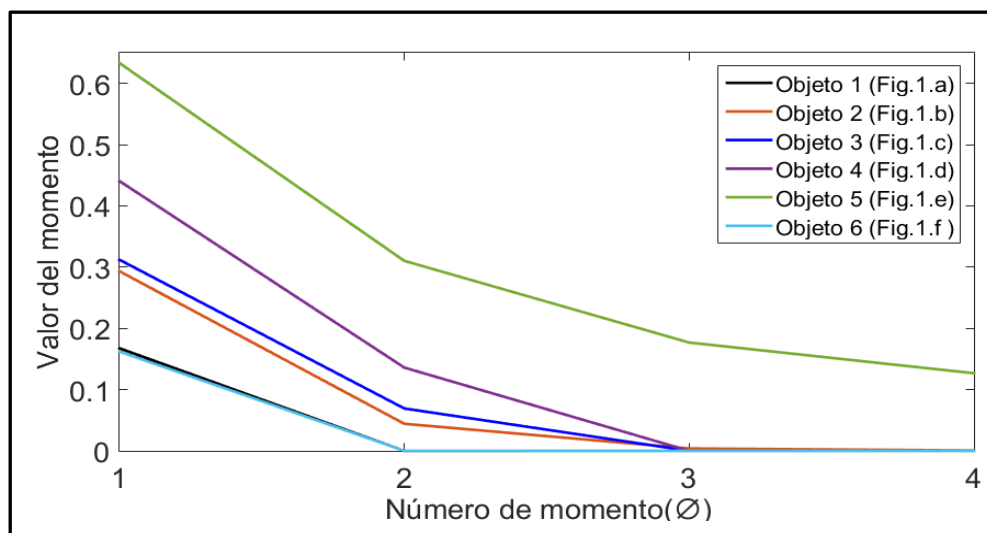


Figura 8. Momentos medios de cada una de los objetos.

Entrenamiento de la red

Para reconocer el tipo de pieza se utilizan los descriptores de BOF y los momentos invariantes como entrada a una red Backpropagation, la cual se entrenó para la clasificación de dichas piezas. Se utilizó como función de activación la tangente sigmoial para las capas ocultas. Para las capas de salida se establecieron funciones de activación sigmoial y tangente sigmoial en dependencia de la codificación. La salida con 6 neuronas pertenece a una codificación en la que se activará la salida correspondiente a cada objeto, mientras que la salida de 3 neuronas tendrá una codificación binaria. En la capa de entrada el número de neuronas es igual al tamaño del vector de características producto de la caracterización de la imagen, que en este caso es igual a 72 para el vector BOF y 4 para el vector de momentos. Con el fin de seleccionar la arquitectura adecuada se comparó el error de generalización para diferentes inicializaciones de los pesos y cantidad de neuronas en la capa oculta. Se entrenaron 12 redes neuronales con diferente arquitectura para evaluar el comportamiento con cada uno de los vectores, la tabla II muestra los resultados obtenidos durante la etapa de entrenamiento de la red.

Tabla II Datos de entrenamiento de las redes

Vector características	Neuronas Capa de salida (Fun.Act.)	Capas Ocultas (Fun.Act.)	Cantidad neuronas	Épocas	Error (%)	
BOF (72)	3 (Sigmoial)	1 (Tangencial)	15	2500	0.06%	
		2 (Tangencial)	10	5000	0.17%	
	6 (Tangencial)	1 (Tangencial)	15	1500	0.02%	
		2 (Tangencial)	10	1000	0.12%	
	MI	3 (Sigmoial)	1 (Tangencial)	15	10000	0.14%
			2 (Tangencial)	15	7000	0.03%
6 (Tangencial)		1 (Tangencial)	15	5000	0.05%	
		2 (Tangencial)	15	9000	0.015%	
			1 A5			

Con los pesos obtenidos en el paso anterior, se aplicó la red al conjunto de patrones que se seleccionó como conjunto de validación y el conjunto de prueba, Se utilizaron 82 imágenes y posteriormente se generó una etapa de prueba con 43 imágenes con el fin de verificar la robustez del sistema con objetos incompletos, es decir, les faltaban partes. El error cometido al aplicar la red a los conjuntos de validación y prueba se mantuvo en el orden del error que se obtuvo con el conjunto de patrones de entrenamiento, por lo que se considera que la red tiene un comportamiento adecuado. Una característica importante de las redes neuronales es la generalización, por lo que los datos de pruebas contenían imágenes con piezas incompletas. El resultado fue superior al 90% en las redes entrenadas con los MI, las cuales mostraron mayor capacidad de generalización para este tipo de imágenes. Mientras que las redes entrenadas con el algoritmo BOF como vector descriptor lograron un desempeño inferior como se observa en la tabla III.

Tabla III Datos de validación y prueba

Vector características	% Validación	% Prueba
BOF (72)	100%	72.09%
	97.72%	79.07%
	100%	72.09%
	100%	88.37%
MI	100%	95.35%
	100%	90.69%
	100%	95.35%
	100%	97.67%

Ángulo de rotación

Para una correcta manipulación de las piezas por parte del robot es necesario escoger la recta que pase por el centroide y que coincida con el eje de mayor longitud de la pieza. Se evaluaron los píxeles de la imagen en las rectas con pendiente $\tan(\theta)$ y $\tan(\theta+\pi/2)$ y se seleccionó la que contiene mayor cantidad de píxeles pertenecientes al objeto (línea verde).

La figura 5.7 muestra el resultado del cálculo de la orientación del objeto, el cual es la rotación necesaria que debe realizar la pinza respecto al eje de mínima inercia del objeto, de tal manera que este se encuentre paralelo al eje horizontal de la imagen. Cabe señalar que los errores producidos son imperceptibles (± 2 grados) e irrelevantes para los requisitos de manipulación y mejores que los obtenidos por (Cabrera, Juarez, Cabrera, Osorio, & Gomez, 2010) quienes lograron un error en el ángulo de orientación de las piezas de ± 9 grados y fue lo suficientemente bueno para que el robot pueda manejar las piezas.

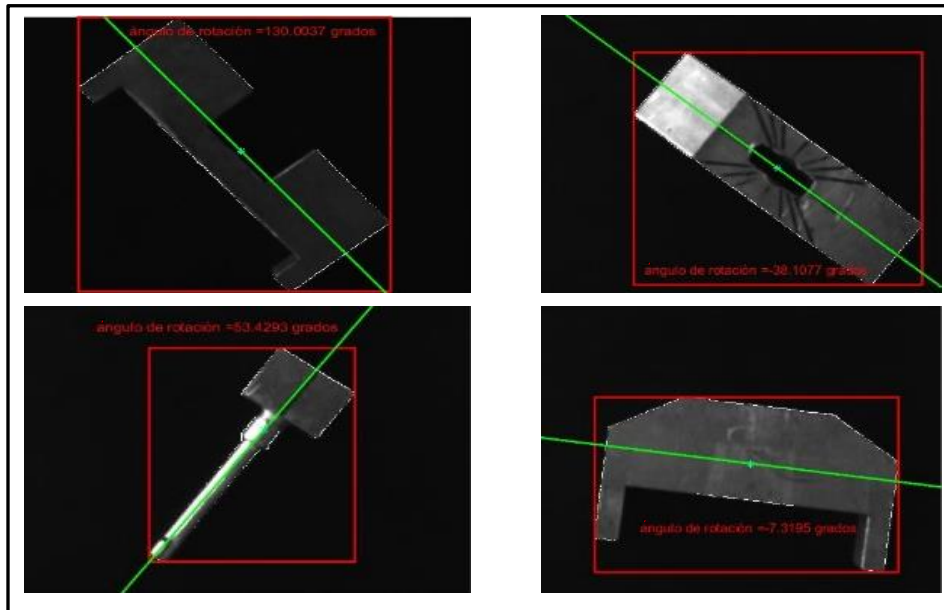


Figura 9. Determinación del ángulo de rotación de los objetos.

Conclusiones

La investigación presentada en este trabajo muestra una metodología alternativa para lograr un reconocimiento de objetos de manera robusta, con aplicación en robots industriales usando como vector descriptor el contorno del objeto. Utilizando la información del BOF o de los momentos invariantes y entrenando la red neuronal con este vector, se demostró que las piezas fueron reconocidas independientemente de su ubicación y orientación dentro del área.

Tanto el algoritmo BOF como el de los momentos invariantes son dos métodos efectivos, donde el algoritmo BOF con 2.82 segundos de procesamiento mostró ser más rápido que el de los momentos invariantes con 0.97 segundos, pero a su vez mostró ser menos efectivo en piezas con oclusiones parciales, los resultados de las pruebas mostraron una efectividad mínima de 90.69% en las redes entrenadas con el MI, mientras que las redes entrenadas con el algoritmo BOF como vector descriptivo lograron un rendimiento menor que cayó a 72.09%.

Además es importante señalar que las redes con dos capas ocultas con un 88,95% de promedio en efectividad clasificaron mejor que aquellas con una capa oculta con un 83,72%. Al mismo tiempo las redes con 6 neuronas en la capa de salida con un 88,37% de efectividad promedio también obtuvieron una mejor clasificación en comparación con las que tenían 3 neuronas con un 84,45%.

Agradecimientos

A la Corporación Mexicana de Investigación en Materiales (COMIMSA) y el CONACyT, México, por darme el tiempo para realizar esta maestría y poner a disposición todos los recursos para el desarrollo de la investigación. Al personal de la celda de manufactura por el apoyo brindando en esta maravillosa etapa y contribuir en mi formación como profesional y en especial a mi familia que sin su apoyo nada de esto sería posible.

Referencias

Aguayo, I. C., & Guerrero, R. V. (2018). Sistema automático de inspección de componentes

- mediante visión por computadora. *Pistas Educativas*, 39(128). Retrieved from <http://www.itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/pistas/article/view/1093>
- Bousquet-Jette, C., Achiche, S., Beaini, D., Law-Kam Cio, Y., Leblond-Ménard, C., & Raison, M. (2017). Fast scene analysis using vision and artificial intelligence for object prehension by an assistive robot. *Engineering Applications of Artificial Intelligence*. <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2017.04.015>
- Cabrera, M. P., Juarez, I. L., Cabrera, R. R., Osorio, R., & Gomez, H. (2010). Real Time Object Recognition Methodology. In *2010 IEEE Electronics, Robotics and Automotive Mechanics Conference* (pp. 439–444). IEEE. <https://doi.org/10.1109/CERMA.2010.116>
- Cruzado Ramírez, Y. A. (2017). Diseño de un módulo didáctico basado en visión artificial para la inspección de productos según su forma, color y/o dimensiones geométricas. *Universidad Nacional de Trujillo*. Retrieved from <http://www.dspace.unitru.edu.pe/handle/UNITRU/10003>
- Frutos Galarza, S. D. (2017). Diseño e implementación de un sistema automático de control de calidad, mediante la aplicación de visión artificial, en el laboratorio de ingeniería de Producción Industrial de la Universidad de las Américas. Retrieved from <http://200.24.220.94/handle/33000/7594>
- Garcés Hernández, E. D. (2017). Implementación de un prototipo de brazo robótico que realiza control de calidad con visión artificial, para el laboratorio de automatización de la Escuela de Ingeniería Industrial de la ESPOCH. Retrieved from <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/6850>
- García, G. (2017). Diseño de sistema de control robótico para un puesto de soldadura con medición 3D asistida por CAD. Retrieved from <https://riunet.upv.es/handle/10251/88201>
- Guzmán, H. A., & González, A. M. (2018). Desarrollo de herramientas de visión artificial en matlab para inspección de tarjetas PCB. *Pistas Educativas*, 38(119). Retrieved from <http://www.itcelaya.edu.mx/ojs/index.php/pistas/article/view/263>
- Habibi Aghdam, H., Jahani Heravi, E., & Puig, D. (2017). A practical and highly optimized convolutional neural network for classifying traffic signs in real-time. *International Journal of Computer Vision*, 122, 246–269. <https://doi.org/10.1007/s11263-016-0955-9>
- Hasim, A., Herdiyeni, Y., & Douady, S. (2016). Leaf shape recognition using centroid contour distance. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 31, 12002. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/31/1/012002>
- Hu, M.-K. (1962). Visual pattern recognition by moment invariants. *IEEE Transactions on Information Theory*, 8(2), 179–187. <https://doi.org/10.1109/TIT.1962.1057692>
- Kodagali, J. A., & Balaji, S. (2012). Computer vision and image analysis based techniques for automatic characterization of fruits a review. *International Journal of Computer Applications*, 50(6), 6–12. <https://doi.org/10.5120/7773-0856>
- Kragic, D., Kragic, D., & Christensen, H. I. (2002). Survey on visual servoing for manipulation. *Computational Vision and Active Perception Laboratory*, 15. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.24.1025>
- Krizhevsky, A., Sutskever, I., & Hinton, G. E. (2012). ImageNet: Classification with deep convolutional neural networks. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 1097–1105. Retrieved from <http://papers.nips.cc/paper/4824-imagenet-classification-with-deep-convolutional-neural-networks.pdf>
- Lu, K., An, X., Li, J., & He, H. (2017a). Efficient deep network for vision-based object detection in robotic applications. *Neurocomputing*, 245, 31–45. <https://doi.org/10.1016/j.neucom.2017.03.050>
- Lu, K., An, X., Li, J., & He, H. (2017b). Efficient deep network for vision-based object detection in robotic applications. *Neurocomputing*, 245, 31–45.

- <https://doi.org/10.1016/J.NEUCOM.2017.03.050>
- Malis, E. (2002). Survey of vision-based robot control. *Ensieta European Naval Ship Design Short Course*, 41, 46. Retrieved from <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.98.3861>
- Malpartida, E. S., & Sotelo, J. C. T. (2003). Sistema de visión artificial para el reconocimiento y manipulación de objetos utilizando un brazo robot. Perú: Pontificia universidad católica del Perú. Retrieved from <http://www.iiis.org/cds2008/cd2008csc/cisci2008/paperspdf/c336gi.pdf>
- Martínez, A. (2014). *Sistema automatizado de reconocimiento y manipulación de objetos usando visión por computadora y un brazo industrial*. Centro de investigaciones y óptica. Retrieved from <http://biblioteca.cio.mx/tesis/16050.pdf>
- Martínez, N. (2013). *Detección, identificación por su forma y manipulación de objetos en tiempo real usando un brazo de robot industrial*. Instituto Tecnológico de León. Retrieved from <http://biblioteca.cio.mx/tesis/15908.pdf>
- Mercimek, M., Gulez, K., & Mumcu, T. V. (2005). Real object recognition using moment invariants. *Sadhana*, 30(6), 765–775. <https://doi.org/10.1007/BF02716709>
- Michalos, G., Makris, S., Eytan, A., & Matthaiakis, S. (2012). Robot path correction using stereo vision system. *Procedia CIRP*, 3, 352–357. <https://doi.org/10.1016/J.PROCIR.2012.07.061>
- Moreno, A. (2003). *Visión artificial estero con aplicación al control de un brazo de robot*. Centro de investigación y de estudios avanzados del Instituto Politécnico Nacional. Retrieved from <http://www.ctrl.cinvestav.mx/~yuw/pdf/DoTesMAM.pdf>
- Munisami, T., Ramsurn, M., Kishnah, S., & Pudaruth, S. (2015). Plant leaf recognition using shape features and colour histogram with K-nearest Neighbour Classifiers. *Procedia Computer Science*, 58, 740–747. <https://doi.org/10.1016/J.PROCS.2015.08.095>
- Otsu, N. (1979). A threshold selection method from gray-level histograms. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics*, 9(1), 62–66. <https://doi.org/10.1109/TSMC.1979.4310076>
- Peng, T., Qian, J., Zi, B., Liu, J., & Wang, X. (2016). Mechanical design and control system of an omni-directional mobile robot for material conveying. *Procedia CIRP*, 56, 412–415. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.10.068>
- Riccillo, M. L. (2016). ¿Robots con conciencia artificial? *Bit & Byte*, año 2, no. 3. Retrieved from <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/53445>
- Rojas, R., Silva, R., & Molina, M. A. (2007). La visión artificial en la robótica. Retrieved from https://www.polibits.gelbukh.com/2007_35/La_Vision_Artificial_en_la_Robotica.pdf
- Sarikaya, D., Corso, J. J., & Guru, K. A. (2017). Detection and localization of robotic tools in robot assisted surgery videos using deep Neural networks for region proposal and detection. *IEEE Transactions on Medical Imaging*, 36(7), 1542–1549. <https://doi.org/10.1109/TMI.2017.2665671>
- Semeniuta, O., Dransfeld, S., Martinsen, K., & Falkman, P. (2018). Towards increased intelligence and automatic improvement in industrial vision systems. *Procedia CIRP*, 67, 256–261. <https://doi.org/10.1016/J.PROCIR.2017.12.209>
- Tönshoff, H. K., Janocha, H., & Seidel, M. (1988). Image processing in a production environment. *CIRP Annals*, 37(2), 579–590. [https://doi.org/10.1016/S0007-8506\(07\)60755-0](https://doi.org/10.1016/S0007-8506(07)60755-0)

Estimación de los ángulos de rotación e inclinación en ensamble “*peg in hole*” mediante lógica difusa

¹Javier Bermúdez Gil, ²Pamela Chiñas Sánchez, ³Everardo E. Granda Gutiérrez,

⁴Pedro Pérez Villanueva, ⁵Elías Carrum Siller

^{1,4,5}Corporación Mexicana de Investigación en Materiales

²Instituto Tecnológico de Saltillo

³Universidad Autónoma del Estado de México

México

Sobre los autores

Javier Bermúdez Gil: Ingeniero en Control Automático graduado en la Universidad Central de las Villas, en Cuba (2008). Desde septiembre del 2017 a la fecha, se encuentra cursando la Maestría en Manufactura Avanzada en la Corporación Mexicana de Investigación en Materiales S.A. de C.V. en México. Su experiencia profesional (10 años de experiencia laboral) desde el año 2003 al 2017 se desempeñó como Ingeniero en Automatización en la Central Termoeléctrica “Carlos M. de Céspedes” en Cuba. Ha participado como parte de su formación profesional en cursos de entrenamiento de posicionadores ABB para Válvulas de Control en Fábrica de posicionadores ABB en Alemania - República Checa. Ha participado en el Seminario de Instrumentación Endress+Hauser para la Industria de Energía y Potencia en las Fábricas de instrumentación Endress + Hauser. en Suiza – Alemania. Participó en el Taller de Control Automático en Plantas Generadoras de Electricidad (Sistemas de Control SIEMENS) en Cuba.

Correspondencia: javico28042012@gmail.com ; javier.bermudez@comimsa.com

Pamela Chiñas Sánchez: Doctora en Ciencias en Robótica y Manufactura Avanzada en el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, Unidad Saltillo. Es Egresada de la Carrera de Ingeniería en Mecatrónica en la Universidad Politécnica de Zacatecas. Trabajó como Profesor-Investigadora en la Corporación Mexicana de Investigación en Materiales, en el posgrado de Maestría y Doctorado en Ciencia y Tecnología. Actualmente es Profesor-Investigadora en el Instituto Tecnológico de Saltillo en la División de Estudios de Posgrado e Investigación. Pertenece al Sistema Nacional de Investigadores Nivel Candidato. Sus áreas de conocimiento son modelado, cinemática y dinámica de robots, inteligencia artificial, procesos de soldadura robotizada, control estadístico de procesos y automatización.

Correspondencia: pamech@itsaltillo.edu.mx ; pame.ch.s@gmail.com

Everardo E. Granda Gutiérrez: Doctor en Ciencias en Ingeniería Electrónica por el Instituto Tecnológico de Toluca, México (2008). Su proyecto de tesis doctoral se realizó en el Laboratorio de Física de Plasmas del ININ, México. Como parte de la formación doctoral participó en una estancia de Investigación en la Comisión Nacional de Energía Atómica en Argentina, apoyado por el programa de JICA-Japón. Cuenta con más de 20 publicaciones en revistas indizadas, 30 memorias en extenso con arbitraje y diversos congresos. Ha sido director de tesis de licenciatura y maestría. Ha participado en el desarrollo de tecnología, dentro de los que se encuentran una patente, un modelo de utilidad, tres diseños industriales registrados ante el Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial, así como cuatro desarrollos de software y cuatro obras literarias registrados en el Instituto Nacional

de Derechos de Autor. Estos productos han derivado de proyectos de innovación apoyados por fondos públicos y proyectos de vinculación con empresas.

Correspondencia: eegrandag@uaemex.mx ; eegrandag@gmail.com

Pedro Pérez Villanueva: Doctor en Ingeniería Industrial y Sistemas de Manufactura dentro del Programa Interinstitucional de Ciencia y Tecnología (PICYT-CONACYT). Graduado de Ingeniero Industrial y de Sistemas por la Universidad Autónoma de Coahuila y Maestro en Sistemas de Información por la misma Universidad. Cuenta con diplomados en Procesos de Manufactura y en diseño mecánico, así como una certificación en Manufactura Esbelta. Cuenta con 32 años de experiencia en el área de diseño y sistemas de manufactura, siendo una de sus líneas de investigación la aplicación de sistemas inteligentes y sistemas dinámicos en el diseño, manufactura y ensamble y desensamble de productos. Ha participado como líder de proyectos para empresas en México y Estados Unidos, Actualmente es Gerente de Posgrados Profesor-Investigador en COMIMSA.

Correspondencia: pperez@comimsa.com

Elias Carrum Siller: Doctor en Ciencia y Tecnología con Especialización en Ingeniería Industrial y de Sistemas de Manufactura por parte del Posgrado Interinstitucional en Ciencia y Tecnología. Graduado de Ingeniero Industrial y de Sistemas por parte de la Universidad Autónoma del Noreste. Se desempeñó en el área de Ingeniería de Proyectos para el Grupo Electromecánico Coahuilense. Colaboró para General Electric EDESA y actualmente es profesor investigador en COMIMSA. Desarrolla algoritmos para la optimización de movimientos de brazos robóticos. Su área de investigación es la Inteligencia Artificial, la optimización, la creación de métodos híbridos y creación de software.

Correspondencia: eliascarum@comimsa.com

Resumen

Los ensambles automatizados son una de las aplicaciones de los sistemas robóticos en la industria. Para auxiliar esta tarea, los robots son equipados con un sensor fuerza/torque, que coadyuva a la implementación de controles y programación de los mismos. Aunado a esto, existen robots con arquitecturas cerradas que no permiten trabajar directamente con la cinemática y dinámica de los robots, lo que es una limitante en cuanto a modelación del sistema, así como en la obtención de información de sus sensores. En esta investigación a partir de realizar una tarea de ensamble por inserción "*peg-in-hole*", se propone la predicción de los ángulos de rotación e inclinación de la pieza manipulada con respecto a la fija basados en los valores del vector fuerza/torque. Por la condición de la arquitectura cerrada del sistema, se instaló una tarjeta de adquisición de datos para obtener los valores del vector en cada posición. A partir de dichos valores, se generaron dos modelos basados en lógica difusa para la predicción de los ángulos de rotación e inclinación en el primer y segundo cuadrante de la pieza. El modelo difuso que logra predecir los ángulos con mayor exactitud fue el basado en el método de inferencia Sugeno.

Palabras Claves: ensamble, ángulos, Fuerza/Torque, Lógica Difusa, Sugeno.

Estimation of rotation and inclination angles in "peg in hole" assembly using fuzzy logic

Abstract

Automated assemblies are one of the most relevant applications of robotic systems in the industry. Robots are equipped with a force/torque sensor to assist them in the assembly task. The sensor also supports the programming and implementation of controls schemes on robots. In addition, there are robots with closed architectures that don't allow to work directly with the kinematics and dynamics of robots; this represents a limitation in the system modeling, as well as the obtaining of information from the systems sensors. The present investigation focuses on the task of assembly by insertion "peg-in-hole": we propose the prediction of rotation and inclination angles of the piece manipulated with respect to the fixed piece, based on the values of the vector force/torque. Due to the condition of the closed architecture of the system, a data acquisition board was installed to obtain the values of the vector in each position. With the force/torque vectors obtained in each position, a model based on fuzzy logic was generated for the prediction of rotation and inclination angles of the piece manipulated with respect to specific region of the piece. The fuzzy model is based on the Sugeno-Type fuzzy inference, which predicted the angles of the first and second quadrant of the piece with the greatest precision.

Keywords: *assembly, angles, force/torque, fuzzy logic, Sugeno.*

Introducción

En la industria existen procesos muy complejos que son imposibles realizar únicamente con la mano de obra y a su vez cumplir con los altos volúmenes de producción impuestos por el crecimiento de la demanda (Tobergte & Curtis, 2013). Debido a esto fue necesaria la aparición de celdas de manufactura y elementos robotizados que permitieran la realización masiva de productos con la calidad requerida y en un tiempo determinado (Marvel & Falco, 2012). Una de las aplicaciones de los sistemas robóticos en las industrias es la realización de ensambles automatizados, los cuales son capaces de formar productos de manera repetitiva a partir de la unión de piezas con diferentes geometrías como ejemplo en la industria automovilística. Para auxiliar esta tarea a los robots se les integra sensores de fuerza/torque, los cuales permiten conocer estas magnitudes aplicadas por los brazos robóticos durante la ejecución de los ensambles automatizados (Tobergte & Curtis, 2013). Un aspecto relevante a tener en cuenta es que los sensores de fuerza/torque son auxiliares que brindan mayor información para la programación y diseño de controles (Lee, 1987). Aunado a esto, existen robots con arquitecturas cerradas que no permiten la implementación de nuevas estrategias de control distintas a las definidas por el fabricante. Además, imposibilita trabajar directamente con la cinemática y dinámica de los robots representando esto una limitación en cuanto a la posibilidad de mejorar en comportamientos, realizar seguimientos de trayectorias, modelar el sistema, así como obtener información a partir de los diferentes sensores que componen el sistema (Ford, 1994).

Por esta configuración de arquitectura cerrada de algunos sistemas robóticos, en esta investigación se propone el uso de una tarjeta de adquisición de datos con conexión externa para la recopilación de información a partir de los sensores que componen el sistema durante su operación. Esto brinda la posibilidad de realizar investigaciones y desarrollar diferentes estudios en cuanto al modelado y predicción de variables importantes.

Particularmente en el proceso de ensamble, conocer y controlar el ángulo de inclinación de la pieza que va a ser ensamblada con respecto a la otra, permite corregir la posición de esta y realizar la tarea correctamente. Existen técnicas avanzadas, como es el caso de la lógica difusa, que a partir de datos tomados durante la operación se emplean para realizar el modelado y la predicción de variables que interactúan en el proceso de ensamble.

En la literatura, la mayoría de las investigaciones reportadas han sido realizadas basadas en este tipo de tareas de ensamble robotizado por inserción "peg-in-hole", que consiste en insertar una pieza

en un orificio ambos con la misma geometría. A diferencia de la presente investigación las experimentaciones encontradas en la literatura fueron realizadas con piezas de formas simples y con robots que presentan una arquitectura abierta brindando la posibilidad de trabajar directamente con la salida del sensor y con los actuadores de los diferentes ejes para la corrección de trayectorias.

Autores como T. Tang et al. en (Tang, Lin, Zhao, Chen, & Tomizuka, 2016) estimaron el ángulo de inserción del “*peg*” con respecto al “*hole*” a partir de las fuerzas y mediante análisis geométrico, considerando en el modelo hasta tres puntos de contacto entre ellos. En el caso de M. W. Abdullah et al. en (Mustafa Waad Abdullah, Roth, Weyrich, Wahrburg, & Pluemworasawat, 2015) estiman la posición del punto de contacto a partir del vector fuerza medido, sobre la base de un comportamiento intuitivo, similar al humano al manipular el “*peg*” en el borde del orificio. Se crearon y probaron diferentes modelos utilizando Matlab a partir de métodos analíticos. Otro enfoque lo tienen I. F. Jasim et al. en (Jasim & Plapper, 2014; Jasim, Plapper, & Voos, 2014), que utilizan para identificar las diferentes fases del peg con respecto al hole mediante Modelos Mixtos Gaussianos. Se han utilizado herramientas de apoyo para la realización de esta tarea, así es el caso de M. W. Abdullah et al. en (Mustafa W. Abdullah, Roth, Weyrich, & Wahrburg, 2015) donde además del sensor fuerza/torque utilizan un sistema de visión para la estimación de la posición. También existen estudios para distintos tipos de robots, como ejemplo Zhang et al. en (Zhang, Zheng, Ota, & Huang, 2017) el ensamble “*peg-in-hole*” lo realizan con un robot de doble brazo llamado Baxter, donde la orientación y posición de las piezas de ensamble se ajusta a partir de las fuerza y los torque que se experimentan durante la operación.

En la presente investigación enfocada en la tarea de ensamble “*peg-in-hole*”, se propone la predicción de los ángulos de rotación e inclinación de una pieza manipulada a partir del vector fuerza/torque. El robot que se utilizó es de la marca KUKA modelo KR-60 el cual presenta una arquitectura cerrada. El sensor fuerza/torque ATI THETA mide el vector en cada posición de contacto de la pieza manipulada con las fijas. Para adquirir los datos de los vectores fue utilizada una tarjeta de adquisición de datos USB-6211 conectada de manera externa. A partir de ellos se construye un modelo basado en lógica difusa para predicción de los ángulos de rotación e inclinación de la pieza manipulada con respecto a la pieza fija. Las piezas empleadas en la experimentación tienen una geometría compuesta, a diferencia de las empleadas en la literatura que son cilíndricas o cúbicas; esto complejiza los métodos analíticos empleados para la solución en este tipo de ensamble. Con la obtención del modelo basado en lógica difusa se propone predecir los ángulos de rotación e inclinación de la pieza que va a ser insertada con figuras compuestas, para posteriormente tomar decisiones en cuanto a la corrección de trayectoria del robot en este tipo de ensamble.

Metodología

A partir del problema y los objetivos planteados en la investigación, se propuso la metodología para la obtención del modelo basado en lógica difusa con la finalidad de predecir los ángulos de rotación e inclinación de la pieza que va a ser insertada el ensamble “*peg-in-hole*”. En la figura 1 se muestra el diagrama con las etapas planteadas para efectuar el objetivo fundamental de la investigación.

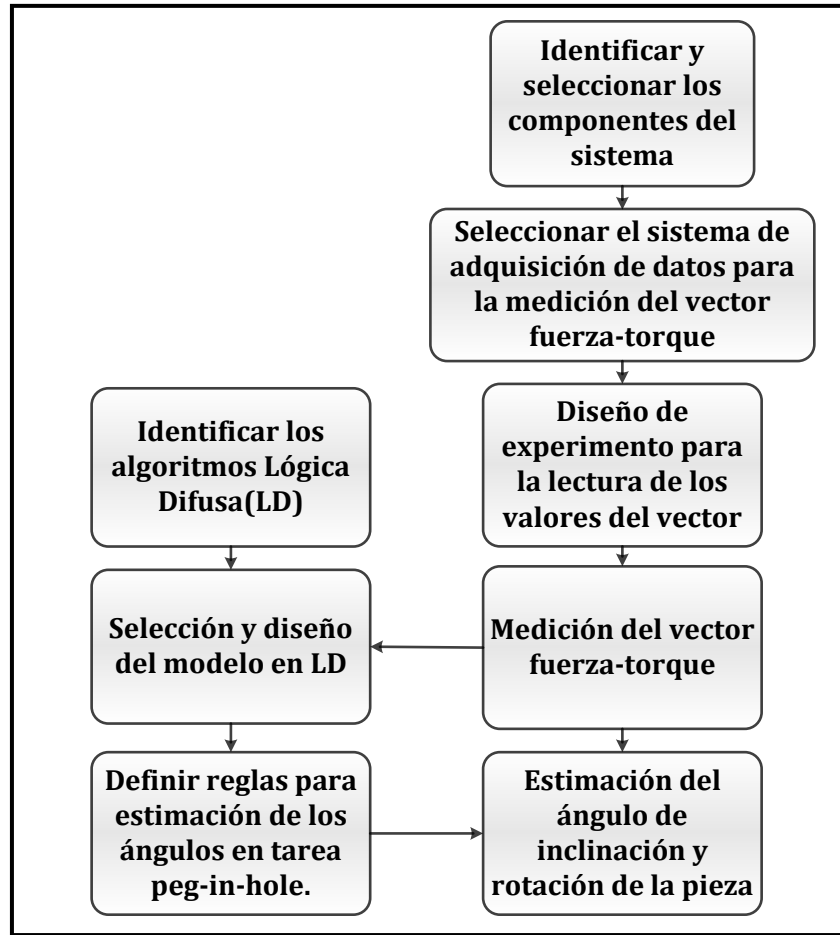


Figura 1. Etapas de la metodología.

Como primera etapa de la metodología se propuso identificar todos los componentes del sistema y con los que se contaba para dar solución a la problemática existente. Se identificó el robot como elemento principal para la manipulación de piezas en el ensamble. Se trabaja con un robot marca KUKA modelo KR60, el cual presenta una arquitectura cerrada limitando la posibilidad en cuanto a mejorar comportamientos, modelación del sistema, así como en la obtención de información a partir de los sensores del sistema. Para auxiliar esta tarea el robot tiene incorporado un sensor fuerza/torque ATI THETA, que le permite la adquisición de información de las componentes de fuerza y torque que el brazo robótico experimenta durante la manipulación de las piezas. Para la obtención de señales, se instaló una tarjeta de adquisición de datos conectada a las señales del sensor y conectada a una laptop como dispositivo de cómputo externo para almacenar la lectura del vector en cada una de las diferentes posiciones seleccionadas en el ensamble “*peg-in-hole*”.

La tarea de ensamblaje robótico de inserción “*peg-in-hole*” consiste en insertar un determinado “*peg*” (objeto) manipulado por un robot en un “*hole*” (orificio) teniendo estos la misma geometría. Para el modelado de la tarea el proceso se segmenta en diferentes fases de acuerdo con la ubicación del objeto manipulado con respecto al medio (Jasim & Plapper, 2014; Kamal Sharma; Varsha Shirwalkar;Prabir K. Pal, 2017).

En la figura 2 se muestran tres de las posibles posiciones, que el objeto pudiera presentar en el momento de la inserción en el orificio. En este caso se representan hasta tres puntos de contacto entre las piezas.

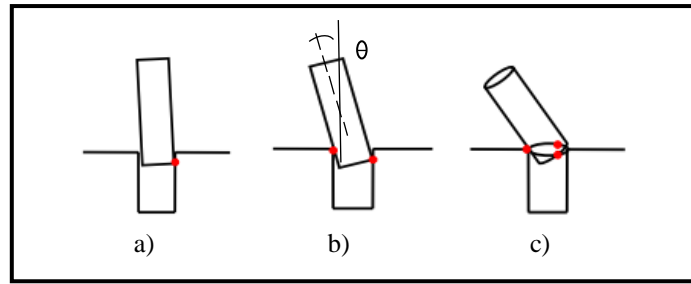


Figura 2. Posibles posiciones en el ensamble. a) 1 punto de contacto. b) 2 punto de contacto. c) 3 puntos de contacto (Tang et al., 2016).

Como se puede observar, el ángulo de inclinación en todos los casos es una variable importante por conocer para corregir la posición y que la pieza sea ensamblada correctamente. Si se considera como referencia el eje horizontal, el ángulo deseado para el ensamble es $\theta=90^\circ$. En el caso de que se tome como referencia el eje vertical mientras más pequeño sea el ángulo se experimenta mayor inserción de la pieza. Para la presente investigación, el ensamble está compuesto por 4 piezas con diferentes geometrías las cuales son mostradas en la figura 3.

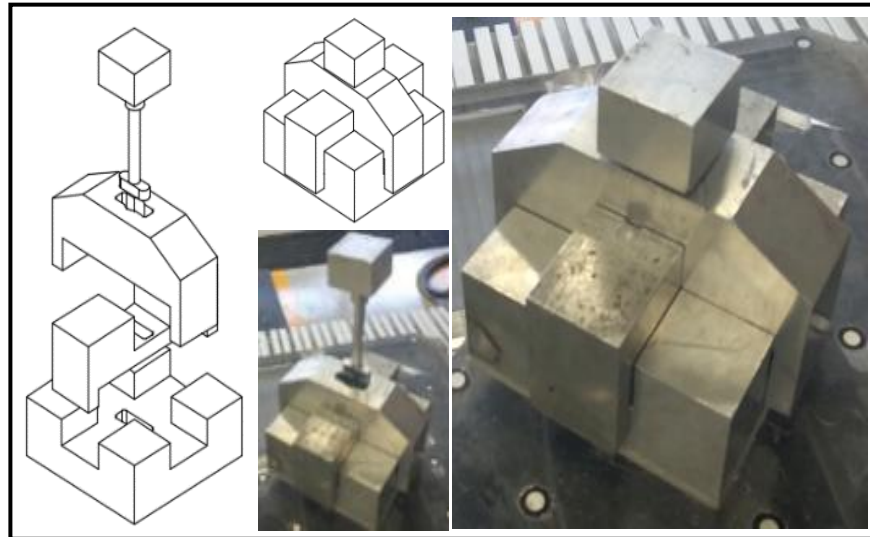


Figura 3. Piezas para el ensamble.

Específicamente la experimentación se desarrolló en la última etapa del proceso donde ocurre la inserción de la última pieza en el grupo conformado por las demás piezas. La pieza a ser manipulada por el robot con sus dimensiones (en mm) se muestra en la figura 4 a) y el orificio representado en una de las piezas, donde debe ser insertada la otra pieza es mostrada en la figura 4 b).

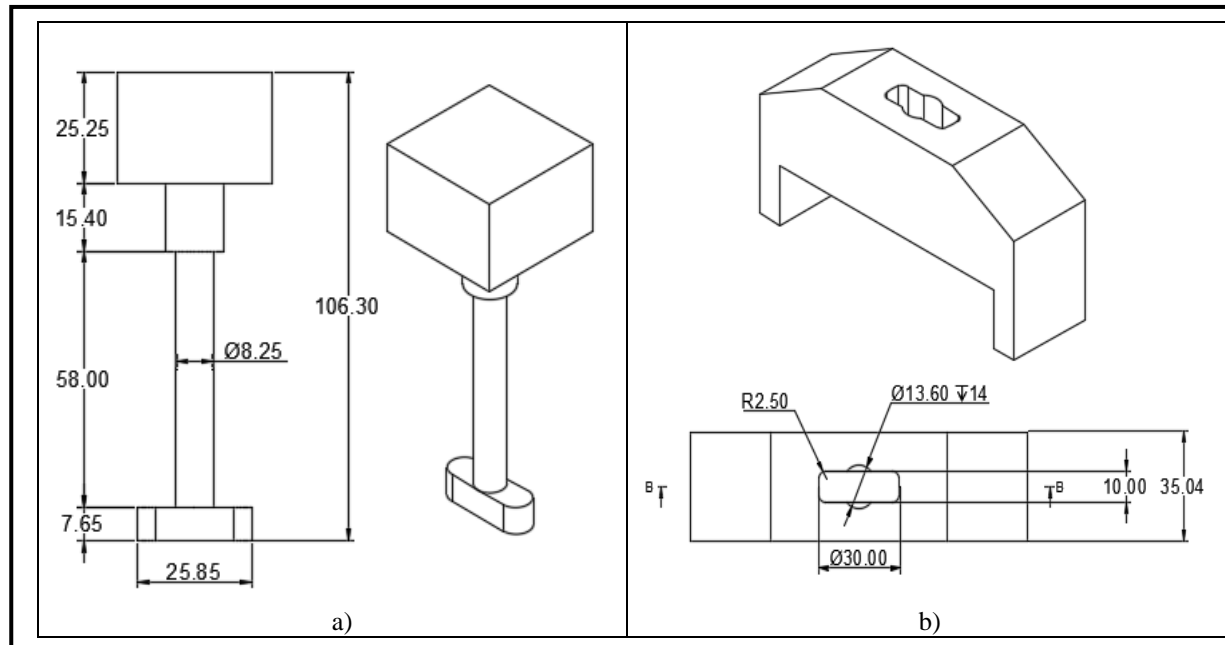


Figura 4. a) El perno (“peg”). b) el orificio en una de las piezas.

A diferencia de las piezas utilizadas en la literatura, circulares o cuadradas, estas presentan una geometría compleja. El objetivo de experimentar con piezas de este tipo es complejizar el ensamble robotizado, teniendo en cuenta que en las industrias no siempre las piezas a ensamblar tienen formas cuadradas o circulares. El análisis mediante el método físico-geométrico del ensamble, en cuanto a la distribución de fuerzas en el espacio a partir de los puntos de contactos, resulta más complejo con piezas que presentan geometrías compuestas. Es por ello que se aplican otros métodos, como lógica difusa, con los cuales se es capaz de obtener resultados importantes en cuanto a la modelación del sistema sin que se necesiten parámetros que dependan de la geometría del elemento propiamente.

La segunda etapa de la metodología consistió en seleccionar el sistema de adquisición adecuado para la medición del vector fuerza/torque durante las posiciones seleccionadas para el ensamble. Los valores del vector fuerza/torque no pueden ser leídas directamente del controlador del robot ya que este presenta una arquitectura cerrada. Esto imposibilita no solo la lectura de datos de los sensores sino el envío de señales y la manipulación del robot a partir de dispositivos de cómputos externos. Por tales motivos se decidió utilizar una tarjeta de adquisición de datos para registrar los valores de fuerza y de torque con conexiones externas a las salidas del sensor. Es importante conocer las características del sensor fuerza/torque para la correcta selección del sistema de adquisición.

Con el sensor fuerza/torque y del software instalado en el controlador le posibilitan al robot tener “sentido del tacto”. Con esta herramienta el robot es capaz de reaccionar sensiblemente a fuerzas y torque externos, así como ejercerlos de manera programada a una pieza de trabajo. El sensor está formado por transductor con una estructura compacta, robusta y monolítica que convierte las variables de fuerza y torque en señales analógicas a partir de una galga de esfuerzo extensométrica y un puente de *Wheatstone* (Kuka, 2014). El vector resultante está compuesto por las componentes de fuerza y torque en los tres ejes como se muestra en la ecuación 1.

$$V_{F/T} = [F_x, F_y, F_z, T_x, T_y, T_z] \quad (1)$$

El robot de la estación de ensamble del laboratorio de manufactura en la Corporación Mexicana de Investigación de Materiales (COMIMSA) tiene instalado un sensor modelo ATI THETA, el cual tiene un rango de medición para la fuerza de -2500 a +2500 N soportando una carga máxima de -25 a +25 kN y para el torque un rango de -400 a +400 Nm con valores máximo de -2500 a +2500 Nm. Tiene una salida analógica de -10V a +10V dependiendo de las magnitudes de fuerza y torque experimentadas en el lazo de medición. El sistema de medición implementado en la arquitectura del robot incluye el sensor con su brida de montaje, la fuente de alimentación y el módulo de comunicación donde están conectadas todas las señales del sensor. Para la medición externa de las señales de voltaje, las conexiones fueron realizadas a la salida de la fuente de alimentación y en la entrada del módulo de comunicación.

A partir de las características y el número de las señales a medir se escogió la tarjeta de adquisición de datos USB-6211. Esta tarjeta tiene 8 entradas diferenciales analógicas y 16 simples, con un rango de señal de $\pm 10V$. La velocidad de adquisición es de 250KS/s (Industrial, 2015; Instruments, 2006). En la experimentación se necesitarán medir 6 entradas diferenciales con un rango de $\pm 10V$ cada una, lo que permitirá con esta tarjeta realizar la adquisición de datos correctamente. Para la conexión de las señales fueron utilizadas las primeras 6 entradas diferenciales de la tarjeta. De manera general el esquema implementado como solución a la arquitectura cerrada del robot y en la obtención de las mediciones del vector fuerza/torque incluye la tarjeta de adquisición de datos USB-6211 conectada a la PC mediante USB y a partir del software para la adquisición de datos se obtienen los valores de fuerza y torque provenientes del sensor.

Para realizar la adquisición de valores de las variables de fuerza y torque en posiciones determinadas del ensamble fue utilizado el software LabView de National Instruments. La librería utilizada fue entregada por el fabricante del sensor, la cual permite obtener los valores de fuerza y torque experimentados durante la operación a partir de una matriz de calibración del sensor y la lectura de los valores de voltaje leídos a través de la tarjeta y el software mencionado. La aplicación "atidaqftmx" es usada para leer los datos desde un solo transductor y fue la utilizada en este caso.

Para la ejecución correcta de la aplicación son necesarios algunos parámetros que permiten determinar los valores de fuerza y torque partiendo de la lectura de los voltajes de las señales de entrada de la tarjeta. En los parámetros del sensor se debe seleccionar la ubicación del archivo que contiene la matriz de calibración; en este caso es el fichero *FT11104.CAL*. Además, la PC a través de la interfaz tiene que reconocer la tarjeta de adquisición de datos que se está empleando. En sus parámetros, se debe configurar el rango de la medición de voltaje, así como la posición del primer canal en la tarjeta donde están colocadas las entradas. Basados en las características de los dispositivos que componen el lazo de medición, se colocó como rango de medición de -10 a +10V y el primer canal conectado es la entrada analógica AI 0. En la configuración de los parámetros de sincronización del canal se indicó que se efectuará una lectura de 3 muestras con una frecuencia de 6 Hz. Estos valores de voltajes adquiridos son mostrados al usuario mediante en una matriz.

Para el cálculo de los valores fuerza y torque a partir de los voltajes medidos, se utiliza la matriz de calibración del sensor con las mediciones obtenidas. Las ecuaciones 2 y 3 permiten realizar estos cálculos y obtener las variables de interés, en este caso la fuerza y el torque. En la ecuación 2 el vector *BIAS*, al restárselo a la lectura de voltaje descrito por el vector *ST G*, confirmando así el cero de la medición, teniendo como resultado el vector *bST G* como la medición corregida. De esta forma se estaría compensando las condiciones de la instalación como son el peso de la herramienta y las variaciones de temperatura. Esta operación de corrección es realizada una sola vez y en este caso el vector *BIAS* es generado automáticamente por la aplicación cuando se le es indicado. En la ecuación 3 la matriz de calibración del sensor es multiplicada por el vector resultante *bST G* de la ecuación 2 obteniéndose de esta manera el vector de fuerza y torque que corresponde a cada medición. Los

resultados son mostrados en la aplicación de manera matricial, así como de forma gráfica para el análisis de tendencia.

$$\begin{bmatrix} ST\ G0 \\ ST\ G1 \\ ST\ G2 \\ ST\ G3 \\ ST\ G4 \\ ST\ G5 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} bias0 \\ bias1 \\ bias2 \\ bias3 \\ bias4 \\ bias5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} bST\ G0 \\ bST\ G1 \\ bST\ G2 \\ bST\ G3 \\ bST\ G4 \\ bST\ G5 \end{bmatrix} \quad (2)$$

$$\begin{bmatrix} F_xG0 & F_xG1 & F_xG2 & F_xG3 & F_xG4 & F_xG5 \\ F_yG0 & F_yG1 & F_yG2 & F_yG3 & F_yG4 & F_yG5 \\ F_zG0 & F_zG1 & F_zG1 & F_zG3 & F_zG4 & F_zG5 \\ T_xG0 & T_xG1 & T_xG1 & T_xG3 & T_xG4 & T_xG5 \\ T_yG0 & T_yG1 & T_yG1 & T_yG3 & T_yG4 & T_yG5 \\ T_zG0 & T_zG1 & T_zG1 & T_zG3 & T_zG4 & T_zG5 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} bST\ G0 \\ bST\ G1 \\ bST\ G2 \\ bST\ G3 \\ bST\ G4 \\ bST\ G5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F_x \\ F_y \\ F_z \\ T_x \\ T_y \\ T_z \end{bmatrix} \quad (3)$$

Para el almacenamiento de los valores calculados se debe seleccionar la ubicación del fichero donde se desea guardar e indicar en qué momento se requiere realizar. El documento con el registro de lecturas del vector fuerza/torque en cada una de las posiciones de interés es con el que se trabajó para identificarlas y realizar el modelo.

Una vez identificado todo el equipamiento y estando establecidas todas las conexiones para la adquisición de datos de manera externa incluyendo el software de aplicación se procedió a organizar la experimentación para la obtención de valores de fuerza/torque durante el ensamble. Se decidió observar la relación entre los valores de fuerza y el torque variando el ángulo de rotación e inclinación de la pieza manipulada con respecto a la pieza fija en la mesa de trabajo. Para realizar la toma de datos, después de haber analizado las variables que se necesitaban observar no se encontró ningún diseño de experimentos que pudiera describir dicha experimentación.

El ángulo de rotación, denotado mediante α , fue marcado en la pieza fija. Se dividió en cuatro cuadrantes con referencia en el centro de la pieza y del orificio donde debe ser insertada la otra. Los valores del ángulo de rotación que fue tomando durante el experimento son mostrados en la figura 5. La pieza manipulada se fue rotando por los cuatro ejes y por el centro de cada cuadrante, es decir con un ángulo de 45° incluyendo sus coterminales. En una segunda corrida se tomaron los valores además en 30° y 60° con sus coterminales en los demás cuadrantes.

En el caso del ángulo de inclinación, denotado con θ , se determinó la posición del robot y la pieza manipulada con respecto a la fija con un goniómetro midiendo el ángulo de inclinación. Para este ángulo se fijaron dos valores 65° y 80° . Para cada una de las combinaciones posibles de los ángulos α y θ fueron registrados y guardados los valores del vector fuerza/torque, enfocando esta investigación en las magnitudes adquiridas en el primer y segundo cuadrante en el momento de la inserción. Una vez obtenidos los diferentes valores del vector y haciendo un análisis en cuanto a variabilidad de los mismos se determinó aplicar lógica difusa para realizar la modelación del sistema. Esta técnica permite trabajar con incertidumbres existentes en los sistemas, así como manejar datos con un alto nivel de variabilidad y a su vez lograr modelos que describan el funcionamiento del proceso.

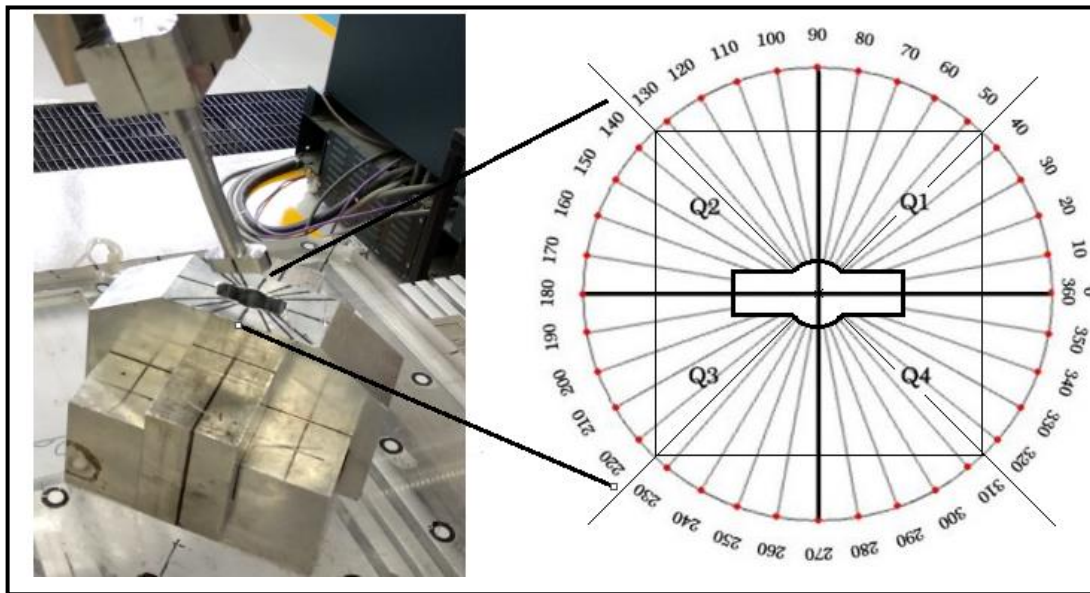


Figura 5. Valores de α tomados en la experimentación en los 4 cuadrantes desde Q1 hasta Q4.

Para el desarrollo del modelo, como la última etapa metodológica, fue tomado como base la arquitectura básica de un sistema difuso con sus diferentes etapas. Principalmente está compuesto por una etapa de fusificación, una base de conocimientos que representan las reglas difusas, así como el dispositivo de inferencia difusa que realiza el razonamiento aproximado. La última etapa se conoce como defusificación que determina un valor real de salida a partir del razonamiento realizado evaluado en las reglas (Ross, 2004). El modelo fue desarrollado con el toolbox de lógica difusa de MATLAB, donde se tomaron como variables de entrada las fuerzas en los tres ejes (F_x , F_y , F_z) que son las que muestran valores con una variabilidad considerable en cada movimiento. Como variables de salida el ángulo de inclinación y el de rotación (θ , α).

Análisis de resultados

Adquisición de los valores del vector fuerza/torque

La experimentación se ejecutó de acuerdo con la metodología planteada para el cumplimiento de los objetivos propuestos. Manipulando los ángulos de inclinación y rotación, en las posibles combinaciones entre ellos, se tomaron lecturas del vector fuerza/torque. Conjuntamente se realizó la programación del robot KUKA registrando cada una de las posiciones que han sido recorridas durante el experimento. Se realizaron 5 réplicas de la experimentación diseñada y para obtener el vector resultante se determinó el promedio de cada variable con los valores de cada réplica. En la tabla 1 se muestran los datos del vector fuerza/torque almacenado para cada una de las posiciones para el primer y segundo cuadrante. Las unidades de medida de los valores de fuerza están dadas en (N) y el torque en (Nm).

Tabla 1. Valores del vector fuerza/torque primer y segundo cuadrante

Cuadrante 1

 Para $\theta=65^\circ$

	F_x	F_y	F_z	M_x	M_y	M_z
$\alpha=0^\circ$	-22.290	-25.424	-38.305	0.201	-0.977	0.001
$\alpha=30^\circ$	-21.543	-2.875	-28.087	0.757	-0.343	-1.107
$\alpha=45^\circ$	-21.520	7.234	-21.452	1.243	-0.196	-1.486
$\alpha=60^\circ$	-17.504	1.750	-25.272	0.880	-0.058	-0.143
$\alpha=90^\circ$	-16.170	15.361	-33.595	1.257	-0.760	-0.197

 Para $\theta=80^\circ$

	F_x	F_y	F_z	M_x	M_y	M_z
$\alpha=0^\circ$	-18.597	-19.088	-44.525	0.307	-1.591	-0.004
$\alpha=30^\circ$	-14.033	-6.916	-13.090	-0.161	-0.641	-0.039
$\alpha=45^\circ$	-13.182	-1.723	-30.605	0.908	-0.644	-1.921
$\alpha=60^\circ$	-14.152	-1.733	-12.460	-0.235	-0.940	-0.064
$\alpha=90^\circ$	-11.763	13.501	-32.550	-0.624	-1.286	0.022

Cuadrante 2

 Para $\theta=65^\circ$

	F_x	F_y	F_z	M_x	M_y	M_z
$\alpha=120^\circ$	-9.177	17.039	-17.069	0.817	-0.731	-0.058
$\alpha=135^\circ$	-1.880	22.179	-14.770	0.910	-0.202	0.670
$\alpha=150^\circ$	-2.054	23.269	4.284	-0.104	-0.537	-0.016
$\alpha=180^\circ$	19.521	26.902	24.327	0.096	0.416	-0.088

 Para $\theta=80^\circ$

	F_x	F_y	F_z	M_x	M_y	M_z
$\alpha=120^\circ$	-3.037	10.720	10.226	-0.362	-0.253	-0.087
$\alpha=135^\circ$	-4.712	11.425	11.25	-0.396	-0.974	-0.031
$\alpha=150^\circ$	4.100	12.984	17.576	-0.283	0.175	-0.131
$\alpha=180^\circ$	11.509	16.448	23.179	-0.109	0.570	-0.078

Durante el estudio de la variabilidad de los datos adquiridos, las características del proceso y las condiciones de la experimentación en cuanto posibles disturbios de la medición producto a cualquier movimiento de la instalación mecánica se determinó que se tiene un sistema no lineal con cierta incertidumbre tanto en la adquisición de datos del vector fuerza/torque como en la forma de respuesta del sistema. Por lo anterior, se planteó la aplicación de lógica difusa como técnica para determinar el modelo de dicho proceso y predecir los ángulos de rotación e inclinación de la pieza a partir del vector fuerza/torque en el primer y segundo cuadrante de la pieza.

Implementación de los modelos difusos para la predicción de ángulos

Como se mencionó en la metodología, para el desarrollo de los modelos se utilizó el módulo de lógica difusa de MATLAB. Se tomaron como variables de entrada las fuerzas en los tres ejes (F_x , F_y , F_z) que son las que muestran valores con una variabilidad considerable en cada movimiento, el torque en este caso fue descartado. Como variables de salida el ángulo de inclinación y el de rotación (θ , α).

Para el primer cuadrante a partir de los datos obtenidos, los conjuntos difusos y sus respectivas funciones de membresías utilizadas para las variables de entrada son mostrados en figura 6.

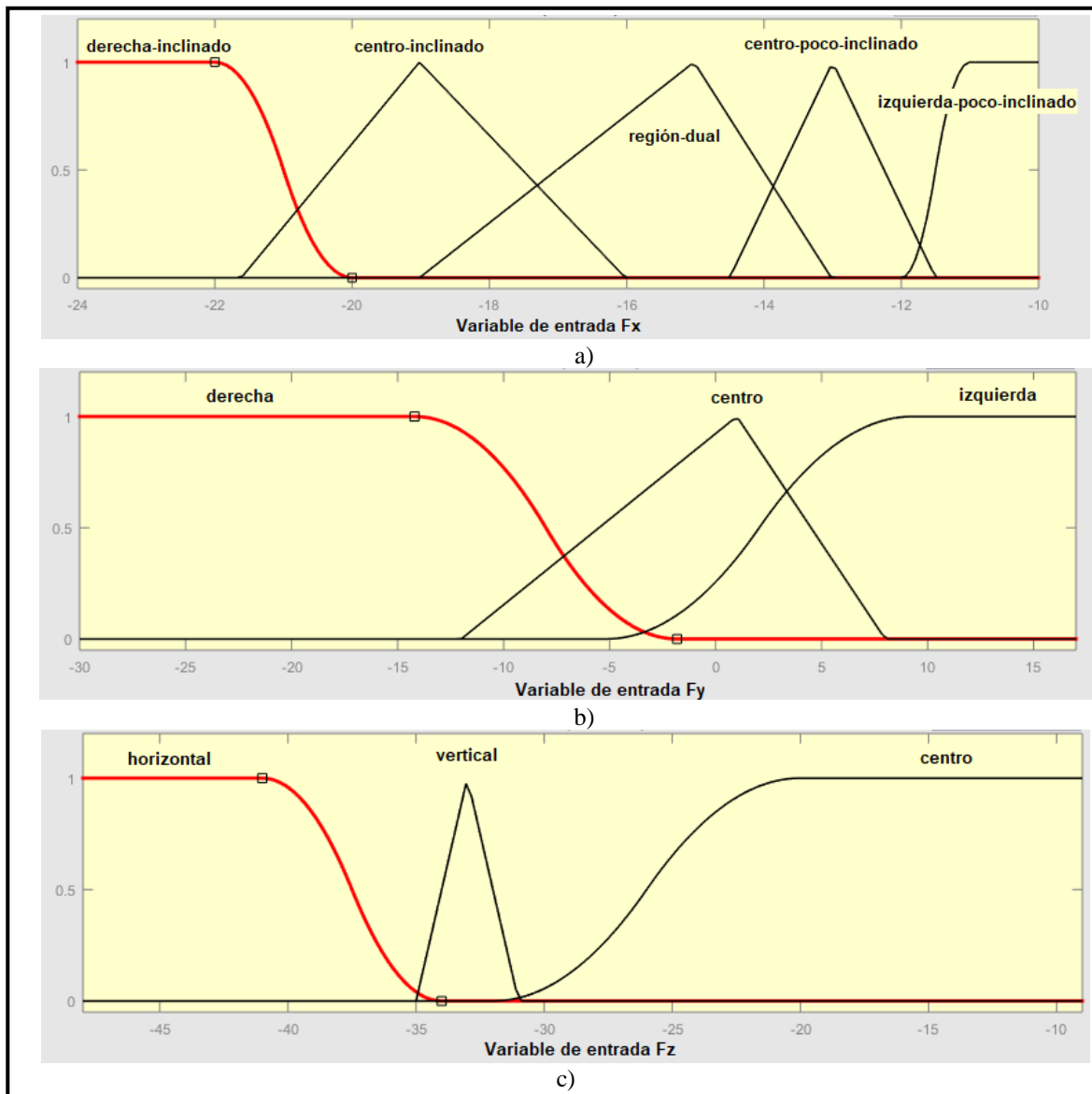


Figura 6. Funciones de membresía para la entradas. a) F_x . b) F_y . c) F_z

En el caso de la variable de entrada F_x el rango mostrado es de $[-24 -10]$ (N), para F_y es de $[-30 17]$ (N) y F_z varía $[-48 -9]$ (N). Las funciones de membresía empleadas fueron tipo Z y *Sigmoidal* para los conjuntos difusos de los extremos y funciones triangulares para demás conjuntos difusos.

En el caso de las variables de salida (θ , α) se representan como constantes para cada conjunto difuso determinado, las funciones de membresías utilizadas son las *singleton*. Para la variable α los valores fijados son [12.6 45 90] grados, representando los conjuntos difusos de valor lingüístico *derecha*, *centro* e *izquierda*. Para θ se fijaron los valores de la experimentación [65 80] grados, en representación de los conjuntos *inclinado* y *poco inclinado*.

Los sistemas difusos son sistemas basados en conocimiento o en reglas. La esencia de un sistema difuso es una base de conocimiento que consiste en las reglas difusas *SI-ENTONCES* (Ross, 2004). En este caso el modelo implementado tiene una base de conocimiento formado por nueve reglas difusas, las cuales son mencionadas a continuación.

Reglas difusas para el modelo:

1. Si (F_x es *derecha-inclinado*) y (F_y es *derecha*) y (F_z es *horizontal*) entonces (*Traslación es derecha*) (*Inclinación es inclinado*).
2. Si (F_x es *centro-inclinado*) y (F_y es *centro*) y (F_z es *centro*) entonces (*Traslación es centro*) (*Inclinación es inclinado*).
3. Si (F_x es *región-dual*) y (F_y es *derecha*) y (F_z es *horizontal*) entonces (*Traslación es derecha*) (*Inclinación es poco-inclinado*).
4. Si (F_x es *región-dual*) y (F_y es *izquierda*) y (F_z es *vertical*) entonces (*Traslación es izquierda*) (*Inclinación es inclinado*).
5. Si (F_x es *centro-poco-inclinado*) y (F_y es *centro*) y (F_z es *centro*) entonces (*Traslación es centro*) (*Inclinación es poco-inclinado*).
6. Si (F_x es *izquierda-poco-inclinado*) y (F_y es *izquierda*) y (F_z es *vertical*) entonces (*Traslación es izquierda*) (*Inclinación es poco-inclinado*).
7. Si (F_x es *centro-poco-inclinado*) y (F_y es *derecha*) y (F_z es *centro*) entonces (*Traslación es derecha*) (*Inclinación es inclinado*).
8. Si (F_x es *derecha-inclinado*) y (F_y es *derecha*) y (F_z es *centro*) entonces (*Traslación es derecha*) (*Inclinación es inclinado*).
9. Si (F_x es *región-dual*) y (F_y es *izquierda*) y (F_z es *centro*) entonces (*Traslación es izquierda*) (*Inclinación es inclinado*).

El modo de razonamiento utilizado fue *MODUS PONENS* donde a partir de un antecedente se determina el consecuente. A partir de esto, el proceso de inferencia difuso permite llegar a un valor de salida dependiendo de la entrada. Existen dos tipos de inferencia: el modelo Mamdani y el TSK (Takagi - Sugeno - Kang). El que se utilizó en este trabajo fue el método de inferencia TSK debido a que fue con el que se obtuvieron mejores resultados en la predicción de los ángulos.

Para el caso del segundo cuadrante, el modelado del cuadrante 1 se tomó como referencia en cuanto a pruebas realizadas y selección de funciones de membresía. Se emplearon de igual forma las funciones de membresía tipo *Z* y *Sigmoidal* para los conjuntos difusos de los extremos y funciones triangulares para las del centro. En este caso, dependiendo de los valores de la experimentación realizada, los rangos de las variables de entrada son para F_x es de [-17 22] (N), para F_y es de [7 31] (N) y F_z de [-35 27] (N). También en el caso de las variables de salida (θ , α), en el segundo cuadrante se representan como constantes y las funciones de membresías utilizadas son las *singleton*. Para la variable α los valores fijados son [90 135 180] grados y para θ se fijaron en [65 80] grados de igual forma.

En este caso el modelo implementado cuenta con catorce reglas difusas y el modo de razonamiento utilizado fue *MODUS PONENS*. El método de inferencia que se utilizó fue el TSK a partir de los resultados en el primer cuadrante.

Respuesta de los modelos en la predicción de ángulos

Los resultados obtenidos a partir de la respuesta del modelo se muestran en la tabla 2 y 3, para una inclinación de 65° y 80° respectivamente. En las dos primeras columnas de la tabla se tienen el vector fuerza con los valores experimentados en cada posición. Conjuntamente se tiene los valores esperados a la salida y los obtenidos a través del modelo TSK implementado. De igual manera la fuerza es expresada en (N).

Tabla 2. Resultados obtenidos para primer cuadrante

<i>Cuadrante 1</i>		<i>Valores Esperados</i>	<i>Modelo TSK</i>			<i>Valores Esperados</i>	<i>Modelo TSK</i>
Fx	-22.3	$\alpha=0^{\circ}$ $\theta=65^{\circ}$	$\alpha=12.5^{\circ}$ $\theta=65^{\circ}$	Fx	-18.59	$\alpha=0^{\circ}$ $\theta=80^{\circ}$	$\alpha=12.5^{\circ}$ $\theta=80^{\circ}$
Fy	-25.42			Fy	-19.088		
Fz	-38.3			Fz	-44.525		
Fx	-21.54	$\alpha=30^{\circ}$ $\theta=65^{\circ}$	$\alpha=30^{\circ}$ $\theta=65^{\circ}$	Fx	-14.033	$\alpha=30^{\circ}$ $\theta=80^{\circ}$	$\alpha=30^{\circ}$ $\theta=80^{\circ}$
Fy	-2.875			Fy	-6.91		
Fz	-28.08			Fz	-13.09		
Fx	-21.5	$\alpha=45^{\circ}$ $\theta=65^{\circ}$	$\alpha=45^{\circ}$ $\theta=65^{\circ}$	Fx	-13.18	$\alpha=45^{\circ}$ $\theta=80^{\circ}$	$\alpha=45.7^{\circ}$ $\theta=79.8^{\circ}$
Fy	7.2			Fy	-1.72		
Fz	-21.45			Fz	-30.605		
Fx	-17.5	$\alpha=60^{\circ}$ $\theta=65^{\circ}$	$\alpha=57.5^{\circ}$ $\theta=65^{\circ}$	Fx	-14.15	$\alpha=60^{\circ}$ $\theta=80^{\circ}$	$\alpha=56.8^{\circ}$ $\theta=76.1^{\circ}$
Fy	1.75			Fy	-1.73		
Fz	-25.27			Fz	-12.46		
Fx	-16.17	$\alpha=90^{\circ}$ $\theta=65^{\circ}$	$\alpha=90^{\circ}$ $\theta=65^{\circ}$	Fx	-11.76	$\alpha=90^{\circ}$ $\theta=80^{\circ}$	$\alpha=90^{\circ}$ $\theta=80^{\circ}$
Fy	15.36			Fy	13.5		
Fz	-33.6			Fz	-32.55		

En la tabla 2 se muestran los resultados obtenidos para el primer cuadrante donde los ángulos de rotación implicados son 0, 30, 45, 60 y 90 grados. En la tabla 3 se exponen los resultados para el segundo cuadrante donde los ángulos tenidos en cuenta son 90, 120, 135, 150 y 180 grados. Las salidas de los modelos son calculadas a partir de evaluar los diferentes valores de entrada en las reglas implementadas y del método de inferencia empleado, en este caso TSK.

Tabla 3. Resultados obtenidos para segundo cuadrante

<i>Cuadrante 2</i>		<i>Valores Esperados</i>	<i>Modelo TSK</i>			<i>Valores Esperados</i>	<i>Modelo TSK</i>
Fx	-16.17	$\alpha=90^{\circ}$ $\theta=65^{\circ}$	$\alpha=90^{\circ}$ $\theta=65^{\circ}$	Fx	-11.76	$\alpha=90^{\circ}$ $\theta=80^{\circ}$	$\alpha=90^{\circ}$ $\theta=80^{\circ}$
Fy	15.36			Fy	13.5		

Fz	-33.6			Fz	-32.55		
Fx	-9.17	$\alpha=120^\circ$ $\theta=65^\circ$	$\alpha=113^\circ$ $\theta=65^\circ$	Fx	-3.037	$\alpha=120^\circ$ $\theta=80^\circ$	$\alpha=112^\circ$ $\theta=80^\circ$
Fy	17.039			Fy	10.72		
Fz	-17.069			Fz	10.22		
Fx	-1.88	$\alpha=135^\circ$ $\theta=65^\circ$	$\alpha=135^\circ$ $\theta=65^\circ$	Fx	-4.71	$\alpha=135^\circ$ $\theta=80^\circ$	$\alpha=137^\circ$ $\theta=80^\circ$
Fy	22.17			Fy	11.425		
Fz	-14.77			Fz	11.25		
Fx	-2.054	$\alpha=150^\circ$ $\theta=65^\circ$	$\alpha=158^\circ$ $\theta=65^\circ$	Fx	4.1	$\alpha=150^\circ$ $\theta=80^\circ$	$\alpha=158^\circ$ $\theta=80^\circ$
Fy	23.269			Fy	12.98		
Fz	4.284			Fz	17.57		
Fx	19.521	$\alpha=180^\circ$ $\theta=65^\circ$	$\alpha=180^\circ$ $\theta=65^\circ$	Fx	11.5	$\alpha=180^\circ$ $\theta=80^\circ$	$\alpha=180^\circ$ $\theta=80^\circ$
Fy	26.9			Fy	16.44		
Fz	24.32			Fz	23.17		

Discusión de resultados

Con los resultados obtenidos se tiene la capacidad de plantear que los modelos predicen los ángulos de rotación y traslación de la pieza manipulada con respecto a la fija a partir del vector fuerza/torque. Cabe resaltar que debido a las características mecánicas de la instalación en cuanto a volumen, tamaño y cuerpo del robot además de las incertidumbres existentes en la medición física del posicionamiento de ángulo, los resultados obtenidos tienen una mínima diferencia considerando una tolerancia para un ensamble efectivo. Teniendo en cuenta esta tolerancia permisible, los resultados obtenidos son considerados como satisfactorios.

Si se comparan los valores esperados con los predichos por los modelos, el modelo que logra mayor exactitud es el implementado para el primer cuadrante, los niveles de tolerancias son menores. En el primer cuadrante para una inclinación de 65° los ángulos de rotación exactamente predichos son 30° , 45° , 90° y para una inclinación de 80° la respuesta exacta del sistema se logró en 30° y 90° de rotación con respecto a la pieza fija. En el caso del segundo cuadrante la respuesta del sistema más certera se obtuvo para una rotación de 90° , 135° y 180° e inclinado 65° , sin embargo, para una inclinación de 80° solo en los ejes coordenadas, 90° y 180° se logra predecir con total exactitud.

En toda la fase de prueba se diseñaron otros modelos utilizando el método de inferencia Mamdani y a su vez empleando otros tipos de funciones de membresía como las gaussianas. En la tabla 4 se muestran diferentes resultados obtenidos con otros modelos implementados.

Tabla 4. Tabla comparativa entre resultados con otros modelos implementados

Valores Esperados	Variante 1 (0 y 45°)	Variante 2 (0 y 45°) (Fx Gauss)	Variante 3 (Q1)	Variante 4 (Q1) (Fx Gauss)	Sugeno Q1
$\alpha=0^\circ$ $\theta=65^\circ$	$\alpha=22.8^\circ$ $\theta=65^\circ$	$\alpha=22.8^\circ$ $\theta=65^\circ$	$\alpha=13.5^\circ$ $\theta=65^\circ$	$\alpha=14.2^\circ$ $\theta=65^\circ$	$\alpha=12.5^\circ$ $\theta=65^\circ$

$\alpha=30^\circ$ $\theta=65^\circ$	$\alpha=22.7^\circ$ $\theta=65^\circ$	$\alpha=30^\circ$ $\theta=65^\circ$	$\alpha=32.8^\circ$ $\theta=65^\circ$	$\alpha=32.4^\circ$ $\theta=65^\circ$	$\alpha=30^\circ$ $\theta=65^\circ$
$\alpha=45^\circ$ $\theta=65^\circ$	$\alpha=23^\circ$ $\theta=65^\circ$	$\alpha=23.3^\circ$ $\theta=65^\circ$	$\alpha=45^\circ$ $\theta=65^\circ$	$\alpha=45^\circ$ $\theta=65^\circ$	$\alpha=45^\circ$ $\theta=65^\circ$
$\alpha=90^\circ$ $\theta=65^\circ$	$\alpha=66.1^\circ$ $\theta=65.3^\circ$	$\alpha=66.3^\circ$ $\theta=65.5^\circ$	$\alpha=78.5^\circ$ $\theta=65^\circ$	$\alpha=80^\circ$ $\theta=65.3^\circ$	$\alpha=90^\circ$ $\theta=65^\circ$
$\alpha=30^\circ$ $\theta=80^\circ$	$\alpha=28.6^\circ$ $\theta=80^\circ$	$\alpha=29.1^\circ$ $\theta=79.9^\circ$	$\alpha=28.7^\circ$ $\theta=80^\circ$	$\alpha=26.4^\circ$ $\theta=79.5^\circ$	$\alpha=30^\circ$ $\theta=80^\circ$
$\alpha=60^\circ$ $\theta=80^\circ$	$\alpha=40.6^\circ$ $\theta=80^\circ$	$\alpha=47.1^\circ$ $\theta=79.9^\circ$	$\alpha=54.2^\circ$ $\theta=75.4^\circ$	$\alpha=52.1^\circ$ $\theta=75.3^\circ$	$\alpha=56.8^\circ$ $\theta=76.1^\circ$
$\alpha=90^\circ$ $\theta=80^\circ$	$\alpha=67.3^\circ$ $\theta=80^\circ$	$\alpha=67.3^\circ$ $\theta=80^\circ$	$\alpha=78$ $\theta=80^\circ$	$\alpha=79.6$ $\theta=80^\circ$	$\alpha=90$ $\theta=80^\circ$

En la tabla anterior en la primera columna se muestran algunos de los resultados que se esperan predecir con los modelos implementados. El modelado de la variante 1 fue diseñado empleando los valores del vector fuerza/torque obtenidos en los ejes coordenadas (0° y 90°) y en 45° . Las funciones de membresía utilizadas en este caso fueron Triangulares para las variables de entrada y para los ángulos se emplearon Trapezoidales. En la variante 2 se modificaron las funciones Triangulares por Gaussianas modificando además los conjuntos difusos, pero como se puede observar tampoco se lograron resultados satisfactorios.

En la variante 3 se incorporaron en el modelado los valores del vector fuerza/torque adquiridos en las posiciones correspondientes a 30° y 60° de rotación e incluyendo nuevos conjuntos difusos. Se puede observar que la respuesta del sistema mejoró considerablemente en cuanto a exactitud. Las funciones de membresía utilizadas fueron Triangulares para la variable fuerza y Trapezoidales para los ángulos. En la variante 4 mostrada se modificaron las funciones de membresía Triangulares por Gaussianas para suavizar las transiciones entre los diferentes valores, con esto se mejoró la respuesta en algunos casos y en otros aumentó la diferencia.

Para estas cuatro primeras variantes el método de inferencia utilizado fue Mamdani y producto a la variabilidad de los datos experimentales no se lograba la exactitud en la respuesta que se deseaba. Por tal motivo se decidió implementar el modelo con el método de inferencia TSK, lo cual resultó un paso importante en la investigación obteniéndose mejores resultados que los modelos anteriores en cuanto a la exactitud en la predicción. Este método de inferencia TSK representa una herramienta fuerte para modelar sistemas complejos por su capacidad de describir un proceso altamente no lineal empleando un número pequeño de reglas.

Conclusiones

Esta investigación se enfocó en la implementación de un modelo que lograra predecir los ángulos de rotación e inclinación a partir del vector fuerza/torque. Al lograr predecir estos ángulos en el ensamble “*peg-in-hole*”, se hace posible la implementación de estrategias de control para la corrección de trayectorias e insertar la pieza correctamente. El desarrollo de métodos analíticos en este tipo de ensamble con piezas con geometrías compuestas, como en las industrias, resulta complejo, por lo que se hace importante la efectividad del empleo de técnicas como la lógica difusa para la solución de problemas como este.

Al comparar los resultados obtenidos con los esperados se ve una predicción adecuada para este tipo de sistema. Se logra predecir los ángulos de inclinación y rotación con un nivel de tolerancia permisible para un ensamble efectivo. Comparando ambos modelos diseñados, el realizado para el primer cuadrante con el implementado para el segundo, el que logra una predicción más certera es

el del primer cuadrante a pesar de tener un menor número de reglas difusas como base de conocimiento. Los ángulos de rotación que logra predecir con mayor exactitud se encuentran 30° , 45° , 90° con una inclinación de 65° . Además, en la investigación se comprobó que el método de inferencia TSK proporciona una herramienta importante para modelar sistemas complejos.

Por otra parte, una arquitectura cerrada del robot no permite obtener información directamente del controlador de los sensores instalados, por lo que la utilización de sistemas de adquisición de datos como dispositivos complementarios a esta arquitectura representa una solución factible para conocer y trabajar con mediciones de interés en las diferentes aplicaciones.

Como investigaciones futuras se propone profundizar en el modelo del sistema en los restantes cuadrantes Q3 y Q4 y llevar a cabo un análisis en cuanto a comportamientos, así como cuáles de ellos describen de una manera adecuada el proceso de ensamble robotizado. Asimismo, se plantea generar investigaciones enfocadas en la implementación de un control avanzado para la corrección de ángulos de forma tal que se realice el ensamble de las piezas a partir de los modelos obtenidos.

Agradecimientos

El autor principal agradece al personal de la Celda de Manufactura, COMIMSA, por el apoyo brindado en la solución de problemas y en la ejecución de la experimentación. De manera en general agradecer a COMIMSA por dar la posibilidad de desarrollar la investigación y contribuir en la formación como profesionales y agradecer a CONACyT por la beca otorgada para realizar la investigación.

Referencias

- Abdullah, M. W., Roth, H., Weyrich, M., & Wahrburg, J. (2015). An approach for peg-in-hole assembling using intuitive search algorithm based on human behavior and carried by sensors guided industrial robot. *IFAC-PapersOnLine*, 28(3), 1476–1481. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2015.06.295>
- Abdullah, M. W., Roth, H., Weyrich, M., Wahrburg, J., & Pluemworasawat, P. (2015). Force/Torque Data Modeling for Contact Position Estimation in Peg-in-Hole Assembling Application. *MATEC Web of Conferences*, 28(December), 04003. <https://doi.org/10.1051/mateconf/20152804003>
- Ford, W. E. (1994). What is an Open Architecture Robot Controller? 9th IEEE International Control, . Symposium on Intelligent Control, August 16-18, 1994.
- Industrial, A. (2015). F / T Data Acquisition (DAQ) Six-Axis Force / Torque Sensor System Compilation of Manuals. United States: ATI Industria Automation.
- Instruments, N. (2006). NI USB-621 x Specifications. United States: National Instruments Corporation.
- Jasim, I. F., & Plapper, P. W. (2014). Contact-State modeling of robotic assembly tasks using Gaussian Mixture Models. *Procedia CIRP*, 23(C), 229–234. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.10.061>
- Jasim, I. F., Plapper, P. W., & Voos, H. (2014). Position identification in force-guided robotic peg-in-hole assembly tasks. *Procedia CIRP*, 23(C), 217–222. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.10.077>
- Kamal Sharma; Varsha Shirwalkar; Prabir K. Pal. (2017). Peg in hole search using convex optimization techniques. *Industrial Robot: An International Journal* 44, 618–628.

- Kuka. (2014). KUKA.ForceTorqueControl 3.1. Germa: KUKA Roboter GmbH.
- Lee, J. (1987). Apply force/torque sensors to robotic applications. *Robotics*, 3(2), 189–194.
[https://doi.org/10.1016/0167-8493\(87\)90007-6](https://doi.org/10.1016/0167-8493(87)90007-6)
- Marvel, J., & Falco, J. (2012). Best Practices and Performance Metrics Using Force Control for Robotic Assembly. United States: National Institute of Standard and Technology.
<https://doi.org/10.6028/NIST.IR.7901>
- Ross, T. J. (2004). *Fuzzy Logic with Engineering Applications (Second Edi)*. Mexico,USA: John Wiley & Sons Ltd.
- Tang, T., Lin, H., Zhao, Y., Chen, W., & Tomizuka, M. (2016). Autonomous Alignment of Peg and Hole by Force / Torque Measurement for Robotic Assembly. In *Automation Science and Engineering, 2016 IEEE International Conference on* (pp. 162–167). United States.
- Tobergte, D. R., & Curtis, S. (2013). Sistemas Avanzados de Manufactura y su Potencial Aplicación a la Industria Mexicana. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Zhang, X., Zheng, Y., Ota, J., & Huang, Y. (2017). Peg-in-Hole Assembly Based on Two-phase Scheme and F/T Sensor for Dual-arm Robot. *Sensors*, 17(9), 2004.
<https://doi.org/10.3390/s17092004>

Desarrollando Competencias Digitales Docentes en la Universidad Autónoma de Campeche: Formación del profesor 2.0

M.C.E María Alejandra Sarmiento Bojórquez, M.C.E.S. Mayte Cadena González, M.C. Juan Fernando Casanova Rosado
Universidad Autónoma de Campeche
México

Sobre los Autores:

M.C.E. María Alejandra Sarmiento Bojórquez

Licenciada en Informática egresada del Instituto Tecnológico de Campeche, con Maestría en Ciencias de la Educación del Instituto de Estudios Universitarios del Estado de Campeche. Con 24 años de experiencia en la educación en el nivel Medio Superior. Profesora investigadora de tiempo completo, adscrita a la Escuela Preparatoria “Nazario Víctor Montejo Godoy” de la Universidad Autónoma de Campeche. Tutora Grupal e Individual. Cuenta con certificado en Competencias docentes para la educación media superior (CERTIDEMS) de la Secretaría de Educación Pública y el TKT (TEACHER KNOWLEDGE TRAINING) de la University of Cambridge, así como diversos diplomados y talleres para la docencia. Ha participado en Congresos y Coloquios nacionales e Internacionales. Educador Google nivel 2.

Correspondencia: masarmie@uacam.mx

M.E.S. Mayté Cadena González

Licenciada en arquitectura egresada del Instituto Tecnológico de Campeche, con Maestría en Educación Superior por la Universidad Autónoma de Campeche. Con 25 años de experiencia en la educación en el nivel Medio Superior. Profesor investigador de tiempo completo, adscrita a la Escuela Preparatoria “Nazario Víctor Montejo Godoy” de la Universidad Autónoma de Campeche. Cuenta con certificado en Competencias docentes para la educación media superior (CERTIDEMS) de la Secretaría de Educación Pública, así como diversos diplomados y talleres para la docencia. Participante en Congresos y Coloquios nacionales e Internacionales.

Correspondencia: macadena@uacam.mx

M. en C. Juan Fernando Casanova Rosado

Cirujano dentista egresado de la Universidad Autónoma de Campeche, con especialidad de Ortodoncia por la Universidad Autónoma de México; con Maestría en Ciencias Odontológicas por la Universidad Autónoma de Campeche. Con 30 años de docencia en la Facultad de Odontología de Universidad Autónoma de Campeche, docente a nivel licenciatura, especialidad y maestría. Miembro del Sistema Nacional de Investigación SNI nivel II de CONACYT; con diversos artículos científicos publicados a nivel internacional; así como libros y capítulos de libros. Conferencista a nivel nacional e internacional.

Correspondencia: jfcasano@uacam.mx

Resumen

El profesor inmerso en la educación actual requiere desarrollar competencias digitales para lograr una mejor interacción con sus alumnos en los procesos de formación, por lo que la capacitación docente actual debe ir orientada a innovar, experimentar TIC y reflexionar sobre su uso. En este trabajo se expone una alternativa de capacitación al diseñar un curso de herramientas Web 2.0 que cubre las necesidades básicas para formar profesores 2.0, desarrollar competencias digitales que les permitan explotar recursos gratuitos que ofrece Internet, con la finalidad de integrar lo aprendido a su práctica docente. El contenido temático se concibe basándose en un cuestionario de 29 ítems administrado a 42 profesores de la Universidad Autónoma de Campeche.

Como resultados se observó que el 100% de la muestra afirma que es necesario conocer herramientas Web 2.0 en el desempeño de sus clases, el 90.2% creen que deben tener una actualización continua y un dato importante es que el 61% dijo no conocer los todos servicios y aplicaciones gratis que hay en Internet para mejorar su práctica docente, por lo que planeamos los contenidos del curso con fin de optimizar los aprendizajes de los estudiantes y de alcanzar una mejora cualitativa en las estrategias de enseñanza.

Palabras clave: Web 2.0, Competencia digital, TIC.

Developing Digital Competencies Teachers in the University: Teacher Training 2.0

Abstract

Teacher training should be oriented to the innovation, experimentation and use of ICT, encouraging the acquisition of different digital skills that enable the didactic use of Web 2.0 tools, becoming a learning resource within the classroom re enforcing the teaching-learning process. Designing a course in Web 2.0 tools is an opportunity to train 2.0 teachers to perform new tasks and put into play various skills to meet the needs of students in the current technological context and provide teachers with knowledge that allows them to exploit free resources and services offered by the Internet, in order to integrate what has been learned into their teaching practice. The thematic content is conceived based on a study, where a questionnaire of 29 items administered to the professors of the high school and higher education of the UAC was applied.

Due to the results and observing that 100% thinks that it is necessary to know Web 2.0 tools in the performance of their classes and that they must have continuous updates, we planned the contents of the course where they will develop the necessary competences to achieve a suitable integration of ICT, in order to optimize the learning of students and achieve a qualitative improvement in teaching strategies.

Keywords: Web 2.0, E-skills, ICT.

Introducción

En la actualidad podemos considerar puntualmente el uso desmedido, que hacen los jóvenes de la red, para socializar y como entretenimiento lo cual repercute mucho en su educación, distrayéndose

de sus actividades escolares, al implementar este tipo de cursos en los docentes se propone revertir este tipo de situaciones, enseñando a nuestros alumnos a utilizar la red con fines educativos, haciendo que desarrollen el pensamiento crítico y reflexivo, así como el promover el trabajo colaborativo. Es un hecho que el avance tecnológico y científico no se detiene y por lo mismo, como docentes nos obliga a estar a la vanguardia en cuestiones no solo educativas sino también sociales, económicas y política, para poder ir preparando a las nuevas generaciones.

La vida del adolescente ha cambiado muchísimo no solo tiene que prepararse académicamente y sino también laboralmente, es decir, con las crisis económicas actuales, muchos estudiantes tienen que estudiar y trabajar al mismo tiempo, por lo cual la Reforma Integral de la Educación Media Superior (RIEMS) en México (Acuerdo Secretarial No. 442, 2008), propone una educación basada en competencias, buscando formar jóvenes críticos, reflexivos e innovadores, que interactúen en diversos contextos y contribuyan positivamente con el desarrollo de la sociedad. Al mismo tiempo se busca que el profesor tenga un perfil con el cual desarrolle ciertas competencias.

La introducción de la tecnología dentro de las teorías de enseñanza, definiendo la enseñanza como un proceso de desarrollo activo y constructivo (Shulman, L.) muestra el nuevo rol del maestro de una figura autoritaria y de transmisión del conocimiento a ser el facilitador para la construcción del conocimiento. El aprendizaje como “compromiso en la práctica social” (Wenger E, 1998) tiene implicaciones para estudiantes y profesores como formadores de comunidades que practican la tecnología.

Si se entiende la cultura como una tensión entre tradición e innovación, es tarea de la enseñanza optimizar la aplicación de los recursos tecnológicos para mejorar la calidad de su oferta y a la vez preguntarse acerca de la significatividad y las consecuencias de estos cambios. (Moreta, 1996)

Los jóvenes mexicanos del nivel bachillerato y superior, manejan y conviven a diario con estas nuevas tecnologías, más de lo que nos imaginamos y forman parte de su vida cotidiana, es parte de sus vidas, el desarrollo de las mismas hacen que la tengan a su alcance en cualquier parte y a cualquier hora, ya sea en su casa, en el cyber, en el celular, en la tableta y en el Smartphone que es lo último entre ellos y cualquier adulto también. Están conectados de 10 a 14 horas al día, gracias a la telefonía celular con estos servicios. Son expertos en bajar música, videos, imágenes, investigar, comunicarse, etc. por medio de la red, haciendo un uso desmedido de las TIC repercutiendo en su educación.

En la Universidad Autónoma de Campeche (UAC) el reto es poder guiarlos para que estas tecnologías se utilicen con fines educativos y se pueda revertir este tipo de situaciones, enseñando a nuestros alumnos a utilizar la red con estos fines, haciendo que desarrollen el pensamiento crítico y reflexivo, así como el promover el trabajo colaborativo. El docente debe aprender y lograr esto, conociendo herramientas que Internet nos ofrece y con las cuales podremos planear y realizar clases más interactivas, eficientes y motivantes, donde se logre un aprendizaje significativo basado en competencias y así nos apeguemos al Marco Curricular Común de la RIEMS, desarrollando competencias digitales, favoreciendo su expresión y comunicación con pensamiento crítico y

reflexivo, trabajando en forma colaborativa, aprendiendo de forma autónoma, valorándose a sí mismo, para participar con responsabilidad en la sociedad.

Marco Teórico. -

Las competencias digitales o e-skills, son un conjunto de conocimientos, capacidades, destrezas y habilidades, en conjunción con valores y actitudes, para la utilización estratégica de la información, y para alcanzar objetivos de conocimiento tácito y explícito, en contextos y con herramientas propias de las tecnologías digitales.

El EDC - TIC de la UNESCO (2013) detalla una serie de competencias digitales (estándares) propiamente dirigidos a profesores o futuros profesores, los cuales, dentro de una sociedad digitalizada, tienen la responsabilidad de ser guías y partícipes del proceso enseñanza - aprendizaje de los estudiantes, en torno a las nuevas tecnologías de la información y comunicación.

Qué es WEB 2.0

Web 2.0. Es la participación activa del usuario es la clave de esta época que comienza en los primeros años del siglo XXI. debido a los avances en la programación, los usuarios dejan de ser pasivos y se convierten en diseñadores de contenido a través de los blogs y de plataformas como YouTube. Para por medio de grupos o comunidades compartir y generar conocimiento. (Maestros del Web, 2009)

Para hablar de la Web 2.0 se debe remontar a momentos históricos de lo que ha significado realmente el término a través de su origen. Nace aproximadamente hacia el año 2004. Desde ese año, que se ha tomado como punto de partida, se ha dado una gran evolución en la WEB y en la cual se han tenido en cuenta diversas tecnologías que la soportan. Se habla de hojas de estilo, estándares, uso de lenguajes de construcción de páginas Web dinámicas, como el Ajax, el Javascript, Flash y otros, y lo más importante, el uso de redes sociales.

Las redes sociales se han convertido en un punto de partida en el manejo de diversos procesos. Uno de ellos es el sector de la educación. Un ejemplo del uso de una red social es Facebook, donde millones de usuarios, a través de la Web, interactúan compartiendo recursos y portales de licenciamiento gratis. También se pueden compartir aplicaciones de forma gratuita, como procesadores de texto, hojas de cálculo; lo cual permite tener una diversidad de documentos que sirven de consulta; también se puede compartir archivos. Es realmente el manejo de una tecnología, que se tenía hace poco en internet, de una forma integrada.

El uso de blogs, que realmente se asocia con una bitácora, permite la entrada de información organizada en forma cronológica en un sitio Web. Antes de lo que es la Web 2.0, se tenía la Web 1.0, que realmente se conocía como un conjunto de páginas estáticas, que no permitían la modificación de la información: actualización, inserción y eliminación de información. Después estas páginas tienen unos cambios donde se introducen los cambios que inciden directamente sobre ellas, a través de las operaciones descritas anteriormente, llamadas operaciones (eliminación, modificación y actualización). Esto es lo que se ha denominado Web 1,5, que es una transición entre

la Web 1.0 y Web 2.0. Realmente son las páginas dinámicas desarrolladas en lenguajes como PHP, Perl, Python, .NET, etc., todo esto encadenado a una base de datos. Estas páginas tienen la connotación de producir cambios en la información en tiempo real. Así se da el paso a la Web 2.0 que se considera, más que una página Web, como una red social donde las personas fijan puntos de encuentro para la interacción y principalmente para compartir contenidos. (Lopez Santana, 2014)

Se dice que el precursor de estas redes sociales o de la Web 2.0 es Tim O'Reilly donde explicaba, en una conferencia, que el mundo se transformaba a través de las lluvias de ideas, para dar paso a nuevas expectativas de conocimientos de empresas. Puso como ejemplo el uso de Flickr, que es una red social o comunidad de usuarios donde se comparten imágenes de fotografías y de videos y que tienen unas reglas estrictas de uso y de condiciones para poder tener interacción entre ellos mismos.

¿Qué incidencias tiene en la educación la web 2.0?

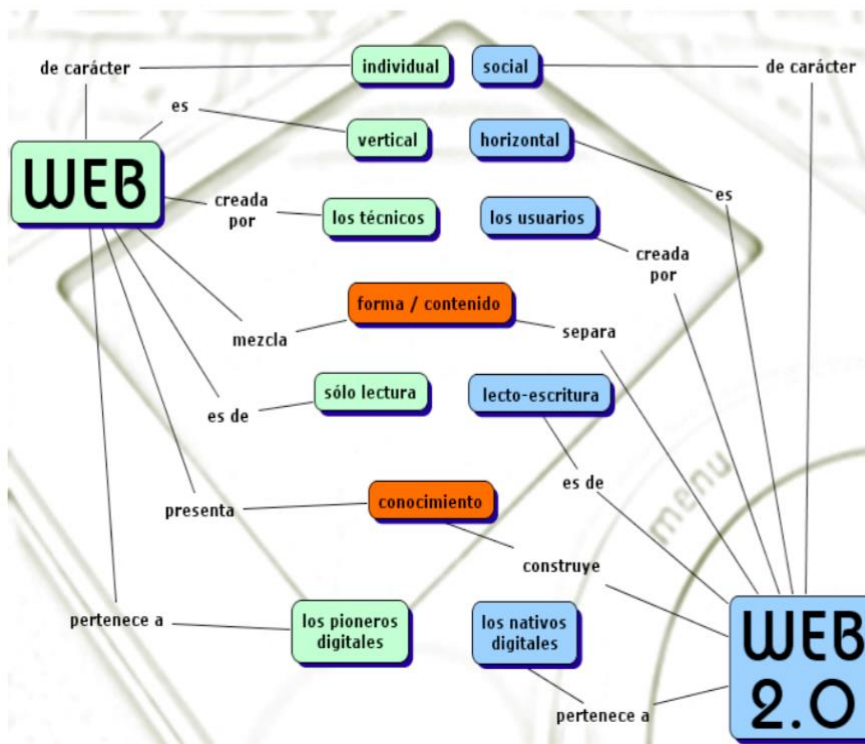


Ilustración SEQ Ilustración * ARABIC 1 Herrera Cornejo 2008

La Web 2.0 es un deja atrás el sistema unidireccional de la Web 1.0, en la cual únicamente los usuarios son receptores de información. La Web 2.0 permite que la interacción que se hace con un sistema de retransmisión de ideas o de información que puede ser compartidos bidireccionalmente por los usuarios. La tecnología desarrollada es tan sencilla que hasta los usuarios menos expertos pueden subir la información que deseen, compartirla para que otros la vean o la descarguen. El uso de Weblogs o blogs, que son

formas estructuradas ordenadas por ítems de fechas donde los usuarios colocan la información, permiten su fácil uso y acceso. (Lopez Santana, 2014)

Permiten la documentación de la información a través de mensajes que puedan hacer para retroalimentar las ideas. También el uso de Podcast, que son como programas de sonido subidos en formato MP3, permite su fácil descarga y acceso a ellos. Aunque son un poco más difícil de usarlos que los blogs, también permiten que estos se puedan compartir con gran facilidad. Los Videocast permiten establecer formatos de videos fácilmente creados por los usuarios para que puedan ser subidos y compartidos por los usuarios. El uso de Wikis, que son espacios donde los usuarios

permiten colocar contenidos o artículos. Además, los puede corregir y editarlos fácilmente para que puedan ser compartidos por otras comunidades de usuarios. Resumiendo, estas herramientas se pueden tener la siguiente analogía:

- Para enterarse de los últimos cambios y novedades de sitios Web preferidos puede utilizar Feeds que son resúmenes de contenidos de una página Web determinada o RSS que son formatos que mantienen actualizados en información a los suscriptores a una red social.
- Si se quiere compartir archivos con imágenes o fotografías se puede utilizar flickr
- Para compartir archivos de sonido o de audio puede utilizar ODEO
- Para compartir videos utilizar YouTube
- Puede crear sitios Web de uso personal a través del uso de Weblogs o Blogs. Puede utilizar para ellos Blogger.
- Puede construir sitios colaborativos para subir texto creando Wikis. Puede utilizar la enciclopedia Wikipedia.

El uso de todas estas tecnologías permite que los usuarios puedan manejar herramientas como apoyo en los servicios de educación, especialmente en lo que tiene que ver con el E-learning y el B-learning. La interacción con los usuarios permite crear una forma de comunicación bidireccional entre el educador y el estudiante, donde los profesores pueden subir los contenidos de las asignaturas, en los formatos que quieran establecer, y los estudiantes puedan descargarlos y retroalimentarlos. Todas estas tecnologías han permitido que se migre hacia la Web 2.0, dejando atrás la utilización de medios tradicionales como los videos en televisión, las audioconferencias convencionales y otras herramientas, como los periódicos y las revistas, que servían como soporte para el desarrollo de las actividades académicas de los estudiantes. La educación a distancia como modelos revolucionarios de las nuevas tendencias y como acceso para la gran mayoría de las personas, especialmente para las más apartadas de los que tienen acceso a las grandes universidades en las ciudades, se ha convertido en un piloto y en un eje del cual giran las nuevas tecnologías que se van incorporando a medida que van surgiendo cambios en Internet.

Los cambios socio culturales en las regiones muestran que el desarrollo de ellas se refleja a través del uso de tecnologías que les permita estar a la vanguardia en el uso de las nuevas técnicas y medios de desarrollo educativo. La educación en línea como medio estrictamente virtual y semipresencial permiten la distribución de la información y de los contenidos a través de canales de difusión, para que sean desarrollados y acomodados a su entorno social. Es por eso que la Web 2.0 permite tomarse como una plataforma virtual donde los estudiantes hagan acceso de ella para intercambio de actividades, de información y de productos desarrollados de acuerdo a la solicitud de los requerimientos hechos en el desarrollo de las asignaturas. Simplemente mantener una estructura a través de la cual se pueda lograr el acceso, es lograr entrar en los medios educativos, ya que el Internet, nos proporciona lo demás. Ahora, las tecnologías que nos soporta la Web 2.0. permiten la flexibilidad en el manejo del desarrollo de los contenidos y de las mismas tecnologías.

La Web 2.0 permite la migración en el uso de diferentes plataformas. El ejemplo más utilizado a través de estas tecnologías es el manejo de la hoja electrónica y el procesador de texto que

proporciona Google. Esta tecnología permite soportar diferentes plataformas para que las actividades puedan ser vistas desde diferentes escenarios. Ya no es impedimento tomar como referencia abrir un simple archivo de texto o una hoja de cálculo; se cuenta con diferentes recursos para poder compartirlo. Así mismo, las tecnologías permiten la migración de entornos diferentes donde simplemente se tiene el uso de la Web 2.0 como el desarrollo de una plataforma que soporta el uso y el ambiente ideal para intercambio de información en diferentes formatos. Se puede etiquetar la información que es subida a una red social.

Metodología. -

Pregunta de investigación. –

¿Se implementan las competencias digitales docentes en la educación de la Universidad Autónoma de Campeche formando profesores 2.0 ?

El presente trabajo es de tipo descriptivo, transversal y analítico. Una encuesta inicial diagnóstica permitió la contextualización del entorno de aplicación, para determinar la familiaridad de los **docentes** con el uso de recursos en internet y el desarrollo de competencias digitales. Se pretende indagar qué tan viable es desarrollar procesos de enseñanza y de aprendizaje en nuestro hacer diario como educadores con el uso del Internet a través del diseño de un curso que fortalezca dichas competencias.

Objetivo. -

Implementar competencias digitales docentes en la educación de la UAC para formar profesores 2.0

Objetivos específicos:

- Determinar cuántos docentes usan la red como ayuda en la práctica docente.
- Utilizar, diseñar, y crear materiales de comunicación y didáctico en entorno web 2.0.
- Comprender las posibilidades y limitaciones de Internet como medio para la mejora de los procesos de comunicación que se establecen en el ámbito de la educación.
- Dotar a los participantes de conocimientos que les permitan explotar los recursos de bajo costo y gran alcance que ofrece Internet.

El presente trabajo es de tipo descriptivo, transversal y analítico. Una encuesta inicial diagnóstica permitió la contextualización del entorno de aplicación, para determinar la familiaridad de los **docentes** con el uso de recursos en internet y el desarrollo de competencias digitales. Se pretende indagar qué tan viable es desarrollar procesos de enseñanza y de aprendizaje en nuestro hacer diario como educadores con el uso del Internet a través del diseño de un curso que fortalezca dichas competencias.

Instrumento de recolección. -

Se elaboró un cuestionario (autoadministrable) en línea de 29 preguntas, cuya elaboración fue apoyada en un consenso de expertos. El cuestionario se aplicó en profesores de diversas escuelas y

facultades siendo distribuido por correo electrónico dando instrucciones de llenado y a través de un formulario de Google para llenar online. Participaron 42 profesores de la Universidad Autónoma de Campeche.

Se recolectaron los cuestionarios y se elaboró una base de datos la cual fue analizada en un programa estadístico S.P.S.S. versión 15.

Para el diseño del instrumento se tomó en cuenta las siguientes variables:

- Variables de entrada. - Datos socio académicos de los alumnos: género, edad, plantel, semestre, grado de estudios.
- Variables de proceso. – uso de la computadora, dominio, frecuencia de curso de actualización, conocimiento y uso de las herramientas web 2.0

Población y muestra

- Población: docentes de nivel medio superior y superior de la Universidad Autónoma de Campeche.
- Muestra: El cálculo del tamaño de muestra se hizo para poblaciones finitas menores de 80 dando un total de 42 sujetos.

Desarrollo. -

La Reforma Integral de la Educación Media Superior (RIEMS) en México, propone una educación basada en competencias, buscando formar jóvenes críticos, reflexivos e innovadores, que interactúen en diversos contextos y contribuyan positivamente con el desarrollo de la sociedad. Al mismo tiempo se busca que el profesor tenga un perfil con el cual desarrolle ciertas competencias. La introducción de la tecnología dentro de las teorías de enseñanza, definiendo la enseñanza como un proceso de desarrollo activo y constructivo (Shulman, L., 1999) muestra el nuevo rol del maestro de una figura autoritaria y de transmisión del conocimiento a ser el facilitador para la construcción del conocimiento. El aprendizaje como “compromiso en la práctica social” (Wenger E, 1998) tiene implicaciones para estudiantes y profesores como formadores de comunidades que practican la tecnología. Esto deberá lograrse dentro de los marcos de evaluación de la calidad de la enseñanza, como una tarea de construir un saber sobre sí misma.

México también tiene que abocarse a la tarea de usar la tecnología con fines pedagógicos y esto a su vez crea una gran gama de opciones de tipo cognitivo. Varias investigaciones muestran que tener al alcance fuentes de información remotas, imágenes, videos, recursos auditivos, facilita los aprendizajes, provoca procesos de organización del pensamiento y de construcción del conocimiento. (Prieto Hernández, 2009)

Estrategia de intervención

Como nunca, las Tecnologías de la Información y la comunicación (TIC) se hacen presentes en la vida cotidiana y atraviesan todas las áreas de la actividad humana a través de nuevos dispositivos tecnológicos. La vida se desarrolla en escenarios poblados sistemáticamente por pantallas, casi nunca sostenidas por una mirada que les otorgue sentido pleno. Estamos ante la presencia de alumnos nativos digitales y es necesario asimilar sus hábitos, integrando la tecnología en el proceso

de enseñanza y aprendizaje en todas las áreas curriculares. El docente se encuentra un paso atrás y tiene que adaptarse si quiere desarrollar competencias en el alumnado de hoy en día.

La Reforma Integral de la EMS reconoce que el fortalecimiento de la práctica docente sólo puede darse en un ambiente que facilite la formación continua y en el que otros actores clave del nivel educativo también se actualicen y participen en la mejora continua de las escuelas. Intentaremos colaborar en el tránsito de este proceso, con el propósito de incorporar contenidos significativos y medios para la apropiación de la tecnología en la escuela por parte de nuestros docentes.

La estrategia de intervención propuesta considera las tendencias actuales en materia de educación y se rige con las disposiciones establecidas en la RIEMS. Lo que se propone en breve, es un curso de capacitación y/o actualización docente, con el cual pretendemos desarrollar mejor las competencias docentes que nos indica la RIEMS, pero sobretodo lograr usar todas las herramientas que tenemos en el aula y fuera del aula, esto anexado a la costumbre actual tanto de alumnos como de profesores del uso diario del Internet y así mejorar las competencias a desarrollar del egresado. Por lo que detallaremos las competencias que se desarrollaran al término del curso propuesto (Tobón, 2007):

Competencias genéricas del perfil del docente y atributos

- Organiza su formación continua a lo largo de su trayectoria profesional.
 - Incorpora nuevos conocimientos y experiencias al acervo con el que cuenta y los traduce en estrategias de enseñanza y de aprendizaje.
 - Se mantiene actualizado en el uso de la tecnología de la información y la comunicación.
- Planifica los procesos de enseñanza y de aprendizaje atendiendo al enfoque por competencias, y los ubica en contextos disciplinares, curriculares y sociales amplios.
 - Diseña y utiliza en el salón de clases materiales apropiados para el desarrollo de competencias.
 - Contextualiza los contenidos de un plan de estudios en la vida cotidiana de los estudiantes y la realidad social de la comunidad a la que pertenecen
- Lleva a la práctica procesos de enseñanza y de aprendizaje de manera efectiva, creativa e innovadora a su contexto institucional.
 - Aplica estrategias de aprendizaje y soluciones creativas ante contingencias, teniendo en cuenta las características de su contexto institucional, y utilizando los recursos y materiales disponibles de manera adecuada
 - Utiliza la tecnología de la información y la comunicación con una aplicación didáctica y estratégica en distintos ambientes de aprendizaje.
- Construye ambientes para el aprendizaje autónomo y colaborativo
 - Favorece entre los estudiantes el deseo de aprender y les proporciona oportunidades y herramientas para avanzar en sus procesos de construcción del conocimiento.
 - Propicia la utilización de la tecnología de la información y la comunicación por parte de los estudiantes para obtener, procesar e interpretar información, así como para expresar ideas.

Resultados

Para conocer las características de los docentes se realizó un diagnóstico socioeducativo, por medio de un cuestionario online. Se realizó la encuesta a 42 profesores de la Universidad Autónoma de Campeche. Del total de encuestados el 42.9%(18) son hombres y el 57.1%(24) son mujeres, con un promedio de edad de 43.6% y una DS de 7.075.

El estudio revela que la mayoría de los encuestados el 65.9%(27) no tiene problemas para trabajar en un equipo de cómputo. Se preguntó acerca del nivel de conocimientos informáticos y la mayoría el 52.4 %(22) se considera en un nivel intermedio. El 53.74%(22) de los profesores piensan que sí es muy necesaria la actualización continua en herramientas Web 2.0, el 36.6% (15) necesaria y el 9.8%(4) regularmente necesaria. En la pregunta ¿qué herramienta prefieren para aprender en un curso?, las 3 opciones que más escogieron fueron el uso de plataformas educativas, uso de videos online con fines educativos y la creación de grupos de trabajo. El 100% de los encuestados cree que el internet si es necesario para la labor docente. El 97.6% (41) de los profesores cree que si es necesario conocer las herramientas Web 2.0 para la realización de actividades docentes. Por último, como dato importante se pregunta si es necesario conocer las herramientas Web 2.0 para la realización de actividades docentes actualmente, el 100% (42) confirmaron con un sí y el 81%(34) afirma que los beneficios de usar la web 2.0 serían la actualización para dar clases y actividades docentes.

Con estos resultados se consensa y se logra consolidar los objetivos formativos y contenidos del curso, se seleccionaron sin orden específico ya que no son co-curriculares consecutivos, los contenidos se pueden aprender por separado pues tienen diferentes objetivos y usos, observando que todos nos llevan a desarrollar las competencias digitales docentes y el logro de un mejor proceso de enseñanza-aprendizaje significativo.

CONTENIDOS POR UNIDAD:

Unidad I.-Creación de grupos de trabajo

- Grupo de Office 365 y Yammer
- Grupo Google

Unidad II.- Administración del tiempo

- Calendario de Google
- Calendario de Outlook

Unidad III.- Almacenamiento online y offline

- OneDrive
- Google docs

- Dropbox

Unidad IV.- Foros de discusión y blogs

- Wikis
- Windows live blog
- Google blog
- Edmodo (microblogging)

Unidad V.- Canal de comunicación

- YouTube y Vimeo



Diseño de una metodología para evaluar. -

Se planea evaluar guiándonos del siguiente cuadro:

CONTENIDOS POR UNIDAD:	COMPETENCIAS A DESARROLLAR	PRODUCTOS	MÉTODOS DE EVALUACIÓN
Unidad I.- Creación de grupos de trabajo			
<ul style="list-style-type: none"> ● Grupo de Office 365 y Yammer ● Grupo Google 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Utiliza la tecnología de la información y la comunicación con una aplicación didáctica y estratégica en distintos ambientes de aprendizaje. ○ Fomenta la auto-evaluación y co-evaluación entre pares académicos y entre los estudiantes para afianzar los procesos de enseñanza y de aprendizaje ○ Diseña y utiliza en el salón de clases materiales apropiados para el desarrollo de competencias. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Creación de un powerpoint con los pasos necesarios para la creación de un grupo de trabajo. ● Realización de un mapa conceptual con las características que un grupo de trabajo tiene ● Creación de grupo en Google, invitar a compañeros de clase y personalizarlo. 	<ul style="list-style-type: none"> ● Rúbrica para presentaciones en power point ● Rúbrica para evaluar Mapa Mental o Conceptual ● Lista de cotejo
Unidad II.- Administración del tiempo			
<ul style="list-style-type: none"> ● Calendario de Google ● Calendario Outlook 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Diseña y utiliza en el salón de clases materiales apropiados para el desarrollo de competencias <ul style="list-style-type: none"> ○ Contextualiza los contenidos de un plan de estudios en la vida cotidiana de los estudiantes y la realidad social de la comunidad a la que pertenecen ✓ Utiliza la tecnología de la información y la comunicación con una aplicación didáctica y estratégica en distintos ambientes de aprendizaje 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Cuadro sinóptico con actividades y eventos que puedas agendar en un calendario virtual. ✓ Power point con pasos para la creación de un calendario virtual. ✓ Invitación impresa del e-mail de compartir calendario y lista de invitados. ✓ Cuestionario de la importancia de administrar el tiempo. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Rúbrica para cuadros comparativos ✓ Rúbrica para presentaciones de power point. ✓ Lista de cotejo de productos entregados. ✓ Rúbrica para evaluar cuestionarios.
Unidad III.- Almacenamiento online y offline			
<ul style="list-style-type: none"> ● OneDrive ● Google docs ● Dropbox 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Se mantiene actualizado en el uso de la tecnología de la información y la comunicación. ○ Fomenta la auto-evaluación y co-evaluación entre pares académicos y entre los estudiantes para afianzar 	<ul style="list-style-type: none"> ● Creación de cuenta en skydrive y carpetas de almacenamiento ● Realización de un mapa mental de lo 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Lista de cotejo

	<p>los procesos de enseñanza y de aprendizaje</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ Contextualiza los contenidos de un plan de estudios en la vida cotidiana de los estudiantes y la realidad social de la comunidad a la que pertenecen 	<p>que se puede realizar en google docs utilizando este programa</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Cuadro comparativo de los almacenamientos en línea y compartirlo en dropbox 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Rúbrica de mapa conceptual ✓ Rúbrica de cuadro comparativo
<p>Unidad IV.- Foros de discusión y blogs</p>			
<ul style="list-style-type: none"> ○ Wikis ○ Windows live blog ○ Google blog ○ Edmodo (microblogging) 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Propicia la utilización de la tecnología de la información y la comunicación por parte de los estudiantes para obtener, procesar e interpretar información, así como para expresar ideas. ○ Contextualiza los contenidos de un plan de estudios en la vida cotidiana de los estudiantes y la realidad social de la comunidad a la que pertenecen ○ Utiliza la tecnología de la información y la comunicación con una aplicación didáctica y estratégica en distintos ambientes de aprendizaje 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Power point con los pasos necesarios para crear un blog y su uso ✓ Creación de blog y proponer un tema de discusión en google blog ✓ Creación de un espacio virtual en edmodo e imprimir hoja de invitados y pag. de inicio 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Rúbrica para presentaciones de power point ✓ Rúbrica para evaluar un blog ✓ Lista de cotejo de productos entregados
<p>Unidad V.- Canal de comunicación</p>			
<ul style="list-style-type: none"> ● YouTube y Vimeo 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Utiliza la tecnología de la información y la comunicación con una aplicación didáctica y estratégica en distintos ambientes de aprendizaje ○ Propicia la utilización de la tecnología de la información y la comunicación por parte de los estudiantes para obtener, procesar e interpretar información, así como para expresar ideas. ○ Contextualiza los contenidos de un plan de estudios en la vida cotidiana de los estudiantes y la realidad social de la comunidad a la que pertenecen 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Creación de un cuadro comparativo de los usos de youtube. ✓ Realización de un video para explicar el uso de Youtube con fines educativos u subirlo a su propio canal. 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Rúbrica de cuadro comparativo ✓ Rúbrica para evaluar un video educativo

Ejemplos de instrumentos de evaluación. –

Rúbrica holística para evaluación del curso.-

EVALUACIÓN-PRODUCTOS ESPERADOS CRITERIOS		
Aspecto a evaluar	Rúbrica (criterios de evaluación)	Ponderación
Participación en clase	<ul style="list-style-type: none"> ● Muestra interés por realizar las actividades especificadas, esto se observa en que pide la palabra para opinar, aportar y dar comentarios. ● Ejecuta las instrucciones que se le piden en clase. ● Realiza la tarea que le corresponde en equipo. ● Contesta lo que se le pregunta. 	20% (Cada indicador vale 5%)
Tareas	<ul style="list-style-type: none"> ● Cumple con la tarea en tiempo y forma. ● Realiza la tarea con contenido satisfactorio. ● Entrega la tarea limpia y en orden. ● Cumple con los requisitos solicitados. 	20% (Cada indicador vale 5%)
Producto	<ul style="list-style-type: none"> ● Cumple con las instrucciones definidas en la rúbrica del producto, que se entrega junto con este plan de evaluación. ● Elabora un producto con limpieza, orden, organización y estructura. ● Cumple con la información solicitada en el producto, responde a las especificaciones que se le pidieron en términos de contenidos. ● Elaboración del producto propia y describe los conocimientos a partir de contribuciones propias que surgen de su análisis y síntesis personales. 	40% (Cada indicador vale 5%)
Portafolio	<ul style="list-style-type: none"> ● Cumple con las especificaciones definidas en la rúbrica del portafolio que se entregará en este plan de evaluación. ● El portafolio está limpio, en orden, con estructura lógica, se entiende su letra y cuenta con los datos básicos. ● La elaboración de portafolio es propia, no lo copio de otros compañeros, lo cual se observa en que sus respuestas son diferentes. ● Los contenidos del portafolio cumplen con las especificaciones solicitadas 	20% (Cada indicador vale 5%)

Discusiones. –

Lo esencial es formar individuos que sepan tener, sepan conocer, sepan hacer, sepan vivir, sepan convivir y sepan ser. Y aquí se agrega una nueva gran tarea docente, un nuevo desafío: es el docente el que tiene que enriquecer Internet para encontrar allí los elementos educativos interesantes para trabajar desde el aula.

Realizar actividades que puedan ser resueltas por los educandos como pueden ser:

- Ampliar con material de dominio público la gran biblioteca que es Internet.
- Publicar artículos de su autoría sobre temas de su inquietud.
- Crear actividades innovadoras que enriquezcan a su vez a otros docentes en particular y a la educación en general.
- Proyectar actividades conjuntas con sus alumnos para llevar a cabo en una web.
- Realizar actividades interescolares de envío epistolar o de intercambios.
- Concursos pautados a realizar por los educandos a través de propuestas proyectadas.
- Organizar eventos educativos en línea.
- Brindar teleconferencias sobre temas de interés y con posibilidad de preguntar y resolver inquietudes mediante chat en simultaneidad.
- Intervenir u organizar foros de opinión.

El estudio de Pantoja Rodríguez (2012), plantea que los recursos de la Web 2.0 permiten proyectar la información de una forma más amena de una comunidad educativa, promoviendo así la difusión del conocimiento y la interacción de los miembros de las instituciones, coincidimos en que la mayoría de los docentes de ambas instituciones tienen un dominio básico-medio en cuanto al manejo de los recursos informáticos, sin embargo, su conocimiento es escaso en la aplicación durante el proceso educativo.

También coincidimos con el estudio de Díaz de Cossío Priego (2017) donde en sus resultados plantean que existe un gran reto que se presenta en educación en la inserción curricular de las diversas tecnologías y medios que van apareciendo. Y donde afirma que el profesor debe aprovechar las diversas modalidades de uso que se desprenden de estas tecnologías en cuanto a su aplicación e interacción desde lo instrumental y lo social.

Conclusiones

De acuerdo a los resultados obtenidos en las encuestas del diagnóstico aplicado, podemos observar que la mayoría de los profesores cuentan con una maestría, tienen acceso a un equipo de cómputo y reportaron un dominio regular en el uso del mismo. El 80% de los encuestados sí usa una computadora para impartir sus clases. Lo más relevante es que el 90% cree que es necesario conocer las herramientas de comunicación en internet para ayuda en el desempeño de las clases.

Están de acuerdo que deben tener una actualización continua en conocimientos de internet y están dispuestos a tomar más de dos cursos relacionados con esto. Se espera informar con

brevedad a las autoridades de los resultados obtenidos para que conozcan y apoyen esta propuesta de mejora docente, y se logre la implementación del curso propuesto, si esto se lleva a cabo, los docentes participantes obtendrán recursos tanto didácticos como las herramientas necesarias para poder dar sus clases usando las TIC en el aula y fuera de ella, siempre observando y guiando a los alumnos en el desarrollo de competencias y en el uso adecuado de estas tecnologías para el beneficio de ellos mismos, así como fortalecer la práctica pedagógica. Debemos ser conscientes que la tecnología atrae a los estudiantes y hace que aprendan disfrutando, la computadora tiene un poder motivador pero no significa que siempre aprendan cosas importantes. La idea de reflexionar que la tecnología a veces no es suficientemente utilizada para la educación por que los profesores son resistentes a los cambios tecnológicos o por falta de capacitación o conocimientos de las herramientas que se encuentran en internet se está solucionando poco a poco con este tipo de propuestas que benefician tanto al profesor como al alumno.

Innovando en nuestra labor docente el uso de las herramientas web 2.0 en nuestras clases se logrará captar mejor la atención de los alumnos, que fortalezca considerablemente el desarrollo de competencias digitales, la aprehensión de conocimiento y el enriquecimiento cognitivo, así como también el aprendizaje colectivo.

Referencias bibliográficas

- Díaz B., A. (1985). Didáctica versus tecnología educativa, En Tecnología Educativa. Querétaro, México: Universidad de Querétaro.
- Díaz de Cossío P., S. X. y Negrete V., S. K. (2017). Experiencias en el desarrollo de competencias digitales para la gestión del conocimiento en un equipo multidisciplinario de Nivel Superior. Las competencias y la gestión del conocimiento (pp. 127-146). Recuperado en línea: https://scholar.google.com.mx/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=D%C3%ADaz+de+Coss%C3%ADo+Priego+%282017%29&oq=D%C3%ADaz+de+C
- Cardenal M., L., ¿Para qué valen las Web 2.0?, H.H. Maristas, Badajoz. Consultado: Julio 2018. En línea <https://goo.gl/g9fy9w>
- García C., J. A. (abril de 2008). Identificación Del Uso De La Tecnología Computacional De Profesores Y Alumnos De Acuerdo A Sus Estilos De Aprendizaje. Revista de Estilos de Aprendizaje, 1(1), 1- 2.
- López S., M. (30 de mayo de 2014). Herramientas de la web 2.0 en el proceso educativo. Obtenido de la web 2.0 en la educación: <http://marialopezsantana.blogspot.mx/>
- Moreta, R. (1996). Conferencia Regional sobre Políticas y Estrategias para la Transformación de la Educación Superior en América Latina y El Caribe. "Arte, Comunicación E Informatica" Conocimiento y uso de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación. (pág. 1). La Habana, Cuba: arteUna.

- Ortega, O. (2007). Cambios psicológicos y sociales en la adolescencia, (1 ed.). Editado por la UPN, para la especialidad en Competencias.
- Pantoja R., M. Y. y Yandun M., O. (2012). Diseño e implementación de un curso virtual de herramientas Web 2.0 con los docentes de las Instituciones Educativas del municipio de Pasto que participan en el proyecto sistema Tecnológico. Recuperado de: <http://biblioteca.udenar.edu.co:8085/atenea/biblioteca/85570.pdf>
- Prieto H., A. M. (2009). Educación y Tecnologías de la información y comunicación. Paquete didáctico. Selección de textos para ser utilizados con fines didácticos, Universidad Pedagógica Nacional. México.
- Ramírez, E. M. (s.f.). Modelos De Aprendizaje L. Colegio De Estudios Maestría En Docencia Y Gestión De Posgrado De La Ciudad De México Institucional.
- Shulman, L. (1999). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. Learners and Pedagogy.
- Tobón, S. (2007). Formación Basada en Competencias. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- Tobón, S. (2008). La formación basada en competencias en la educación superior: el enfoque complejo. Curso Iglú 2008, Universidad Autónoma de Guadalajara, México.
- Vargas H., o. O. (2014). Enseñanza de la geometría a través del triángulo inscrito en el círculo, mediado por las tecnologías de la información y la comunicación, estudio de caso de la institución educativa Horacio Muñoz Suescún. Universidad Nacional De Colombia, Facultad De Ciencias. Wenger E. (1998). Communities of Practice: Learning, Meaning, and Identity. Obtenido de Cambridge University Press.
- Yazon, J., & Mayer-Smith, J. y. (2002). Does the medium change the message? The impact of a web-based genetics course on university students' perspectives on learning and teaching. Computers & Education.
- Acuerdo 442. Diario Oficial de la Federación, viernes 26 de septiembre de 2008.
- Esc. Prep. Dr. Nazario Víctor Montejo Godoy. (s.f.). Esc. Prep. Dr. Nazario Víctor Montejo Godoy. (U. U. Campeche, Productor) Recuperado el 20 de febrero de 2018, de <https://nvmg.uacam.mx/> en línea.
- Maestros del Web. (15 de agosto) de 2009). Web 2.0 ¿Reconfiguración Tecnológica o Social?, obtenido de <http://www.maestrosdelweb.com/web-20-reconfiguracion-social-o-tecnologica/>
- SEP, Secretaría De Educación Pública. (Septiembre de 2015). Obtenido de en línea: <https://www.sep.gob.mx/work/models/sep1/Resource/7aa2c3ff-aab8-479f-ad93-db49d0a1108a/a447.pdf>
- UAC, (Septiembre, 2015). Universidad Autónoma de Campeche. Recuperado el 20 de febrero de 2018, de http://www.uacam.mx/?modulo=paginas&acciones=ver&id_pagina=ekNZ
- UNESCO-Competencias y estándares TIC desde la dimensión pedagógica: Una perspectiva desde los niveles de apropiación de las TIC en la práctica educativa docente <http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/FIELD/Santiago/pdf/Competencias-estandares-TIC.pdf>

