

# LOS NUEVOS RETOS DE LA EDUCACIÓN



Educación 4.0, industria 4.0,  
competencias y gestión  
del talento humano para  
una sociedad en  
constante transformación

Editorial  
**Corporación  
CIMTED**

ISBN: 978-958-52097-4-9

**1** EDICIÓN  
EDITADO  
EN COLOMBIA  
SEPTIEMBRE  
2019



## **Página legal**

**Título de la obra:** Los nuevos retos de la educación

Subtítulo: Educación 4.0, Industria 4.0, competencias y gestión del talento humano para una sociedad en constante transformación

**ISBN:** 978-958-52097-4-9

**Materia:** Educación

**Tipo de Contenido:** ciencia y tecnología

**Serie:** CITICI

**Público objetivo:** Enseñanza universitaria o superior

**Idioma:** Español

**Editor:** Centro Internacional de Marketing Territorial para la Educación y el Desarrollo  
CIMTED

**NIT:** 811043395-0

**Edición:** primera

**Sello editorial:** Corporación Centro Internacional de Marketing Territorial para la Educación y el Desarrollo (978-958-52097)

**Tipo de soporte:** Digital descargable Formato: Pdf/A (.pdf)

**Tipo de contenido:** Texto (legible a simple vista)

Los artículos que lleva el presente libro fueron evaluados bajo la modalidad de doble ciego, por los pares evaluadores de la Corporación CIMTED.

## **Comité Académico y Científico:**

Phd. Sergio Tobón

Phd. Reynier Israel Ramírez Molina

Phd. Helmer Muñoz Hernández

Phd. Andrés de Andrés Mosquera

Mg. Roger Loaiza Alvarez

Dra. Vivian Aurelia Minnaard

Dra. María Lorena Serna Antelo

Dra. Judith Francisco Pérez

Dra. Carolina Soto Carrión

Dr. Martín Gabriel De Los Heros Rondenil

Dr. Javier Darío Canabal Guzmán

Dr. Francisco Javier Maldonado Virgen

Dr. Francisco Jaime Arroyo Rodríguez

Dr. Álvaro Hernán Galvis Panqueva

Dr. Alex William Slater Morales

Dr. Alejandro Valencia Arias

## 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 supervivirán 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

### **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 diferente 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:

Sistematizar una experiencia o realizar un artículo de revisión o reflexión en torno a alguna de las temáticas del Congreso.

Preparar y presentar un artículo académico al congreso, preferiblemente elaborado mediante análisis documental.

Presentar experiencias o reflexiones sobre la formación y gestión del talento humano en alguna de las modalidades de participación.

Después del congreso, y en manera opcional, hacer los ajustes necesarios para la publicación del artículo o aporte presentado.

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 NTCI.

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.

## Tabla de contenido

<b>PÁGINA LEGAL.....</b>	<b>2</b>
<b>COMITÉ ACADÉMICO Y CIENTÍFICO:.....</b>	<b>2</b>
<b>PRESENTACIÓN.....</b>	<b>3</b>
<b>OBJETIVOS.....</b>	<b>4</b>
OBJETIVO GENERAL:.....	4
OBJETIVOS ESPECÍFICOS:.....	4
<b>METODOLOGÍA.....</b>	<b>4</b>
<b>DIRIGIDO A.....</b>	<b>4</b>
<b>TABLA DE CONTENIDO.....</b>	<b>6</b>
<b>LA EDUCACIÓN 4.0: TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN.....</b>	<b>7</b>
DE LOS SABERES TECNOLÓGICOS.....	8
<b>EL DOCENTE EN LA SOCIEDAD DE LA INFORMACIÓN.....</b>	<b>19</b>
PRISMA: EL DESAFÍO DE LA TELESALUD EN ESCENARIOS DE APRENDIZAJE BASADOS EN TIC.....	20
<b>COMPETENCIAS DOCENTES PARA LA EDUCACIÓN Y LA FORMACIÓN.....</b>	<b>31</b>
SEGURIDAD DEL PACIENTE EN LOS PLANES DE ESTUDIO DE LA UNIVERSIDAD DE QUINTANA ROO.....	32
DESARROLLANDO COMPETENCIAS DIGITALES DOCENTES EN LA UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CAMPECHE: FORMACIÓN DEL PROFESOR 2.0.....	59
LA EVALUACIÓN SOCIOFORMATIVA EN EL AULA DE MATEMÁTICAS: CASO DE ESTUDIO.....	76
<b>GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO Y EL ENTORNO SOCIAL.....</b>	<b>87</b>
PATRIMONIALIZACIÓN DEL PAISAJE COTIDIANO (CULTURAL Y URBANO).....	88
<b>LA INDUSTRIA 4.0.....</b>	<b>104</b>
CLASIFICACIÓN DE OBJETOS A TRAVÉS DE MOMENTOS INVARIANTES Y DESCRIPTORES DE BORDES.....	105
COMPARACIÓN DE TÉCNICAS ACTUALES Y FUTURAS DE EVALUACIÓN ERGONÓMICA APLICANDO EL MÉTODO RULA.....	124
ESTIMACIÓN DE LOS ÁNGULOS DE ROTACIÓN E INCLINACIÓN EN ENSAMBLE “PEG IN HOLE” MEDIANTE LÓGICA DIFUSA.....	140
EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL VÍNCULO LABORAL EN EL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO DE APRENDICES DE MANUFACTURA EN EL SENA – CENTRO METALMECÁNICO.....	160

## 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 y 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.

## La Educación 4.0: Tecnología e Innovación



## De los saberes tecnológicos

Rómulo Andrés Gallego Torres, Universidad Manuela Beltrán, Colombia  
Rómulo Gallego Badillo, Colombia

### Sobre los autores

**Rómulo Andrés Gallego Torres:** Rómulo Andrés: Comunicador Social, Profesor investigador en E-learning, comunicación digital, nuevos modelos edu-comunicativos, nuevas narrativas digitales, diseñador gráfico, Magister en Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación y doctorando en educación. Se ocupa de enseñar en universidades de Bogotá, todo lo que tiene que ver con las TIC, e-learning y comunicación digital. Actualmente se desempeña como profesor de la maestría en Transmedia de la Universidad Manuela Beltrán, de Bogotá. Profesional experto en el desarrollo de soluciones digitales, he desempeñado los roles docente universitario en la Universidad Cooperativa de Colombia, Universidad de la Sabana, Fundación Universitaria Los Libertadores y la Universidad Sergio Arboleda; además he sido Diseñador y desarrollador web en la Universidad Central de Colombia, Web Master en la Universidad Católica de Colombia, Director de desarrollo de soluciones web en Link IT, y asesor de desarrollo web en varias Pymes en Bogotá y Cundinamarca.

**Correspondencia:** [andresgallegot@gmail.com](mailto:andresgallegot@gmail.com)

**Rómulo Gallego Badillo:** Licenciado en Ciencias de la Educación, con Estudios Principales en Química (1974), y Magister en Educación de la Universidad Pedagógica Nacional. Estudios de Doctorado Rerum Naturae de la Universidad Técnica de Viena (Austria), no culminados. Laboró como profesor de planta, tiempo completo, Categoría de Profesor Titular, en la Universidad Pedagógica Nacional, a lo largo de treinta y ocho años. Es cofundador del Congreso Internacional sobre Formación de Profesores de Ciencias, que se celebra en Bogotá cada dos años y acaba de realizarse la novena versión, de la misma manera, de la revista Tecné, Episteme y Didaxis, de la Facultad de Ciencia y tecnología de la Universidad Pedagógica Nacional. Es autor de artículos en revistas especializadas como Educación Química, Educación y Educadores, Ciência & Educação, Enseñanza de las Ciencias, Campo Abierto. Revista de Educación, Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias. Ha escrito y publicado libros como Corrientes constructivistas, Discurso constructivista sobre las tecnologías, Discurso constructivista sobre las ciencias experimentales y demás.

**Correspondencia:** [rgallego@pedagogica.edu.co](mailto:rgallego@pedagogica.edu.co)

### Resumen

En las últimas décadas la evolución tecnológica ha transformado sustancialmente la manera en que las personas se comunican, se informan y socializan: internet ha transformado en gran medida los papeles y la cotidianidad de muchas personas, principalmente en las áreas sociales, educativas, y económicas, transformando la forma en que nos vemos y como vemos el mundo. En este sentido, Martínez Ojeda afirma:

Las sociedades se han dinamizado vertiginosamente a raíz del impacto de las nuevas redes de información y comunicación que enlazan el mundo en centros y periferias. Estas han transformado el concepto de tiempo y espacio, produciendo, asimismo, nuevas formas de organización de las interacciones sociales. (pág. VI)

Y con esto, estamos inmersos en la Aldea Global. En este sentido, Ayala sostiene que "the global village es el mundo visto como una comunidad en la cual la distancia y el aislamiento han sido dramáticamente reducidos por los medios y la tecnología" (pág. 13). En consecuencia, las

barreras espaciotemporales se han desvanecido y todo fluye sin limitaciones. A partir de esto, nace el ciberespacio como un lugar donde se desarrollan conceptos como la inteligencia colectiva, democracia planetaria, participación efectiva de todos. En esta ponencia se realizará una pequeña reseña histórico-pedagógica de las TIC y como han ayudado a la transformación del proceso de enseñanza-aprendizaje.

**Palabras clave:** Comunicación, TIC, Inteligencia colectiva, ciberespacio, educación, Educación digital.

## Of technological knowledge

### Abstract

*In recent decades, technological evolution has substantially transformed the way people communicate, inform and socialize: the internet has greatly transformed the roles and daily life of many people, mainly in the areas Social, educational, and economic, transforming the way we see and how we see the world. In this sense, Martínez Ojeda says:*

*Societies have been rapidly energized as a result of the impact of the new information and communication networks that link the world in centers and peripheries. These have transformed the concept of time and space, also producing new forms of organization of social interactions. (p. VI)*

*And with this, we are immersed in the Global village. In this sense, Ayala argues that "the Global village is the world seen as a community in which distance and isolation have been dramatically reduced by the media and Technology" (p. 13). As a result, the temporal barriers have vanished, and everything flows without limitations. From this, cyberspace is born as a place where concepts such as collective intelligence, planetary democracy, effective participation of all are developed. This paper will carry out a small historical-pedagogical review of ICTS and how they have helped to transform the teaching-learning process.*

**Keywords:** Communication, ICT, Collective intelligence, Cyberspace, education, E-learning

### Introducción

Las tecnologías han participado activamente en la transformación de ser humano y de sus sociedades, desde nuestros ancestros que por medio de tecnologías básicas (herramientas de piedra o madera), fueron conformando un nuevo contexto social y cultural, es sabido que, gracias a esto, los humanos fueron transformando su cotidianidad, pasando de ser simples recolectores nómadas, a cazadores y luego, con la aparición de la agricultura, sedentarios, constructores de sociedades avanzadas.

En ese sentido, estas herramientas se fueron convirtiendo en parte constituyente de su ser, y han evolucionado hasta la tecnología digital que rodea nuestras vidas, y que, para algunos, no podrían vivir sin ella, en ese sentido Zhu, Guo & Hu (2012) afirma:

Hoy en día la tecnología de la información y comunicación forma parte de la vida cotidiana de los individuos como resultado de su rápido desarrollo, llegando a ser un recurso principal en la resolución de problemas y dificultades que estos afronten cotidianamente. (Seifert, Hervás-Gómez, & Toledo-Morales, 2019).

En consecuencia, todo fluye sin limitaciones, a partir de esto, nace el ciberespacio, como un lugar, donde se desarrollan conceptos como la inteligencia colectiva; democracia planetaria, participación efectiva de todos, en ese sentido, Lévy (1999) afirma que:

El desarrollo de la comunicación asistida por ordenador y de las redes digitales planetarias aparecería como la realización de un proyecto más o menos bien formulado: el de la constitución deliberada de nuevas formas de inteligencia colectiva, más flexibles, más democráticas, fundadas sobre la base de la reciprocidad y del respeto a las singularidades. En (Olliver, 2016)

Asimismo, se da inicio a la sociedad de la información, y el ciberespacio pasó de ser un [no-lugar], descrito por Manna (2010) *como espacios instantáneos con historias fugaces y evanescentes* (pág. 104) a ser un [lugar] antropológico (Augé, 1992) *vital para la constitución de nuestra historia y nuestra identidad, configurador de lugar de memoria* (Manna, 2010); esto implica, que el ciberespacio es un “espacio nuevo” donde las personas socializan, se comunican, y “viven”, dejando de ser un ambiente «virtual», para ser algo real.

Por otro lado, se encuentran estudios que muestran que esta mirada utópica no es la constante, la dinámica de la modernidad líquida es de cambios abruptos, según Zygmunt Bauman (2004) *Ya no toleramos nada que dure* (pág. 19), dando como resultado sentimientos de fracaso, en ese sentido Augé (1992) afirma (...) *la historia se acelera. Apenas tenemos tiempo de envejecer un poco que ya nuestro pasado se vuelve historia, que nuestra historia individual pasa a pertenecer a la historia* (pág. 33).

Asimismo, McLuhan (en Jofré, 2000) advertía de estas dificultades afirmando *que las personas estaban viviendo en este mundo irracional, instantáneo, inmediato (...) En la aldea global eléctrica la gente sabe demasiado, y ya no hay lugar donde esconderse.* (pág. 158).

A partir de estos fenómenos los modelos de comunicación en la vida cotidiana se han transformado y la forma en que aprendemos es más dinámica y colectiva, pero es importante revisar primero como la tecnología ha transformado los procesos sociales y de enseñanza-aprendizaje a través de la historia, y con esto responder la pregunta ¿cómo se articuló la comunicación, y sus diferentes tecnologías, con la educación?

## **1. Metodología**

La investigación se realizó desde el paradigma cualitativo, en ese sentido, este (...) *no se acerca al fenómeno con una teoría estructurada. Por el contrario, parte desde un acontecimiento real acerca del cual pretende construir un concepto.* [ CITATION Are06 \l 9226 ] , en el caso de esta investigación se realizará un análisis documental de los trabajos e investigaciones en referencia a la didáctica y la comunicación en la educación virtual desde el método.

Se utilizará el método analítico, Gutiérrez-Sánchez (1990, p.133) lo explica como aquel que distingue las partes de un todo y procede a la revisión ordenada de cada uno de los elementos por separado, además se realizara desde la inducción ya que se analizarán casos particulares para llegar a una conclusión

## **2. TIC y Sociedad**

El conocimiento tecnológico ha estado directamente relacionado con el desarrollo y las transformaciones de la sociedad; por ejemplo, el desarrollo de la imprenta, realizado por Gutenberg en el siglo XV, dio inicio a la primera sociedad del conocimiento, ya que, gracias a este avance los libros se masificaron y democratizaron, logrando que llegaran con menores precios y mayor alcance a la población, en ese sentido, Elizabeth Eisenstein afirma: (...) *que la de la imprenta fue una «revolución no reconocida» y que las exposiciones tradicionales sobre el*

*Renacimiento, la Reforma y la revolución científica subestimaron su papel como «agente de cambio»*(1994), por otro lado, Briggs y Burke afirman: (...) *Más realista sería ver en la imprenta (...) más un catalizador que contribuye a los cambios sociales que el origen de estos* (2002).

En ese sentido, es importante aclarar que esta [revolución] fue posible, no por el objeto en sí, la imprenta, sino por el contexto social y cultural de la época, que hizo posible que germinaran estos cambios, que a la postre llevarían a que la sociedad fuera más educada, y con esto, el pensamiento se transformara, primero en el renacimiento (siglos XV y XVI) y luego en el enciclopedismo y la revolución industrial (siglo XVIII y XIX).

Al respecto, Febvre afirma que la imprenta se convertiría en el más eficaz y veloz cauce de difusión del pensamiento que ha conocido la historia de la Humanidad hasta nuestro tiempo (Armillas, 2012, pág. 13), con esto, se transformaron los hábitos de consumo de información, antes restringidos solamente a los conventos y universidades, en palabras de Eisenstein *en un principio, los impresores contribuyeron al avance de las disciplinas no tanto porque vendieran obras nuevas como porque facilitaban a los lectores individuales el acceso a más información.* (Eisenstein, 1994, pág. 115).

A continuación, al incursionar la energía eléctrica en la vida cotidiana, la producción de artefactos creció significativamente, un hito importante fue la aparición del telégrafo (1836), al ser el primer invento comunicativo desarrollado gracias a la electricidad, iniciando la revolución de las comunicaciones; en ese sentido Azinian (2009) afirma: *La invención de Morse es señalada (...) como el origen de la revolución de los medios electrónicos y la digitalización.* El mismo hito es tomado por el Instituto Smithsonian como comienzo de la era de la información gracias a que este desarrollo nos permitió la instantaneidad de la información, ya no era necesario esperar días o semanas, para conocer los sucesos que acontecían en tierras lejanas, en palabras del Marqués de Salisbury (1889):

Había «reunido a toda la humanidad en un gran avión desde donde se puede ver todo lo que se hace y oír todo lo que se dice y juzgar toda política que se persiga en el mismo momento en que tales acontecimientos tienen lugar». Citado por (Briggs & Burke, 2002, pág. 154).

A partir del desarrollo de telégrafo, las investigaciones se encaminaron a la construcción de un sistema de comunicación que transmitiera sonidos, dando como resultado la invención del teléfono, con esto, ya no solamente se enviaban puntos y rayas, sino que era posible hablar, al instante, con otras personas, en ese sentido, Park Benjamin en su obra *The age of electricity* (1887) se aproxima al concepto de lo que sería la radio, él afirmó: *«Hablará con nuestra voz a centenares de millas de distancia [entonces se estaba aún muy lejos de tal cosa]. Registrará los votos que cambien el destino de una gran nación o grabará la música de la última melodía popular»* citado por (Briggs & Burke, 2002).

Es importante acotar, que gracias al teléfono se rompieron las barreras de espacio, y con esto, las ciudades empezaron a transformarse, ya que los dueños de las fábricas podían vivir en los suburbios, he impartir ordenes desde su casa, el teléfono es la primera tecnología de la comunicación que transformo la sociedad, ya que rompió las reglas urbanísticas, los barrios unigremiales, característicos del siglo XIX, desapareciendo y se descentralizó la industria, en ese sentido Ithiel De Sola Pool afirma:

Un negocio podía instalarse cerca de los clientes en vez de al lado de sus competidores. Y, lo que era igualmente importante, se podía pagar un alquiler más bajo trasladando el local

fuera del centro o al final de la calle, a uno de los nuevos rascacielos, sin perder por ello el contacto. (De Sola Pool, 1992, pág. 86)

La radio (1894) inició la cultura de masas, nace como evolución del teléfono, ya que transmitía la voz humana, si necesidad de cables, lo que abarato su uso y permitió que fuese el medio con el cual las familias se reunían para informarse o entretenerse, en ese sentido Ithiel De Sola Pool (1992) afirma:

(...) que la radio se había convertido en el medio de entretenimiento hogareño para la primera generación en la que de un tercio a la mitad de la población no eran habitantes de por vida de una comunidad a la que pertenecían por herencia. (pág. 87).

Y esto era así, gracias a que por medio de la radio los emigrantes podían informarse de los sucesos de la comunidad donde residían, ya que no conocían a nadie, y de la comunidad de la que venían.

A partir del surgimiento de la televisión (1925), en las sociedades del primer mundo, la radio paso de ser la fuente número uno de entretenimiento a ser una red de información, mientras en las sociedades rurales, hasta finales del siglo XX, la radio siguió siendo el compañero inseparable en las labores cotidianas, donde de forma íntima era informado y entretenido, imaginando mundos extraños, dándole imagen a las historias que escuchaba, en ese sentido Marshall McLuhan (1996, pág. 310) afirma:

(...) sólo el sonido de una obra de teatro, tendríamos que completar todos los sentidos no solamente la vista de la acción., y esto era posible gracias a que no era necesario tener electricidad, solamente un par de baterías, para poder conectarse con la realidad del mundo y sus narraciones.

En el campo educativo la radio fue el primer medio masivo, que se articuló con los procesos de aprendizaje, ya que con anterioridad el magnetófono, y el fonógrafo había entrado al aula de clase, como herramientas para el apoyo del proceso de enseñanza – aprendizaje, y como complemento de las clases discursivas de los profesores, en ese sentido, la radio educativa fue diseñada para apoyar la educación presencial, por medio de programas, donde se reforzaba lo aprendido en el aula, más adelante, se fue independizando, un ejemplo sucedió en Colombia, donde por medio del programa de Bachillerato por Radio, se logró que miles de campesinos se graduaran en educación media (Bachillerato), en ese sentido RA Gallego-Torres (2016) afirma:

Pero hablando de las TIC en la educación un referente importante en Colombia, en la década del 70 y 80, (...) fueron la implementación del bachillerato por radio, ejemplo en América latina, el cual consistía en recibir las clases por medio del aparato de radio y recibían los trabajos y textos por medio del correo, este sistema fue de gran ayuda para la graduación oportuna de muchos campesinos colombianos, lastimosamente este sistema fue desmontado.

Gracias a este programa, la educación a distancia presentó un auge en América Latina, se pudo lograr una democratización de la educación y se logró una media de alfabetización alta, para los estándares de cada uno de los países de la región, pero poco a poco fueron siendo desmontadas, por las políticas neoliberales y la privatización de los medios de comunicación masiva, además, de la pérdida de fuerza de los medios públicos.

Por otro lado, el cinematógrafo dio un impulso significativo a la utilización de TIC en el aula, ya que permitió la utilización de imágenes en movimiento en el aula de clase, ya era posible, que los alumnos no solo imaginaran, por medio de los relatos auditivos o las lecturas, los escenarios donde había ocurrido los hechos históricos, sino que podían verlos, y escuchar a los protagonistas, empieza la industria documental.

En ese sentido, Del Pozo (1997) comentó como Alexis Sluys organizó la primera sesión demostrativa en 1908, en la Escuela Normal de Bruselas y ante un numeroso público, proyectándose sendas películas sobre Egipto y la aviación, que fueron explicadas y comentadas por dos profesores especializados; con esto los niños dejaron de ser habitantes de sus pequeñas ciudades, donde conocían lo necesario, para ser habitantes de un mundo, que se mostraba ante ellos, por medio de imágenes en movimiento y sonidos, logrando una inmersión nunca antes vista, y solo superada, con la aparición de la realidad virtual en el siglo XXI, con esto, eran parte de la historia, en palabras de Alicia Salvador Marañón (2002)

La educación, a su vez, debía hallarse fuera de las aulas, la sociedad ofrecía multitud de información y el mejor medio de conocerla era integrándose en ella y en el momento que no era posible esa integración el cinematógrafo venía a suplir la visita directa, colocando ante los ojos del espectador la reproducción exacta (pág. 44).

Por su parte, la televisión, en un inicio, cuando era pública, se enfocó en dos pilares, el primero fue el entrenamiento y el otro fue el educativo, que permitieron que la información fluyera de una manera más rápida y llegara a más personas.

Es importante mencionar que este medio empieza su auge en plena Segunda Guerra Mundial, gracias a que las grandes cadenas de esa época en Estados Unidos, NBC y CBS, empiezan a transmitir programas frecuentes, poco a poco, la televisión se fue internando en las salas de las familias, en ese sentido, la aparición de la cinta de video magnética, logro que la televisión ya no fuera solo en vivo, y con esto, las programadoras podían difundir contenido, ahora o en cualquier momento y en cualquier lugar [ CITATION Bri02 \l 9226 ], dando inicio a la industria del entretenimiento en casa.

A su vez, se dan pasos importantes en la utilización de la televisión en el ámbito educativo, en 1969 se transmite por primera vez *Sesame Street* (Plaza Sésamo en Latinoamérica), que, aunque era comercial, entretenía y ayudaba en la enseñanza de los niños de edad preescolar, ya que, tenía segmentos de lectura, matemática, etc., este programa ha sido un éxito en todo el mundo y aun se transmite, manteniendo los principios con los que fue iniciado, entretener y educar.

La caja mágica transformo la cotidianidad de la sociedad siendo un gran apoyo en los procesos de aprendizaje, teniendo en cuenta sus propósitos iniciales que eran: informar, entretener y educar, lastimosamente el auge de la televisión privada y la pérdida de fuerza y dinamismo de la televisión pública, hicieron que se perdiera este tecnofacto, y su uso en procesos de aprendizaje, poco a poco fuera desapareciendo.

A mediados del Siglo XX empieza el mayor auge tecnológico de la historia, gracias a los desarrollos realizados durante las dos guerras mundiales (1914-1945), y luego la Guerra Fría (1945 - 1990), que gradualmente se liberaron a la sociedad, y se integraron en la cotidianidad de las personas, el más importante fue el desarrollo del computador personal; basados en los conceptos de Alan Turing (1912 - 1954), pionero de la inteligencia artificial, a la par, de los proyectos militares; a partir de esto, surgen teorías que contribuyeron al desarrollo tecnológico, por ejemplo, la teoría de sistemas, que fue el fundamento de la teoría de redes, teoría de conjuntos, teoría de juegos, etc., en ese sentido, Azinian (2009) afirma:

Dicha teoría-término utilizado en un sentido amplio cercano al de paradigma- es un campo interdisciplinario que busca una forma sistemática y científica de aproximación y representación de la realidad desde una perspectiva holística e integradora, en la que lo importante son las relaciones y los conjuntos su evolución gracias a la miniaturización de sus elementos principales, entre ellos los procesadores, que gracias a la utilización del silicio, cada vez son más pequeños, a partir de esto, el tamaño de estos artefactos se fue reduciendo y sus precios disminuyeron considerablemente, logrando que se popularizaran entre el público.

Simultáneamente, se desarrolla, por parte de las fuerzas armadas estadounidenses, el proyecto Arpanet, que fue concebido como un medio de almacenamiento de información, en caso de que un ataque nuclear destruyera parte de la infraestructura militar y civil, a partir de este proyecto, Tim Berner-Lee (1989), desarrolla el *Hypertext Transfer Protocol* - HTTP y el *Hypertext Markup Language* - HTML, bases fundamentales de la WEB, como un espacio libre, donde las personas podían buscar y adquirir la información. Su continuo desarrollo, modificó la sociedad y su cultura, es aquí, donde comienza a constituirse lo que Marshall McLuhan (1989) llamó “La aldea global”, donde las fronteras desaparecen y el mundo se transforma en una sola entidad que comparte y produce información, en palabras de Alberto Arévalos [ CITATION Zan08 \l 9226 ]:

(...) el poder de la tecnología ha hecho posible la revolución que permite juntar amigos perdidos por el mundo, intercambiar fotos de los nietos con los abuelos que viven en otra ciudad u otro país, hacer de cada uno de nosotros un Gutemberg, convirtiéndonos, a todos, en miembros plenos de la Aldea Global. [CITATION Zan08 \p 13 \n \y \t \l 9226 ].

A partir de esto, la WEB inicia un crecimiento inimaginable, nacen los primeros navegadores, se crea el correo electrónico, que empieza a transformar los modelos comunicativos, ya que, se pasa del modelo de comunicación de masas, uno a muchos, al modelo que actualmente tenemos, donde a la vez puede ser uno a uno, uno a muchos, muchos a uno, etc., dando como resultado a la red social, más conocida como la web 2.0.

En sus inicios, la red social estaba cimentado en los blogs, espacios digitales donde cualquier persona podía escribir sobre cualquier tema, al igual, podía compartirlo con sus amigos y estos podían opinar sobre el tema, complementar la información o realizar críticas sobre el asunto, con esto se comienzan a generar redes digitales interconectados que transformarían, en muchos sentidos, la sociedad *pasando de hipertexto entendido como una estructura de documentos interconectados sino de una red de usuarios interactuando entre sí mediatizados por documentos compartidos y dispositivos de comunicación*. [CITATION Sco08 \p 93 \l 9226 ].

Con la aparición de la Web 2.0 nace la cultura de las redes sociales, las cuales se caracterizan por ser plataformas en donde los usuarios crean y consumen contenidos de valor, para cada uno de ellos y su comunidad, transformándose de simples espectadores pasivos, que simplemente consumían información, a productores de esta, y a ser partícipes en la construcción de nuevas realidades, la sociedad dejó de ser un actor pasivo que veía pasar su vida, y ahora gracias a la redes sociales, construye su futuro, no solitariamente sino en comunidad.

En ese sentido, las redes sociales se convirtieron en un fenómeno sociocultural, que transformó la economía, la educación y las industrias culturales, y sobre todo, la forma en que nos comunicamos, estos servicios web permitieron romper las barreras espaciotemporales, fueron más allá que el teléfono, tecnofacto que pudo romper la barrera del espacio físico en el siglo XIX, ya

que lograron, que la comunicación no fuera sincrónica, ya no necesitábamos estar al mismo tiempo, ni en mismo lugar, para poder conectarnos con nuestros amigos o seres queridos.

En ese orden de ideas, Orihuela citado por (Yus Ramos, 2010) las define como:

Servicios basados en la web que permiten a sus usuarios relacionarse, compartir información, coordinar acciones y, en general, mantenerse en contacto. Estas aplicaciones son la nueva forma en la que se representa nuestra red social, pero también son el modo en el que se construye nuestra identidad on-line y el cauce mediante el que se agrega y comparte nuestra actividad en la red (pág. 139).

A su vez, estos programas computarizados empiezan a crear sociedades híbridas donde coexisten las “virtualidades reales con realidades virtuales” (Yus Ramos, 2010, pág. 141) donde las redes se convierten en nodos de conexión de un ecosistema digital, que crece infinitamente y logra construir universos comunicativos, entre personas que se conocían, en espacios físicos separados por el tiempo y el espacio, o por desconocidos, que van anidándose en la red de contactos de cada usuario, probablemente nunca se encuentren físicamente, o su interacción sea casi nula, en este sentido, cabe anotar una frase popular que define esta nueva sociedad “ser popular en Facebook es como ser millonario en Monopoly”, ya que, los usuarios pueden poseer una infinidad de contactos, pero realmente están en relacionados con unos pocos.

Esa situación fue aprovechada por las industrias culturales, que se transformaron para no desaparecer, porque, el consumo paso de ser individual a ser en red, en ese sentido, este cambio transformó la industria de forma parecida a la máquina de vapor en el siglo XIX y la electricidad en el siglo XX, convirtiendo esta era en la Tercera Revolución Industrial.

Asimismo, esto transformó a la sociedad de forma rápida, ya que, todos estos tecnofactos se incrustaron en nuestra cotidianidad, además de volverse necesarios para el desarrollo de las diferentes actividades que realizan las personas, para Miquel Barceló

(...) la tecnología (cualquier tecnología), unida a la ciencia, ha producido en los últimos decenios un cambio claramente perceptible en nuestra forma de vivir y de entender la realidad (...) nos permite, además, transformar el mundo, nuestras sociedades e incluso a nosotros mismos (en Negroponte, 1995).

A partir de la proliferación de productos tecnológicos y nuevas formas de almacenamiento nace el concepto de sociedad de la información, donde la herramienta paradigmática es el internet y su mundo de actuación es el ciberespacio el cual es un (...) *espacio cultural y un fenómeno social que "modifica patrones cognitivos, modos perceptuales de ver y mecanismos de contacto con la realidad social"* (Azinian, 2009), donde todo está digitalizado, que en términos prácticos, define que todos los conocimientos pueden ser almacenados en la nube, significa que, transformo la forma en que transferimos y compartimos información, pasando de envíos físicos de objetos, al envío de datos numéricos, para Joan Majó (2012)

El código digital, en esencia, consiste en que en lugar de almacenar o transmitir una información utilizando un fenómeno natural, se guarda o se transmite la medida numérica de dicho fenómeno. En lugar de transmitir o almacenar una onda (sonora, luminosa) se transmite o se guarda la información numérica (frecuencia, amplitud, etcétera) que describe la onda y permite identificarla y reproducirla. [CITATION Maj12 \p 70 \n \y \t \l 9226 ]

Dos herramientas caben destacar aquí, el celular y el computados portátil, puesto que no hay una persona por muy de bajos recursos económicos, que no disponga de uno de estos teléfonos de

manera permanente; en todos los hogares hay hoy en día un computador portátil y en las instituciones educativas se ha implementado una cátedra que introduce a los estudiantes en el uso de estos tecnofactos y en el acceso responsable a la Internet.

A causa de lo anterior, es difícil encontrar, un niño o adolescente que no sepa utilizar las TIC, pero lo hacen de forma operativa, sin analizar ni reflexionar sobre ellas, y se ha llegado, en el imaginario popular, a decir que si algo no está en internet no existe, con esto se ha transformado la realidad sociocultural, a este nuevo orden se le conoce como la sociedad de la información, donde la sociedad es una red gigantesca de comunicación e información, una gran autopista, sin peajes ni policías de tránsito que la organicen, y el saber ya no se encuentra en los centros académicos ni en las universidades, sino que está en discos duros, USB o en la “nube”.

Por otra parte, en el campo educativo estas están revolucionando el desempeño de los profesores de todas áreas del sistema, en particular con el uso de las tabletas, puesto que son empleadas para la planificación de una temática objeto de enseñanza, a la vez que su contenido es proyectado en el aula, mediante un tablero electrónico o un televisor apropiado para tal efecto, de esta manera se ha dejado atrás la elaboración de diapositivas y el carrusel para su proyección. Incluso su empleo no se limita a este espacio docente, puesto que los conferencistas de temas especializados se apoyan en ellas para dar sus disertaciones.

A partir de esto, se inicia la creación de plataformas digitales de aprendizaje (LMS). En el año 2002 nace MOODLE, plataforma Open Source, creada por Martin Dougiamas, que se basa en los conceptos del constructivismo e intenta generar un aprendizaje colaborativo. Uno de los problemas en el uso de esta plataforma es que los docentes lo utilizan como un repositorio de documentos, envío de archivos, correo-e y para realizar exámenes. Además, los cursos son diseñados a partir de los cursos presenciales y no se usa una didáctica diferente, que utilice el potencial de esta plataforma. Finalizando esta década sale al mercado la plataforma de pago Black Board, con las mismas características y funcionalidades de Moodle y, por consiguiente, su uso tampoco es el adecuado desde los estándares del e-learning (Sánchez, Sánchez, & Ramos, 2012).

El siguiente gran cambio es la masificación de los dispositivos móviles. En el año 2007 nace el término M-learning (Mobil learning) que se fundamenta en la utilización de dispositivos móviles en la educación, aprovechando que las personas pueden acceder en cualquier momento y lugar, rompiendo las barreras espacio - temporales; un ejemplo es Duolingo, plataforma para el aprendizaje de idiomas.

Para finalizar, encontramos los Massive Open Online Course – MOOC, con los que se logró que cualquier persona del mundo con una conexión a internet pudiera realizar cursos en las más importantes universidades del mundo. Las principales plataformas son: Courcera, Mirada X (de la Fundación Telefónica), Edx, las plataformas de la Universidad de Harvard, HarvardX, del MIT, MIT Abierto Course Ware, entre las más importantes.

Día a día se crean miles de cursos virtuales en el formato de los MOOC; además, podemos encontrar miles de cursos en formato de video en YouTube. Los usuarios tienen muchas opciones, pero se debe tener en cuenta que la calidad y los objetivos de aprendizaje no cumplen los requisitos mínimos y muchas personas son timadas y engañadas. Se debe tener un buen filtro, ver quien certifica el curso, como es la metodología y sobre todo el precio.

### **3. A manera de conclusión**

Después de realizar el análisis se puede afirmar que las tecnología y la educación han estado de la mano durante la historia del ser humano, ya que, desde la primera tecnología de la comunicación, el lenguaje, estas se han utilizado para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje, pasando por la escritura y llegando al siglo XXI con la internet; pero la principal

problemática que se ha visto en este trabajo, es que hasta el momento, las tecnologías se han creado fuera del campo educativo, ya sea, por desarrollos bélicos, desarrollo en comunicación, etc.

Es importante que las personas encargadas de la educación ya sean entidades públicas o privadas, hagan parte en estos procesos, para que, en vez de adaptar los tecnofactos, estos sean desde y para la educación.

Por otra parte, las redes sociales han generado otra problemática, la de la desinformación, son tantos los datos que se reciben, que en algún momento los cyberciudadanos no diferencian lo que es cierto de lo falso, en ese sentido, se deben preparar mejor los docentes, para que ellos funjan el papel de notarios de la información y, además, enseñen a sus alumnos el cómo usar las TIC para su beneficio, y con esto tratar de lograr una sociedad más democrática, con pensamiento crítico, que participen activamente en la producción de conocimiento, que fortalezcan las competencias digitales y que la idea de una inteligencia colectiva y una sociedad participativa sea lograda.

### Referencias

- Aravena, M., Kimelman, E., Micheli, B., Torrealba, R., & Zúñiga, J. (2006). *Investigación educativa I*. AFEFCE / ECUADOR & UNIVERSIDAD ARCIS / CHILE. Obtenido de <https://jrvargas.files.wordpress.com/2009/11/investigacion-educativa.pdf>
- Armillas, J. (2012). La imprenta, umbral de la modernidad. En I. F. Católico (Ed.), (págs. 11-35). Obtenido de <https://ifc.dpz.es/recursos/publicaciones/32/44/02armillas.pdf>
- Augé, M. (1992). *Los no lugares espacios del anonimato*. Barcelona: Gedisa.
- Augé, M. (1992). *Los no lugares, espacios del anonimato*. Barcelona: Editorial Gedisa.
- Ayala, T. (2012). Marshall McLuhan, las redes sociales y la Aldea Global. *Revista Educación y Tecnología*, 8-20.
- Azinian, H. (2009). *Las tecnologías de la información y la comunicación en las prácticas pedagógicas : manual para organizar proyectos*. Buenos Aires: Centro de Publicaciones Educativas y Material Didáctico.
- Bauman, Z. (2004). *Modernidad Líquida*. Buenos Aires: Fondo de Cultura Económica.
- Briggs, A., & Burke, P. (2002). *De Gutenberg a internet. Una historia social de los medios de comunicación*. (M. Galmarini, Trad.) Madrid: Santillana Ediciones Generales.
- Castro, C. (2010). Modelos Matemáticos de Información y Comunicación, Cibernética (Wiener, Shannon y Weaver): Mejorar La Comunicación es el Desafío de Nuestro Destino Cultural. *Revista RE - Presentaciones*, 145-161.
- De Sola Pool, I. (1992). Discursos y sonidos de largo alcance. En R. Williams, *Historia de la Comunicación. De la Imprenta hasta nuestros días* (D. Laks, Trad., págs. 81-117). Barcelona: Bosch Casa Editorial.
- Del Fresno, M. (2011). *Netnografía. Investigación, Análisis e Intervención Social online*. Barcelona: Editorial UOC.
- Del Fresno, M. (2012). Comprendiendo los social media y mass media: un modelo para el estudio de la comunicación interpersonal colectiva en tiempos de Internet. *Derecom*, 99-109.
- Del Pozo Andrés, M. d. (1997). El cine como medio de alfabetización y de educación. *Anuario Galego de Historia da Educación*, 59-75.
- Eisenstein, E. (1994). *La revolución de la imprenta en la Edad Moderna europea*. Madrid: Akal.
- Gallego Torres, R. A. (2016). Apuntes para una aproximación histórico - epistemológica a las tecnologías de la información y la comunicación. *Revista Polemikós*, 14-24. Obtenido de <http://publicaciones.libertadores.edu.co/index.php/polemikos/article/view/677>
- Gallego-Torres, R. (2018). STUDY TELLING. Base teórica de una nueva comunicación para el e-learning. En C. S. (ed.), *Caleidoscopio educativo: Prácticas y reflexiones iberoamericanas* (págs. 135-144). Global Knowledge Academics.

- Gallego-Torres, R. A. (2017). Antecedentes para el diseño de una nueva estrategia. *Razón y Palabra*, 51-65.
- Irigaray, F., & Lovato, A. (2014). *Hacia la comunicación transmedia*. Rosario: Editorial de la Universidad.
- Jenkins, H. (2003). Transmedia Storytelling. *Technology Review*, [En línea]. Obtenido de <https://www.technologyreview.com/s/401760/transmedia-storytelling/>
- Jofré, M. (2000). Conversando con McLuhan. *Tendencias recientes en comunicación*, 153-160.
- Lévy, P. (2004). *Inteligencia colectiva*. Washington: Organización Panamericana de la Salud.
- Lévy, P. (1999). *¿Qué es lo virtual?* (D. Levis, Trad.) Barcelona: Editorial paidós.
- Majó, j. (2012). Evolución de las tecnologías de comunicación. En M. De Moragas (Ed.), *La comunicación: de los orígenes a Internet* (págs. 65-90). Barcelona: Gedisa.
- Manna, P. (2010). Ciberespacio como espacio-otro. *Filosofía UIS*, 9(1), 99-113.
- Martinez Ojeda, B. (2006). *Homo Digitalis: Etnografía de la Cibercultura*. Bogotá D.C.: Ediciones Uniandes .
- Martínez, L., Leyva, M., Félix, L., Cecenas, P., & Ontiveros, V. (2014). *Virtualidad, ciberespacio y comunidades virtuales*. México: Red Durango de Investigadores Educativos, A. C.
- McLuhan, M. (1996). *Comprender los medios de comunicación. Las extensiones del ser humano*. Barcelona: Paidós.
- McLuhan, M., & Powers, B. (1989). *La aldea Global*. Barcelona: Gedisa.
- Negroponete, N. (1995). *EL MUNDO DIGITAL*. (M. Abdala, Trad.) Barcelona: Ediciones B.
- Olliver, B. (2016). *Comunicación y mediaciones en la era digital*. Santiago: Universidad de Chile.
- Salvador Marañón, A. (2002). Cine y educación en la España de las primeras décadas del siglo XX. Tres concepciones del cine educativo. *Tarbiya, revista de Investigación e Innovación Educativa*, 39-66.
- Scolari, C. (2008). *Hipermediaciones*. Barcelona: Gedisa.
- Unesco. (2005). *Hacia las sociedades del conocimiento*. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
- Yus Ramos, F. (2010). *Ciberpragmática 2.0, Nuevos usos del lenguaje* . Barcelona: Ariel Letras.
- Zanoni, L. (2008). *El imperio digital*. Buenos Aires: Ediciones B.

## 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 alumno de 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).

### El Docente en la Sociedad de la Información



## 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](mailto: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:** Anfiteatro Virtual, APS, Prisma, Telemedicina, Telesalud, 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:** *Virtual Amphitheater, APS, Prism, Telemedicine, Telehealth, ICT.*

## **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. (ALMA-ATA, 1978)

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. (Urbina, 2012)

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 (Perrin C. 2016)

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 cuente 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 teledirigida 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. (OPS, 2010)

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., <sup>1996</sup>). 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. (O.P.S.

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 para 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.



Figura. 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 POA 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. (OEA, 2003)

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 resolutoria; 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, resolutivead, equidad en el modelo de atención.

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.



Figura. 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., (2010), *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*; p. 29-35. Colombia.
- Aguirre-Huacuja E. (1994), *La corresponsabilidad operativa en la atención primaria a la salud. Salud Pub México*. 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. (1994), La corresponsabilidad operativa en la atención primaria a la salud. *Salud Pub Mex.* 1994;36(2): 210-13.
- Molina-Durán F, et. (1996), *Perfil profesional del personal sanitario en atención primaria.* Un estudio Delphi. *Aten Primaria.* 1996; 17(1):24-33.
- Norris, A. C. (2002), *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, (2014), *Documento Maestro Programa de Administración en Salud, Universidad Nacional Abierta y a Distancia.* Bogotá, Colombia.
- Yunda Perlaza, L. (2013), *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.* Bogotá, Editorial UNAD.
- Yunda Perlaza, L. *Telesalud e Informática Médica. Normatividad, Infraestructura e Implementación.* Bogotá, 2015. Editorial UNAD.
- O.P.S. *Declaración de ALMA ATA.* Conferencia Internacional sobre Atención Primaria de Salud, Alma-Ata, URSS, 6-12 de septiembre de 1978.
- Urbina cárdenas, J. (2012), *La pasión de aprender. el punto de vista de los estudiantes universitarios. en la pasión de aprender. el punto de vista de los estudiantes universitarios* Manizales, Colombia.
- O.P.S., *Redes Integradas de Servicios de Salud Conceptos, Opciones de Política y Hoja de Ruta para su Implementación en las Américas,* Washington, D.C. 2010.
- COMPES 3550, *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.* 2008.
- Perrin C, Bediang G, Bagayoko CO, Geissbuhler A. *Reverse innovation experiences from the RAFT e-learning and telemedicine network.* *World Hosp Health Serv.* 2016;52(3):29-33.
- Caudell TP, Summers KL, Holten J 4th, Hakamata T, Mowafi M, Jacobs J., et al. *Virtual patient simulator for distributed collaborative medical education.* *Anat Rec B New Anat.* 2003 Jan;270(1):23-9.
- Organización de Estados Americanos, *Telesalud en las Américas,* 2003.
- O.P.S., *La Renovación de la Atención Primaria de Salud en las Américas. No. 1 Sistemas de Salud basados en la Atención Primaria de Salud. Estrategias para el desarrollo de los equipos de APS.* Washington, D.C. 2010.

## 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 NTIC (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 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".

### Competencias Docentes para la Educación y la Formación



## 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](mailto: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](mailto:elizabeth.balcazar@uqroo.edu.mx)

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

Correspondencia: [gabriel.montero@uqroo.edu.mx](mailto:gabriel.montero@uqroo.edu.mx)

**Maria Isabel Mendez Domiguez**, Maestria 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](mailto: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](mailto: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 licenciatura, 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 área 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 recae 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 **ten** 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.

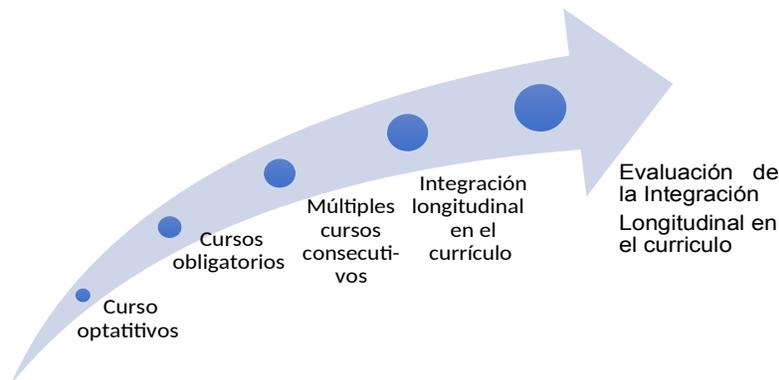


Fig. 1 Desarrollo transversal del currículo

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 multidisciplinares, 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 multidisciplinares.

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 iatrógenos 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			Número de apoyo	Número de asignaturas
		Generales	Divisionales	Concentración profesional		
Medicina	467	55	196	186	3	57
Enfermería	413	55	148	184	2	43
Farmacia	464	55	134	251	2	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 licenciatura 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

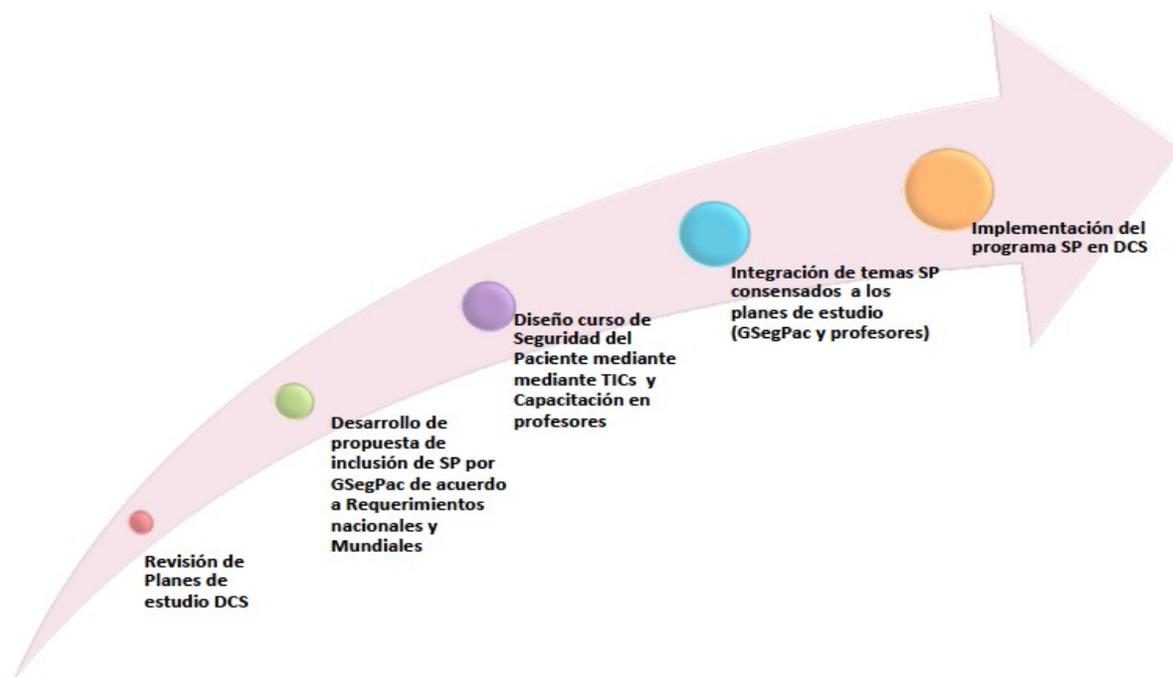
Fuente: Departamento de Recursos humanos. Plantilla de profesores DCS primavera 2019

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) la 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"> <li>Involucramiento de los pacientes y los cuidadores asistenciales como socios en el cuidado de la salud</li> <li>Comunicación del riesgo</li> <li>Comunicación</li> </ul>	<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</p>	<p>Unidad 1 Mejora de la Calidad. Fundamentos de la mejora</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Los Errores Pueden Suceder en Cualquier Lugar y a Cualquier Persona</li> <li>El Cuidado de la Salud Hoy</li> <li>Objetivos de mejora</li> </ul>	<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>

honestamente con los pacientes luego de un evento adverso (explicación abierta)	¿Cómo entender los sistemas y el impacto de la complejidad sobre la atención del paciente?	• ¿Cómo llegar desde aquí hasta allá? Modificando el sistema	1.3	Introducción a la metodología de la mejora continua de la calidad
• Obtención del consentimiento	Unidad 4. Ser un jugador eficiente en equipo.	Unidad 2 El Modelo de Mejora: Su Máquina del Cambio		1.4 Conceptos básicos y generales de estadística
• Respeto y conocimiento de las diferencias culturales	Unidad 5. ¿Cómo entender y aprender de los errores?	• Visión General del Modelo de Mejora		1.5 Diseño de indicadores
Unidad 2 Identificación, prevención y manejo de eventos adversos y desaciertos	Unidad 6. ¿Cómo entender y manejar el riesgo clínico?	• Definir un Objetivo		Unidad 2. Gestión del cambio y trabajo en equipo para la mejora de la calidad
• Reconocimiento, información y manejo de eventos adversos y desaciertos	Unidad 7. Introducción a los métodos de mejora de la calidad.	• Midiendo Cambios		2.1. Gestión del cambio
• Manejo del riesgo	Unidad 8. ¿Cómo involucrarse con los pacientes y cuidadores asistenciales?	• Desarrollando Cambios		2.2. Equipos de trabajo, liderazgo para la calidad y motivación de las personas
• Comprensión de los errores de atención clínica	Unidad 9. ¿Cómo minimizar la infección por medio de un mejor control infectológico?	• Probando los Cambios		2.3. Comunicación interpersonal
• Manejo de quejas	Unidad 10. La seguridad del paciente y los procedimientos invasivos.	Unidad 3 Midiendo la Mejora		Unidad 3: Atención centrada en la persona y medición de la experiencia del paciente
Unidad 3 Uso de la evidencia y la información	Unidad 11. ¿Cómo mejorar la seguridad de la medicación?	• Fundamentos de la medición		3.1. El paciente como protagonista de su atención: empoderamiento y autocuidado
• Empleo de la mejor práctica basada en la evidencia disponible		• Descripción de la información		3.2. Humanización de la atención y mejora de la ACP en las unidades de atención
• Uso de la tecnología de la información para fomentar la seguridad		• Aprendiendo de las mediciones		3.3. Los derechos del paciente
Unidad 4 Trabajo seguro		Unidad 4 Uniendo Todo: Como Funciona la Mejora de la Calidad en un Escenario Real de Atención Sanitaria		3.4
• Juego en equipo y demostración de liderazgo		• El Ciclo de Vida de un Proyecto de Mejora: Innovación, Pilotaje, Implementación, Difusión		
• Comprensión de factores humanos		• Difusión de los cambios		
		Unidad 5 El Lado Humano de la Mejora de la Calidad		
		• Venciendo la		

- Comprensión de las organizaciones complejas
- Prestación de cuidados continuos
- Manejo de la fatiga y el estrés

Unidad 5 Conducta ética

- 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

Unidad 6 Capacitación continua

- Prevención del lugar equivocado, el procedimiento equivocado
- y el tratamiento equivocado para el paciente
- Administración segura de medicamentos

Resistencia al Cambio

- ¿Qué Motiva a la Gente al Cambio?
- Cambio Cultural Versus Proceso de Cambio

Consentimiento informado

3.5. Mejora de la calidad a través de la perspectiva de los pacientes

Unidad 4. Principios básicos de la seguridad del paciente

- Fundamentos de Seguridad de Paciente
- Errar es Humano
- Respondiendo ante el Error
- Identificar y Reportar Errores
- Error Versus Daño

4.1. Principios básicos y principales antecedentes y terminología de la seguridad del paciente

4.2 Epidemiología de la seguridad del paciente

Unidad 7 Factores Humanos y Seguridad

- Entendiendo la ciencia de los Factores Humanos
- Cambios basados en el diseño de Factores Humanos
- Uso de Tecnología para Mitigar el Impacto del Error

4.3 Cultura de seguridad del paciente

4.4 Factor humano y seguridad del paciente

Unidad 5. Estrategias de análisis y mejora de la seguridad del paciente

5.1. Análisis Causa Raíz (ACR)

5.2. Sistemas de notificación de incidentes

Unidad 8 Trabajo en Equipo y Comunicaciones

- ¿Por qué el Trabajo en Equipo y la Comunicación son Importantes?
- Herramientas y Técnicas Básicas
- Comunicación Durante los

relacionados con la seguridad del paciente

5.3 Estrategia de mejora específica / Utilización de care bundle

Unidad 6.- Acciones

Períodos de Transición	de	esenciales para la Seguridad del paciente
• Desarrollo y Ejecución de Planes Efectivos		Unidad 7.- Seguridad de la medicación MMU
Unidad 9 Análisis de la Causa Raíz y del Sistema		Unidad 8.- Sistema de prevención de infecciones nosocomiales
• El Análisis de la Causa Raíz nos ayuda a aprender de los errores		Unidad 9.- Seguridad en instalaciones FMS
• Cómo funciona un Análisis de la Causa Raíz		Unidad 10.- Apoyo a los profesionales ante errores y eventos adversos y Comunicación de errores al paciente y allegados tras un evento adversos
• Cómo puede el Análisis de la Causa Raíz ayudar a mejorar el Cuidado de la Salud		
Unidad 10 Comunicación con el Paciente luego de un Evento Adverso		
• 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.		
Unidad 11		
Introducción a la Cultura		

#### de la Seguridad

- El Poder de Hablar
- ¿Qué es Cultura de Seguridad?
- ¿Cómo Puede Usted Contribuir a la Cultura de Seguridad?

#### Unidad 12 Liderazgo

- 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](http://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 localidad. 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->
- 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), Elsevier
- 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.- Kiewewetter J, Drossard S, Baschnegger H, Kiewewetter 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\\_ppt.pdf](http://195.64.186.10/en/organizacion/sns/planCalidadSNS/pdf/excelencia/1_Jesus_Aranaz_ppt.pdf)

37.- Glosario de términos de seguridad del paciente Secretaría de Salud. [http://www.calidad.salud.gob.mx/site/calidad/docs/dsp-sp\\_00F.pdf](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. Secretaría de Salud. 2017 [http://www.csg.gob.mx/descargas/pdf/certificacion-establecimientos/modelo\\_de\\_seguridad/acciones\\_ModeloCSG/AESP-ModeloSP-CSG-15.09.17.pdf](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](http://www.csg.gob.mx/descargas/pdf/certificacion-establecimientos/modelo_de_seguridad/hospitales/Estandares-Hospitales-Edicion2018.pdf)

41.- Portela R, Bugarín 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.

## 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](mailto: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. Educador Google nivel 1.

**Correspondencia:** [macadena@uacam.mx](mailto: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.

## 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.

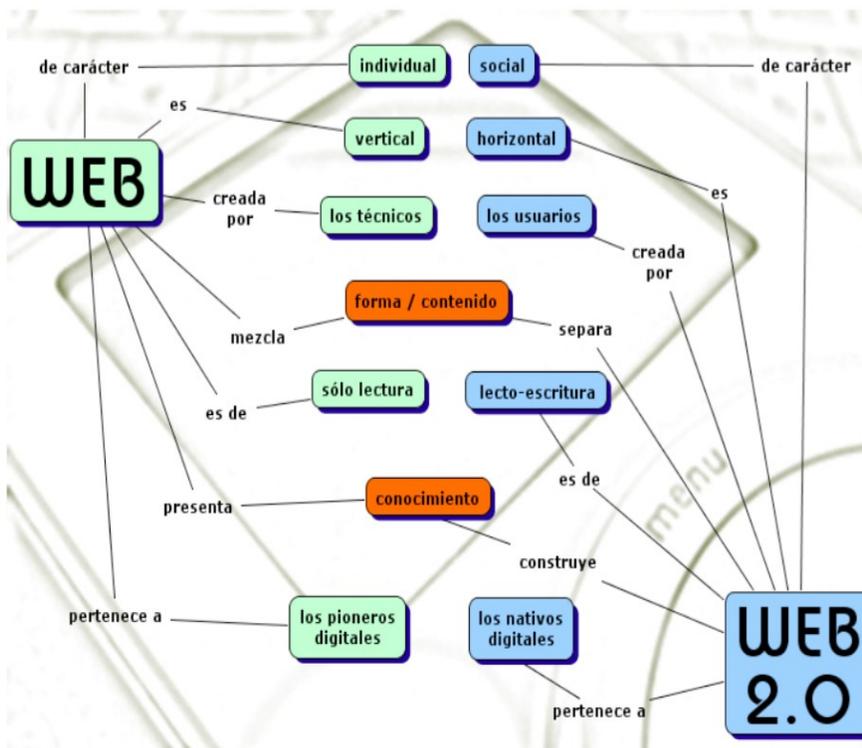
Las redes sociales se han convertido en un punto de partida en el manejo de diversos procesos. Uno de ellos es el sector de la educación. Un ejemplo del uso de una red social es Facebook, donde millones de usuarios, a través de la Web, interactúan compartiendo recursos y portales de licenciamiento gratis. 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?



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 Vime

## 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"> <li>● Grupo de Office 365 y Yammer</li> <li>● Grupo Google</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Utiliza la tecnología de la información y la comunicación con una aplicación didáctica y estratégica en distintos ambientes de aprendizaje.</li> <li>○ Fomenta la auto-evaluación y co-evaluación entre pares académicos y entre los estudiantes para afianzar los procesos de enseñanza y de aprendizaje</li> <li>○ Diseña y utiliza en el salón de clases materiales apropiados para el desarrollo de competencias.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Creación de un powerpoint con los pasos necesarios para la creación de un grupo de trabajo.</li> <li>● Realización de un mapa conceptual con las características que un grupo de trabajo tiene</li> <li>● Creación de grupo en Google, invitar a compañeros de clase y personalizarlo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Rúbrica para presentaciones en power point</li> <li>● Rúbrica para evaluar Mapa Mental o Conceptual</li> <li>● Lista de cotejo</li> </ul>
Unidad II.- Administración del tiempo			
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Calendario de Google</li> <li>● Calendario Outlook</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Diseña y utiliza en el salón de clases materiales apropiados para el desarrollo de competencias                             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ 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</li> </ul> </li> <li>✓ Utiliza la tecnología de la información y la comunicación con una aplicación didáctica y estratégica en distintos ambientes de aprendizaje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Cuadro sinóptico con actividades y eventos que puedas agendar en un calendario virtual.</li> <li>✓ Power point con pasos para la creación de un calendario virtual.</li> <li>✓ Invitación impresa del e-mail de compartir calendario y lista de invitados.</li> <li>✓ Cuestionario de la importancia de administrar el tiempo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Rúbrica para cuadros comparativos</li> <li>✓ Rúbrica para presentaciones de power point.</li> <li>✓ Lista de cotejo de productos entregados.</li> <li>✓ Rúbrica para evaluar cuestionarios.</li> </ul>
Unidad III.- Almacenamiento online y offline			
<ul style="list-style-type: none"> <li>● OneDrive</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Se mantiene actualizado en el uso de la tecnología de la información</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Creación de cuenta</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Lista de cotejo</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>● Google docs</li> <li>● Dropbox</li> </ul>	<p>y la comunicación.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Fomenta la auto-evaluación y co-evaluación entre pares académicos y entre los estudiantes para afianzar los procesos de enseñanza y de aprendizaje</li> <li>○ 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</li> </ul>	<p>en skydrive y carpetas de almacenamiento</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Realización de un mapa mental de lo que se puede realizar en google docs utilizando este programa</li> <li>● Cuadro comparativo de los almacenamientos en línea y compartirlo en dropbox</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Rúbrica de mapa conceptual</li> <li>✓ Rúbrica de cuadro comparativo</li> </ul>
<p>Unidad IV.- Foros de discusión y blogs</p>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Wikis</li> <li>○ Windows live blog</li> <li>○ Google blog</li> <li>○ Edmodo (microblogging)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ 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.</li> <li>○ 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</li> <li>○ Utiliza la tecnología de la información y la comunicación con una aplicación didáctica y estratégica en distintos ambientes de aprendizaje</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Power point con los pasos necesarios para crear un blog y su uso</li> <li>✓ Creación de blog y proponer un tema de discusión en google blog</li> <li>✓ Creación de un espacio virtual en edmodo e imprimir hoja de invitados y pag. de inicio</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Rúbrica para presentaciones de power point</li> <li>✓ Rúbrica para evaluar un blog</li> <li>✓ Lista de cotejo de productos entregados</li> </ul>
<p>Unidad V.- Canal de comunicación</p>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>● YouTube y Vimeo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Utiliza la tecnología de la información y la comunicación con una aplicación didáctica y estratégica en distintos ambientes de aprendizaje</li> <li>○ 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.</li> <li>○ 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</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Creación de un cuadro comparativo de los usos de youtube.</li> <li>✓ Realización de un video para explicar el uso de Youtube con fines educativos u subirlo a su propio canal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Rúbrica de cuadro comparativo</li> <li>✓ Rúbrica para evaluar un video educativo</li> </ul>

	que pertenecen		
--	----------------	--	--

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"> <li>● Muestra interés por realizar las actividades especificadas, esto se observa en que pide la palabra para opinar, aportar y dar comentarios.</li> <li>● Ejecuta las instrucciones que se le piden en clase.</li> <li>● Realiza la tarea que le corresponde en equipo.</li> <li>● Contesta lo que se le pregunta.</li> </ul>	20% (Cada indicador vale 5%)
Tareas	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Cumple con la tarea en tiempo y forma.</li> <li>● Realiza la tarea con contenido satisfactorio.</li> <li>● Entrega la tarea limpia y en orden.</li> <li>● Cumple con los requisitos solicitados.</li> </ul>	20% (Cada indicador vale 5%)
Producto	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Cumple con las instrucciones definidas en la rúbrica del producto, que se entrega junto con este plan de evaluación.</li> <li>● Elabora un producto con limpieza, orden, organización y estructura.</li> <li>● Cumple con la información solicitada en el producto, responde a las especificaciones que se le pidieron en términos de contenidos.</li> <li>● Elaboración del producto propia y describe los conocimientos a partir de contribuciones propias que surgen de su análisis y síntesis personales.</li> </ul>	40% (Cada indicador vale 5%)
Portafolio	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Cumple con las especificaciones definidas en la rúbrica del portafolio que se entregará en este plan de evaluación.</li> <li>● El portafolio está limpio, en orden, con estructura lógica, se entiende su letra y cuenta con los datos básicos.</li> <li>● La elaboración de portafolio es propia, no lo copio de otros compañeros, lo cual se observa en que sus respuestas son diferentes.</li> <li>● Los contenidos del portafolio cumplen con las especificaciones solicitadas</li> </ul>	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%3%ADaz+de+Coss%3%ADo+Priego+%282017%29&oq=D%3%ADaz+de+C](https://scholar.google.com.mx/scholar?hl=es&as_sdt=0%2C5&q=D%3%ADaz+de+Coss%3%ADo+Priego+%282017%29&oq=D%3%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 Montejó Godoy. (s.f.). Esc. Prep. Dr. Nazario Víctor Montejó 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](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>

## La evaluación socioformativa en el aula de matemáticas: caso de estudio

María de Lourdes Rodríguez-Peralta, Paula Flora Aniceto Vargas  
Instituto Politécnico Nacional  
México

### Sobre los autores

**María de Lourdes Rodríguez-Peralta:** docente-investigadora del Instituto Politécnico Nacional. Dra. En Socioformación y Sociedad del Conocimiento del Centro Universitario CIFE. Sus áreas de investigación son: 1) Socioformación; 2) Socioformación, metacognición y matemáticas; 3) Mediación docente socioformativa en ingeniería. Ha participado como ponente en congresos tales como el Congreso Universitario Internacional sobre la comunicación en la profesión y en la Universidad de hoy: Contenidos, Investigación, Innovación y Docencia (CUICIC 2016 Virtual y en Línea), España, con la ponencia “Metacognición y Matemáticas para una formación integral”. También ha participado en el 11°. Foro de Investigación Educativa: Contribuciones de la investigación educativa a los desafíos de inclusión, equidad y calidad de los entornos escolares en el S. XXI, del IPN, México con la ponencia: “Formación integral desde la matemática: caso de estudio”. Uno de sus últimos artículos publicado: Rodríguez-Peralta, M. L., Nambo, J. & Rodríguez, J. (2018), con el título: “Socioformation and the Formative Evaluation Engineering” en la Revista Romaneasca pentru Educatie Multidimensionala, vol. 10 Issue1; ISSN: 2066-7329, eISSN: 2067-9270

**Correspondencia:** [mlrodriguezp@ipn.mx](mailto:mlrodriguezp@ipn.mx)

**Paula Flora Aniceto Vargas:** Maestría en Docencia y desarrollo de competencias, estudios realizados en el Instituto CIFE. Maestra en Ciencias con especialidad en Sociología educativa. Docente en las asignaturas de Química, desarrollo prospectivo y proyecto de Ingeniería, maestra investigadora con antigüedad de servicio de 30 años en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica Unidad Culhuacán del Instituto Politécnico Nacional México (ESIME U.C DEL IPN México). Actualmente jefa de laboratorio de Química en la Institución. Autora de aproximadamente 20 artículos presentados en congresos Institucionales, Nacionales e internacionales y en revistas indexadas Becada por el Instituto: Beca COFAA y EDD. Facilitadora en Diplomados y cursos para docentes ofertados en la ESIME UC del IPN y en el Instituto CIFE. Actualización profesional con diplomados y cursos en el área de Ingeniería, Ciencias Sociales e innovación educativa.

**Correspondencia:** [paulaaniceto2000@yahoo.com.mx](mailto:paulaaniceto2000@yahoo.com.mx)

## Resumen

Uno de los problemas que se presenta en el nivel superior es la formación del perfil de egreso a la par con una formación integral, en general se desconocen metodologías para su promoción en el aula. En este artículo se reporta la implementación del instrumento de evaluación: lista de cotejo socioformativa para la resolución de problemas matemáticos, como medio didáctico que coadyuva en la formación integral del estudiante de matemáticas. Esta investigación de tipo cualitativo tomó como marco de referencia el enfoque socioformativo y la experimentación en el aula se realizó a través de la investigación acción como base para las decisiones e intervenciones que le permitieran al docente la promoción de conocimiento en el aula. La intervención se hizo con dos grupos del segundo semestre del área de ingeniería, de la Unidad de Aprendizaje: Cálculo Vectorial. Como resultados se encontraron mejores desempeños académicos en los estudiantes, Se concluye que la evaluación socioformativa puede ser un buen recurso mediado por el docente para la mejora continua en la formación integral de los estudiantes de ingeniería.

**Palabras Clave:** *instrumentos socioformativos, evaluación socioformativa, mediación docente, formación integral*

## Socioformative assessment in the classroom of mathematics: case study

### Abstract

*One of the problems encountered at the university level is the formation of the professional profile at the same time as the integral formation, methodologies for its promotion in the classroom are generally unknown. In this article is reported the implementation of the assessment tool: socioformativo checklist for the solving mathematical problems, as a didactic medium that helps in the integral formation of the student of mathematics. This is a qualitative research, with the frame of reference: the socioformative approach and the experimentation in the classroom was carried out through the action research as a basis for the decisions and interventions that allow the teacher promotion of knowledge in the classroom. The intervention was made with two groups of the second semester of engineering area, the unit of learning: Vector calculus. As a result, better academic performances were found in students, It is concluded that the socioformative evaluation can be a good resource mediated by the teacher for the continuous improvement in the integral formation of the engineering students.*

**Keywords:** *socioformative instruments, socioformative evaluation, teacher mediation, integral formation*



## Introducción

En los últimos años se ha incrementado notablemente la preocupación de educadores por abordar el problema de enseñanza y aprendizaje centrado en el estudiante desde la perspectiva de una participación que aprende, eje básico para esta perspectiva lo constituyen: la reflexividad, la autoconciencia y el autocontrol.

Así mismo, las características y lineamientos que emergen del Modelo Educativo Institucional (MEI) del Instituto Politécnico Nacional (IPN, 2004), han inducido una serie de cambios en la labor docente de esta Institución. Por una parte la enseñanza tradicional debe modificarse, el profesor ahora debe jugar un rol de docente-investigador en su práctica profesional, buscando la mejora continua de sus actividades para promover la formación integral del estudiante, centrando su trabajo en el aprendizaje del mismo. La perspectiva formativa que asume el MEI es la formación de competencias, razón por la que la formación integral del estudiante ha dado lugar a promover en él, la búsqueda permanente de mejora en su desempeño académico y personal.

Por otra parte el enfoque socioformativo se define como una perspectiva educativa que se orienta hacia la formación integral de los ciudadanos, tomando como base el abordaje de problemas del contexto, éste puede ser cultural, social, académico o laboral del estudiante, trabajando generalmente en un marco colaborativo, considerando el proyecto ético de vida de cada uno de los actores, la gestión y co-creación de los saberes y la metacognición, afianzándose en las tecnologías de la información y la comunicación (Tobón, González, Nambo & Vásquez, 2015).

Así en una Institución educativa donde se formen profesionistas de forma integral, todas las disciplinas son el medio para desarrollar competencias complejas para la vida y el desempeño laboral. En el área de la ingeniería, las ciencias básicas son la base a partir de la cual se construyen los conocimientos disciplinares necesarios que constituyen el perfil de un ingeniero, así como las competencias de un ciudadano que responde a los retos del contexto de manera competente, eficiente y con compromiso social.

A partir de este marco de referencia conceptual y considerando las competencias genéricas del perfil de egreso entre las que se pueden mencionar el aprender a aprender, la resolución de problemas y el compromiso con la calidad (Rodríguez, Aniceto & Rojo 2013). El estudio se realiza con estudiantes del área de ingeniería en la Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME) unidad Culhuacan se propone desarrollar la competencia matemática en el ámbito de la ingeniería nutrida por las capacidades de: pensar y razonar, argumentar, comunicar ideas matemáticas, construir modelos que modelicen los fenómenos y problemas del contexto; identificar, plantear y resolver problemas. Se toma la visualización matemática como estrategia didáctica, dentro del marco de la socioformación.

Se considera que bajo el enfoque socioformativo la formación en una Institución Educativa es integral y compleja; por lo que se vuelve prioritaria la autonomía en el aprendizaje. Esta autonomía en el aprendizaje se convierte en una competencia por lo que desde la socioformación debe desarrollarse con el conocimiento y proceso metacognitivo, entendiéndose éste como el proceso por medio del cual las personas mejoran continuamente su desempeño para alcanzar unas metas por medio de la reflexión y la guía de unos determinados valores o referentes externos, reconociendo, previniendo y

corrigiendo los errores a tiempo, lo que implica la toma de acciones reales de mejora con base en metas y el trabajo colaborativo con otros (Tobón, 2013).

Por lo anterior, obligadamente todas las unidades de aprendizaje de la malla curricular en una Institución Educativa del nivel Superior deben promover esta autonomía en el aprendizaje, desde el ingreso hasta el egreso del estudiante. Si se asume que el aprendizaje autónomo es la facultad que tiene una persona para poder dirigir, controlar, regular y evaluar su forma de aprender, de manera consciente, autoreflexiva e intencionada mediante el uso de estrategias de aprendizaje para lograr un objetivo o una meta deseada (Massié, 2010); el proceso de aprendizaje se convierte en una actividad intelectual de orden superior y compleja, donde se debe enfatizar la toma de conciencia por parte del estudiante, de su propio accionar cognitivo durante el proceso de aprendizaje para el aprendizaje.

En este contexto, se hace necesario que los estudiantes mejoren sus potencialidades a través del sistema educativo formal “aprendiendo a aprender” y “aprendiendo a pensar”, de tal forma que se construya un aprendizaje comprometido con la calidad, que trascienda más allá de las aulas y les permita resolver problemas en diversos contextos; con esto se lograría que los estudiantes fueran capaces de autodirigir su aprendizaje y transferirlo a otros ámbitos de su vida. Para lograr los objetivos de “aprender a aprender” y “aprender a pensar”, en los últimos años se ha revelado como especialmente eficaz la formación de los educandos en la adquisición y utilización oportuna de estrategias de aprendizaje cognitivas, entre las cuales se destacan las orientadas al autoaprendizaje y al desarrollo de las habilidades metacognitivas (Osse & Jaramillo 2008).

El propósito de esta investigación es analizar los resultados de implementar una propuesta didáctica que involucra la dimensión cognitiva, la dimensión metacognitiva y la dimensión afectiva a través de una lista de cotejo socioformativa, que permite mejorar el rendimiento académico de estudiantes que cursan la asignatura de Cálculo vectorial correspondiente al segundo semestre del programa de Ingeniería en Comunicaciones y Electrónica, programa que oferta la ESIME Unidad Culhuacan (Rodríguez-Peralta, Nambo & Lugo, 2017).

Una lista de cotejo o de verificación es un instrumento diseñado para estimar la presencia o ausencia de una serie de características o atributos (contenidos, habilidades, conductas, entre otros), que son relevantes en la ejecución de algún proceso, actividad, evidencia. Así son un mecanismo de revisión durante el proceso de enseñanza y aprendizaje de ciertos indicadores o criterios prefijados y la revisión de su logro o de ausencia del mismo (Fernández, 2013; Hernández-Mosqueda, Tobón-Tobón & Guerrero-Rosas, 2016).

El instrumento permite la evaluación durante todo el proceso y la finalidad es inducir la manipulación de elementos del proceso metacognitivo de una forma auto-reflexiva y consiente por parte del estudiante al integrar y construir conocimientos a través de la visualización matemática, el trabajo colaborativo y el compromiso ético.

El problema general abordado: ¿Cómo afecta a la dimensión cognitiva la implementación consiente de un proceso metacognitivo en estudiantes de ingeniería a partir de la resolución de problemas donde se privilegie la visualización matemática?

Y la pregunta específica: ¿Cómo se puede evaluar y cualificar el desempeño del proceso metacognitivo en los estudiantes a partir de la actividad en el aula?

## **Metodología**

El estudio realizado es de tipo cualitativo basado en la investigación-acción, se consideró como un proceso activo, participativo entre el trabajo desempeñado por los estudiantes y el mediador del conocimiento (el docente), un proceso sistemático que da cuenta de la realidad en el contexto, involucra las descripciones de las situaciones, de los eventos, de las personas, considera la perspectiva de los participantes, sus actitudes sus voces, sus comportamientos y la toma de decisiones para la mejora continua, es una metodología que permite la reflexión y la toma de decisión en búsqueda del hombre y la sociedad (Cabrera, 2017; Núñez, 2017; Vidal & Rivera, 2007).

Lo que da como rol al profesor el de docente-investigador, la actividad del docente se centra en la perspectiva procedimental y conceptual, tomando sus observaciones en un diario de campo para la toma de decisiones guía al alumno para que construya procedimientos y conceptos (en principio) y le deja paulatinamente el control de su aprendizaje (Osses & Jaramillo, 2008).

El diseño de la secuencia didáctica toma como base la visualización matemática y la resolución de problemas matemáticos. Lo que centra a la graficación como una forma particular de visualización de procedimientos y conceptos matemáticos, la visualización matemática es una habilidad para representar, transformar, generar, comunicar, argumentar, documentar y relacionar información “teórica”, visual y coloquial. Así la visualización se considera un proceso mental, que impacta las áreas del conocimiento matemático y científico promoviendo el desarrollo del pensamiento matemático. La visualización se relaciona con las estructuras cognitivas que se usan para resolver problemas, con las relaciones abstractas que se formulan entre las diversas representaciones de un objeto matemático a fin de operar con ellas para obtener un resultado (Cantoral & Montiel, 2001).

Se parte de la resolución de problemas en el ámbito académico disciplinar, donde el estudiante pueda conjeturar, analizar, integrar información, elaborar hipótesis, confrontar, reflexionar, argumentar y comunicar ideas (Del Valle & Curotto, 2008).

La secuencia didáctica articula la dimensión cognitiva (la disciplina), la dimensión metacognitiva y la dimensión socioafectiva. La dimensión cognitiva: se trabajó con la resolución de problemas en la visualización de conceptos de funciones de  $R^n \rightarrow R^m$  sus

características y propiedades, tema central de la unidad de aprendizaje: Cálculo vectorial del segundo semestre del tronco común del área de Formación en Ciencias Básicas, de la ESIME Culhuacan. En los problemas los estudiantes tienen que cuidar de cubrir la lista de cotejo correspondiente. En la figura 1, se pueden apreciar la forma en que se articulan las dimensiones: cognitiva, afectiva (socioafectiva) y metacognitiva. Las tres dimensiones se traslapan entre sí a través de la mediación docente.

Fig. 1. Articulación de la información en la lista de cotejo.

Aprender a aprender (sus dimensiones)		La actividad debe tener:	Descripción del indicador
Dimensión Afectiva ( automotivación, auto-estima, valores, compromiso ético)	Dimensión Metacognitiva	1) Planteamiento	En el planteamiento se debe involucrar un bosquejo que evidencié los datos, los requerimientos y la información a utilizar.
		2) Coherencia y pertinencia en el desarrollo	Comunica las ideas con orden, claridad, coherencia y pertinencia.
		3) Regulación y control del conocimiento	Justifica por qué la solución resultante es correcta, lo que permite revisar si lo que realizó es lo adecuado o no.
	Dimensión cognitiva	4) Argumentación y justificación	En el desarrollo de la solución, debe argumentar brevemente correlacionando la notación gráfica, la matemática simbólica, los conceptos y el lenguaje coloquial.
		5) Manejo y entendimiento del lenguaje matemático; coordinación de los diferentes registros de representación semiótica.	Indicador esencialmente cognitivo y vinculación con las otras dimensiones.
Auto-evaluación, co-evaluación, propósitos logrados y aspectos a mejorar			

### La muestra poblacional

El semestre “se divide” en tres parciales y un examen extraordinario. El docente es “libre” de evaluar como desee su curso, pero debe asentar sus evaluaciones dentro de un periodo de tiempo de tres días previamente especificados en la plataforma de gestión escolar. Se trabajó con dos grupos, reportados en este trabajo como grupo 1 y grupo 2.

Grupo 1: al inicio del semestre se tenían 20 alumnos inscritos, al finalizar el primer parcial en lista había 20 alumnos inscritos. En el aula se presentaron 16 estudiantes. Al finalizar el segundo parcial en lista había 19 estudiantes, se presentaron en el aula 15 estudiantes. Al finalizar el tercer parcial a los exámenes se presentaron 8 estudiantes y a clase se presentaban 11.

Grupo 2: al inicio del semestre se tenían 20 estudiantes inscritos. Al final del primer parcial en lista había 18 estudiantes. A los exámenes se presentaron 14 estudiantes. Al finalizar el segundo parcial en lista había 17 estudiantes, a los exámenes se presentaron 14 estudiantes. Al finalizar el tercer parcial a los exámenes se presentaron sólo 11 estudiantes.

El promedio de edades está en el rango de 19 a 21 años. Sólo hay una mujer por cada grupo.

### Materiales e instrumentos

Instrumento: lista de cotejo, se tomó de base para la secuencia didáctica, el instrumento se diseñó en base al enfoque socioformativo, en ella se articulan las dimensiones: cognitiva, metacognitiva y socioafectiva. Se eligió una lista de cotejo para ir induciendo el trabajo del estudiante de forma consiente con la intención de promover una metodología para la resolución de problemas, un proceso metacognitivo base de toda competencia que se desee desarrollar dentro de un proceso de mejora continua y la promoción de valores como la honestidad, responsabilidad, la corresponsabilidad, el autoconocimiento, entre otros, Anexo A.

El problemario, los problemas que se tomaron fueron tomados del Larson (2005), y sólo se requería que el estudiante entregara la resolución siguiendo la lista de cotejo. Cada temática principal se retroalimentaba con la resolución de un problemario resuelto colaborativamente en equipos de tres y, de cada problemario se resolvía un examen de manera individual Cada problemario corresponde a una temática central del programa (IPN, 2004).

Diario de campo, durante todo el curso el docente llevó un diario de campo, registrando observaciones en base a los criterios de la lista de cotejo (resolución de problemas), trabajo colaborativo y los valores promovidos.

Durante la actividad realizada por los estudiantes, el docente es un guía para que la forma de cubrir la lista de cotejo sea enriquecedora hacia el conocimiento y el proceso metacognitivo, articulando de esta forma las tres dimensiones. Después de cada examen se realizó una reflexión grupal relacionada con los avances de los propósitos del curso.

## **Resultados**

### **El trabajo de los estudiantes**

#### **Dimensión cognitiva**

En el trabajo realizado por los estudiantes (problemarios y exámenes, de manera sintética) evaluado con la lista de cotejo se puede apreciar el planteamiento hecho por los estudiantes de sus hipótesis, la interpretación conceptual a través del manejo de los diferentes registros de representación semiótica de una función (el registro tabular de la función dada relacionada con la información gráfica) como argumentación y justificación de la conclusión obtenida y así mismo la constatación gráfica de la hipótesis previamente elaborada, todo esto plasmado y analizado por el resultado de sus exámenes relacionados con sus calificaciones, los resultados se pueden ver en las siguientes gráficas.

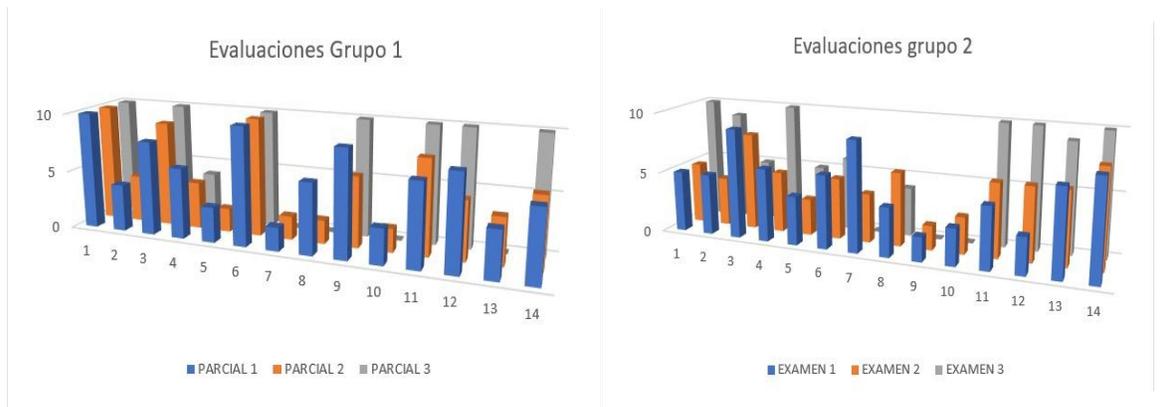


Fig. 2 Las evaluaciones de los estudiantes durante todo el curso.

El proceso de aprendizaje así pretende poner el énfasis en actividades que plantean situaciones problemáticas cuya resolución requiere del planteamiento, el análisis, la integración de la información, el descubrir y elaborar hipótesis, el confrontar las ideas con los integrantes del equipo, la reflexión, el argumentar y comunicar ideas, la comunicación asertiva de forma consiente, auto-reflexiva y autocrítica (Del Valle & Curotto, 2008).

Del diario de campo: con el trabajo realizado, y la participación activa, consiente y comprometida (como en el caso presentado), los estudiantes logran utilizar la lista de cotejo como instrumento que promueve la articulación de las tres dimensiones, ya que se introducen en un proceso metacognitivo a través de la auto-reflexión de cada actividad cognitiva cualificada por el instrumento y guiada por el docente.

Duval (1993), señala: “La comprensión (integradora) de un contenido conceptual reposa en la coordinación de al menos dos registros de representación, y esta coordinación se manifiesta por la rapidez y la espontaneidad de la actividad cognitiva de conversión” en (Ibarra, Bravo y Grijalva, 2001, pp 108). Esto logra por una parte que el estudiante le dé un sentido y significado al contenido matemático y por otra que interactúe con diferentes representaciones del objeto matemático, lo que lo habilita en la conversión de sistemas semióticos y por ende en la aplicación de los conceptos matemáticos en diferentes contextos. En esta forma se activa la dimensión cognitiva y mediante la lista de cotejo se articula con la dimensión afectiva y la dimensión metacognitiva.

### **Dimensión metacognitiva**

El desarrollar habilidades de un proceso metacognitivo a través de las actividades diferentes y paralelas al curso que se lleve en el momento o con actividades fuera de tiempo origina un problema en principio con el manejo de los tiempos del curso, en este estudio se apreció que con una lista de cotejo socioformativa la promoción del proceso metacognitivo se puede ir construyendo dentro de las actividades del desarrollo del curso (García et al, 2015; Melgar & Elisondo, 2017). A este respecto, el estudiante puede seguir el proceso de la resolución de sus problemas de manera consiente e inclusive hacer la transferencia de esta metodología en otras asignaturas como física y química. Ya ha logrado dar un sentido a

sus acciones y relacionarlas con sus consecuencias. Se ha sensibilizado ante los métodos que usa para aprender y mejorar en su aprendizaje.

### **Dimensión socioafectiva**

Otros de los resultados encontrados da cuenta de que la visualización matemática mediante el trabajo colaborativo es un buen medio para operar en el proceso cognitivo y en la dimensión socioafectiva, ya que lo que importa en el aprendizaje de las matemáticas es lograr que los estudiantes sean capaces de relacionar muchas maneras de representar los contenidos matemáticos y que a través del trabajo colaborativo compartiendo el fin común (aprender matemáticas) entran en un proceso de mejora y superación de problemas de diferente índole -no nada más de la disciplina-. Además, la vivencia de valores les ha dado más seguridad en sus desempeños como personas dentro de la institución educativa. Es pertinente resaltar que cuando el estudiante se hace consciente de como van evolucionando sus conocimientos la automotivación se hace presente y es un factor primordial para la mejora continua (Norman, 2016; .

### **Conclusiones**

Los resultados obtenidos en el estudio permiten apreciar que en la construcción del conocimiento en el nivel superior es importante incorporar la dimensión cognitiva y la dimensión metacognitiva en el marco de la socioformación para promover una formación integral ya que de esta forma se incorpora la dimensión socioafectiva.

A partir de los resultados es posible inferir que el estudiante puede ser competente y tener un mejor desempeño si utiliza y desarrolla conscientemente su conocimiento metacognitivo para controlar, autorregular y retroalimentar eficazmente su aprendizaje con el propósito de una mejora continua.

Así también se evidencia la importancia de que el profesor asuma el rol de docente-investigador, preparándose día a día en esta dirección en el marco socioformativo ya que le orientaría a un mejor desempeño docente.

### **Referencias**

- Cabrera, L. (2017). *La investigación-acción: una propuesta para la formación y titulación en las carreras de Educación Inicial y Primaria de una institución de educación superior privada de Lima*. Educación, vol. XXVI, núm. 51, pp. 137-157. Recuperado de: <https://doi.org/10.18800/educacion.201702.007>
- Cantoral R., Montiel G. (2001). *Funciones, Visualización y Pensamiento Matemático*. Prentice Hall & Pearson Edición. México.
- Del Valle M. & Curotto M. (2008). La resolución de problemas como estrategia de enseñanza y aprendizaje. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* Vol. 7

- Nº2. Recuperado de:  
[http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen7/ART11\\_Vol7\\_N2.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen7/ART11_Vol7_N2.pdf)
- Fernández N. (2013). Instrumentos de evaluación en la Investigación Educativa. Primera reimpresión. Edit. Trillas. México.
- García, T., Cueli, M. Rodríguez, C. Krawc, J. & González-Castro, P. (2015). Conocimiento y habilidades metacognitivas en estudiantes con un enfoque profundo de aprendizaje. Evidencias en la resolución de problemas matemáticos. Revista de Psicodidáctica, vol. 20, núm. 2, pp. 209-226. Recuperado de:  
<http://www.redalyc.org/pdf/175/17541412001.pdf>
- Hernández-Mosqueda, J., Tobón-Tobón, S. & Guerrero-Rosas, G. (2016). Hacia una evaluación integral del desempeño: las rúbricas socioformativas. Ra Ximhai, vol. 12, núm. 6, pp. 359-376. Recuperado de:  
<http://www.redalyc.org/pdf/461/46148194025.pdf>
- Ibarra S., Bravo J., Grijalva A. (2001). El papel de los registros de representación semiótica en La enseñanza del cálculo diferencial. Proyecto de investigación realizado durante el año 2000 y primer semestre del año 2001. Universidad de Sonora. Recuperado de  
<http://semana.mat.uson.mx/MemoriasXVII/XII/Ibarra%20Olmos.pdf>
- IPN. (2004). Materiales para la Reforma. Un nuevo modelo Educativo para el IPN. V.1. Dirección de Publicaciones. México.
- Larson, R. (2005). Calculo (Vol. II). 8ª. Ed. Mc Graw-Hill, México.
- Massié, A. (2010). El Estudiante Autónomo y Autoregulado. Curso: Los recursos TIC, favorecedores de estilos docentes flexibles y de estrategias de aprendizaje autónomo  
Recuperado de  
[http://autonomouslearningteacherkat.weebly.com/uploads/1/6/7/1/16715350/doc\\_2.pdf](http://autonomouslearningteacherkat.weebly.com/uploads/1/6/7/1/16715350/doc_2.pdf)
- Melgar, M. & Elisondo, R. (2017). Metacognición y buenas prácticas en la universidad. ¿Qué aspectos valoran los estudiantes? Innovación Educativa, vol. 17, núm. 74. Pp. 17-38. Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/ie/v17n74/1665-2673-ie-17-74-00017.pdf>
- Norman, E.& Furnes, B. The relationship between metacognitive experiences and learning: Is there a difference between digital and non-digital study media? Computers in

- Human Behavior. Vol. 54, pp. 290-300. Recuperado de:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0747563215300637>
- Núñez, J. (2017). Los métodos mixtos en la investigación en educación: hacia un uso reflexivo. Cuadernos de Pesquisa. Vol. 47, núm. 164, pp. 632-649. DOI:  
<http://dx.doi.org/10.1590/198053143763>
- Osses S. & Jaramillo S. (2008). Metacognición: un camino para aprender a aprender. Estudios Pedagógicos XXXIV, N° 1: 187-197, 2008. Recuperado de:  
<http://www.scielo.cl/pdf/estped/v34n1/art11.pdf>
- Rodríguez L., Aniceto P. y Rojo M. (2013). Competencias, metacognición y matemáticas. Caso de estudio en el nivel superior. Memorias del III Congreso Internacional de Experiencias en la Formación y Evaluación de Competencias. CIFCOM 2013. México.
- Rodríguez-Peralta, M.L., Nambo, J. & Lugo, A. (2017). Lista de cotejo medio didáctico para la formación integral en ingeniería: Estudio de caso. AMMCI Memorias de Congresos. Revista de la Asociación Mexicana de Metodología de la Ciencia y de la Investigación, A.C. Vol. 1, núm. 2., pp. 222-236.
- Tobón S., González, L., Nambo, J. & Vázquez, A. (2015). La Socioformación: Un Estudio Conceptual. Paradigma, Vol. XXXVI, N° 1; Junio de 2015/ 7 – 29.
- Tobón S.,(2013). Los proyectos formativos: transversalidad y desarrollo de competencias para la sociedad del conocimiento. México. CIFE
- Vidal, M. & Rivera,N. (2007). Investigación-acción. Educación Médica Superior. Vol. 21, núm. 4. Recuperado de: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0864-21412007000400012&lng=es&tlng=es](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412007000400012&lng=es&tlng=es)

## ANEXO A

### LISTA DE COTEJO PARA EVALUACIÓN DE ACTIVIDADES DE CÁLCULO VECTORIAL

Desempeño	Aplica elementos del Pensamiento Matemático Avanzado para aprender y construir conocimiento en diversos contextos mediante el cálculo vectorial, el trabajo colaborativo y con compromiso ético.
Situación problema del contexto	Crear una metodología propia para la resolución de problemas del contexto de forma colaborativa que permita desarrollar el pensamiento matemático avanzado mediante el cálculo vectorial.
Evidencias	Documentos y archivos electrónicos con solución de actividades trabajados colaborativamente.

FECHA \_\_\_\_\_

INDICADORES	PROBLEMA								PORCENTAJE ASIGNADO* LO PRESENTA	
	1		2		3		4			
¿LO PRESENTA?	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO	SI	NO
¿Al inicio de la solución del problema se indica lo que se va a hacer para llegar a lo requerido? IDENTIFICACIÓN DEL PROBLEMA Y PLANTEAMIENTO									100	0%
En la solución del cada problema se indican y justifican las fórmulas que se emplean en la solución? ARGUMENTACIÓN									100	
La notación matemática utilizada es correcta y coherente con el problema? MANEJO Y ENTENDIMIENTO DEL LENGUAJE MATEMÁTICO; COORDINACIÓN DE LOS DIVERSOS REGISTROS DE REPRESENTACIÓN									100	
La solución del problema se presenta limpia y de manera ordenada? COHERENCIA Y PERTINENCIA EN EL DESARROLLO									100	
Justifica por qué la solución del problema es correcta? REGULACIÓN Y CONTROL DEL CONOCIMIENTO									100	

AUTO-EVALUACIÓN CALIFICACIÓN								
CO-EVALUACIÓN : CALIFICACIÓN								TOTAL
HETERO-EVALUACIÓN CALIFICACIÓN								

\*Se promedia todo para la evaluación final (verticalmente primero y luego estos promedios se promedian horizontalmente)

**NOMBRES CO-EVALUACIÓN:**  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**PROPÓSITOS LOGRADOS (Por qué?):**  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**ASPECTOS A MEJORAR (Por qué?):**  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**NOMBRES AUTO-EVALUACIÓN:**  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**PROPÓSITOS LOGRADOS (Por qué?):**  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**ASPECTOS A MEJORAR (Por qué?):**  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

OBSERVACIONES

---

# 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.

## Gestión del Conocimiento y el Entorno Social



## 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](mailto: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](mailto:afpatino@est.colmayor.edu.co), anfepepe@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](mailto:jfmejia@est.colmayor.edu.co), [jhonfmejiaz@gmail.com](mailto: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 complejo 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 devenido 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.

<b>Objeto Arquitectónico</b>	<b>Declaratoria Patrimonial</b>	<b>Acto administrativo</b>
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. Cuestionario para residentes y venteros
Encuestas	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 pluridisciplinarias 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.

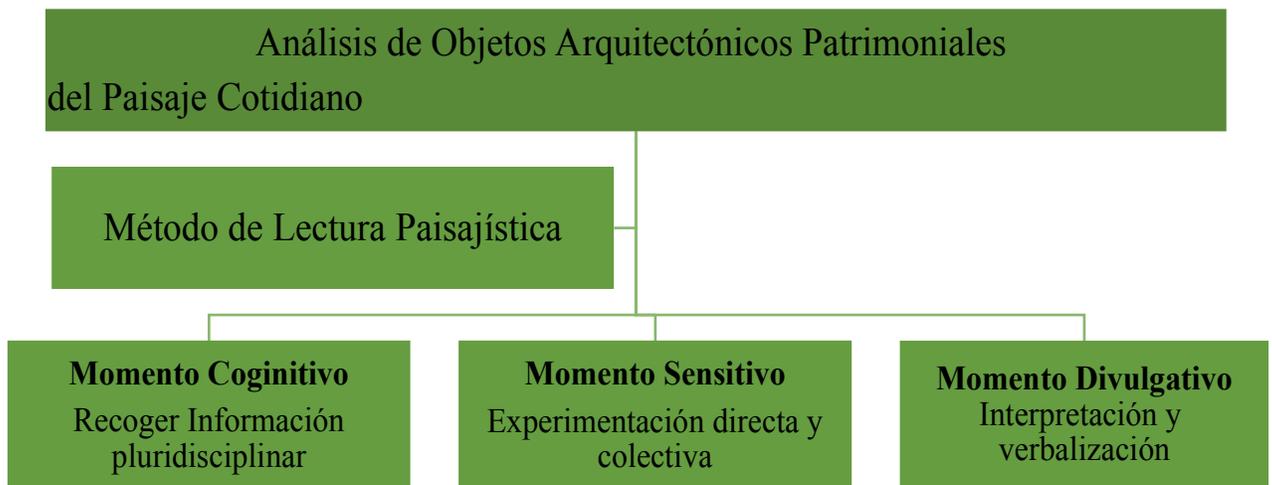


Figura 4. Síntesis del Método de Lectura Paisajística.  
Fuente: Construcción propia.

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 releieron 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

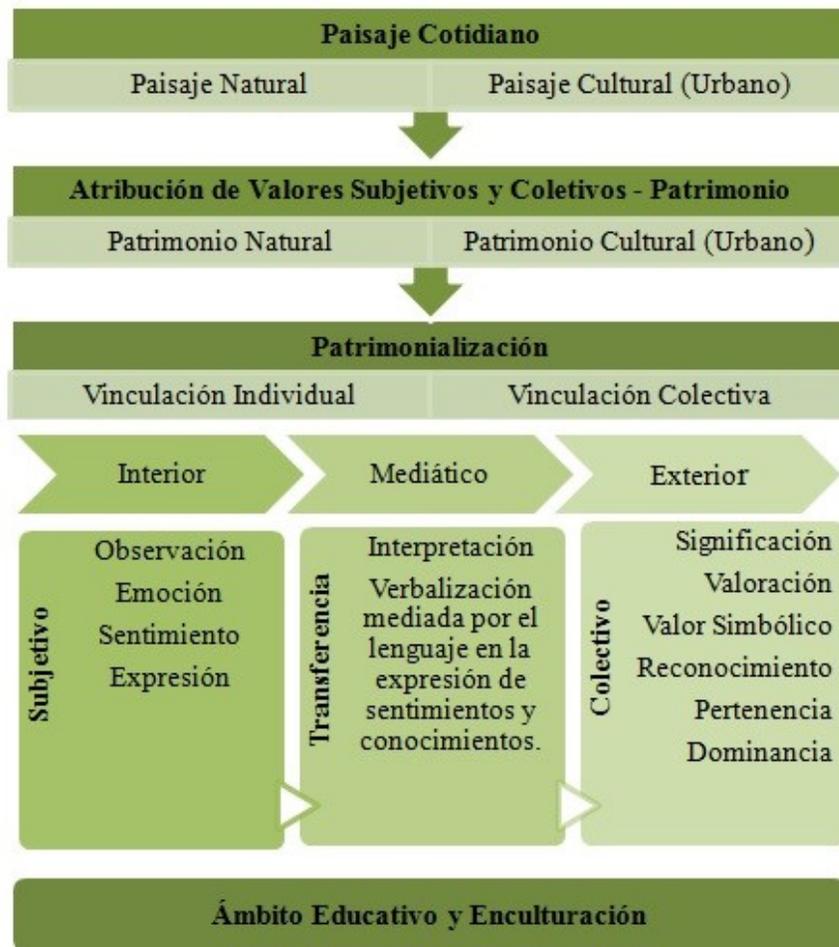
mostraron ciertas diferencias que destacaremos. Inicialmente se muestra la construcción que desde las relaciones temáticas se establecieron en todo el proceso, partiendo desde el concepto de paisaje su vinculación con el patrimonio, la construcción de patrimonio, el proceso de patrimonialización, mediado 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



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 allá 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 inconmensurable 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 el 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 del 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 transmite 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 modifica 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)

# La Industria 4.0



## 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:

## Clasificación de objetos a través de momentos invariantes y descriptores de bordes

<sup>1</sup>Alejandro Morejón Ortega, <sup>2</sup>Pamela Chiñas Sánchez, <sup>3</sup>Everardo E. Granda Gutiérrez,  
<sup>4</sup>Pedro Pérez Villanueva, <sup>5</sup>José Alejandro Almeda Rivas  
<sup>1,4,5</sup>Corporación Mexicana de Investigación en Materiales  
<sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Saltillo  
<sup>3</sup>Universidad 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](mailto:amorejon@comimsa.com), [amorejon1991@gmail.com](mailto: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](mailto:pamech@itsaltillo.edu.mx) ; [pame.ch.s@gmail.com](mailto: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](mailto:eegrandag@uaemex.mx) ; [eegrandag@gmail.com](mailto: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](mailto: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.amedad@comimsa.com](mailto:jose.amedad@comimsa.com), [josealmeda84@gmail.com](mailto: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 sobre entrenamiento 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, Ramsum, 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.

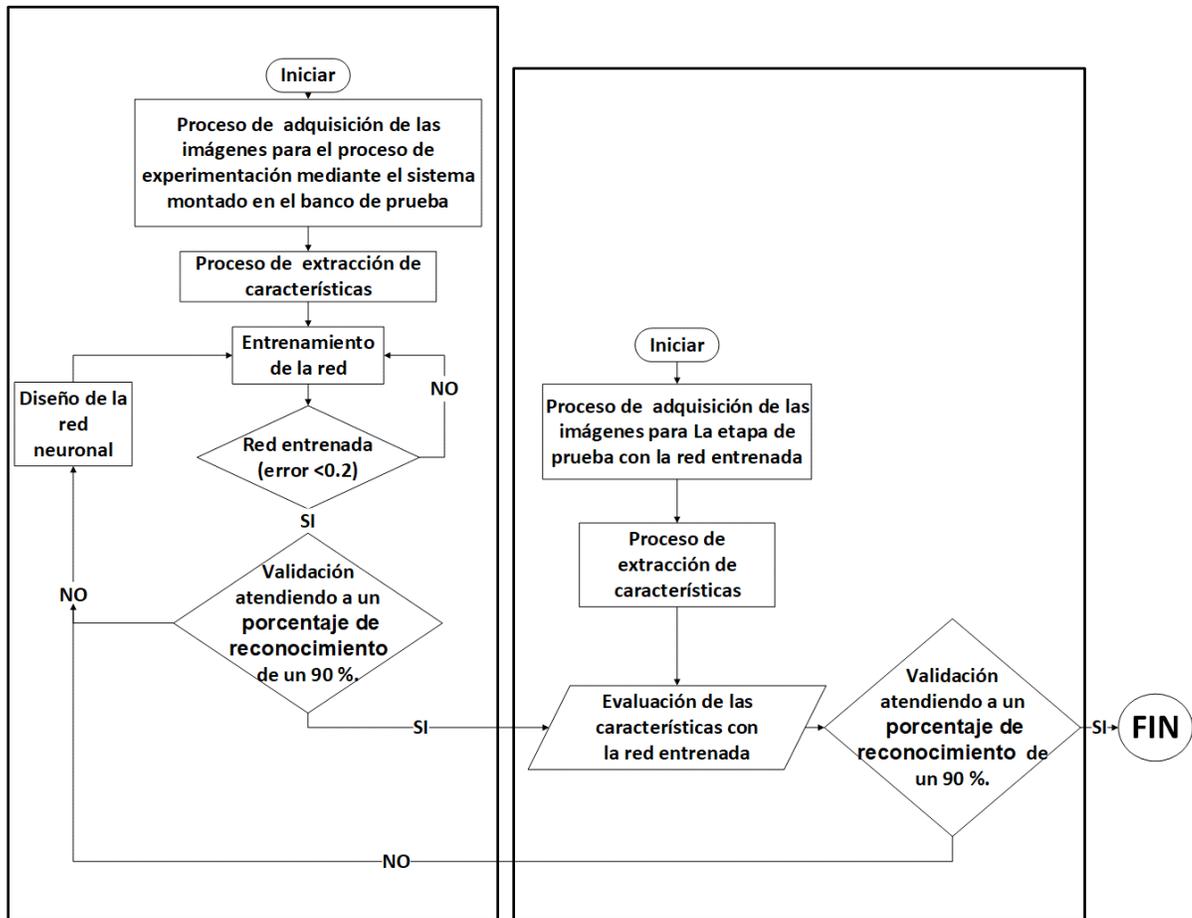


Figura 1. Proceso de reconocimiento de imágenes

**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.

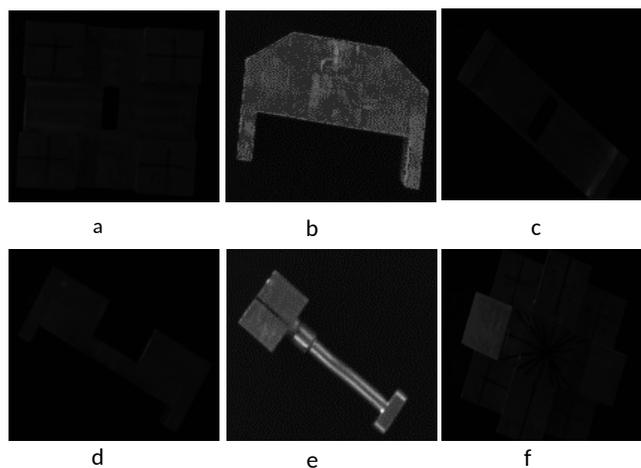


Figura 2. Diferentes tipos de objetos con posición y orientación aleatoria: a) Pieza 1, b) Pieza 2, c) Pieza 3, d) Pieza 4, e) Pieza 5, f) Pieza 6.

### 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.

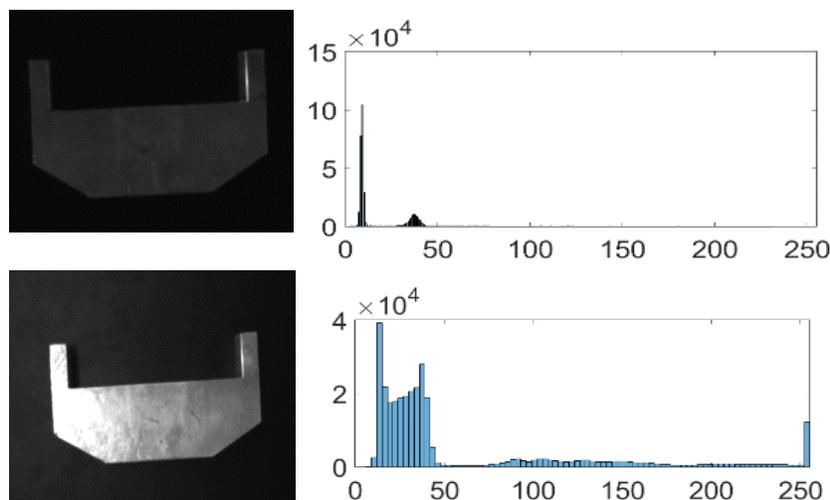


Figura 3. Efecto de la iluminación en el histograma de una imagen.

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:

$$m_{pq} = \sum_{x=1}^N \sum_{y=1}^M x^p y^q I_D(x, y) \quad p, q = 0, 1, 2, \dots, \infty \quad (2)$$

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:

$$\mu_{pq} = \sum_{x=1}^N \sum_{y=1}^M (x - \bar{x})^p (y - \bar{y})^q I_D(x, y) \quad p, q = 0, 1, 2, \dots, \infty \quad (3)$$

$$\text{Donde } \bar{x} = \frac{m_{10}}{m_{00}} \text{ y } \bar{y} = \frac{m_{01}}{m_{00}}$$

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:

$$\eta_{pq} = \frac{\mu_{pq}}{m_{00}^{\frac{(p+q)+1}{2}}} \quad (4)$$

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).

$$\varnothing_1 = \eta_{20} - \eta_{02}, \quad (5)$$

$$\varnothing_2 = (\eta_{20} - \eta_{02})^2 + 4\eta_{11}^2, \quad (6)$$

$$\varnothing_3 = (\eta_{30} - 3\eta_{12})^2 + (3\eta_{21} - \eta_{03})^2, \quad (7)$$

$$\varnothing_4 = (\eta_{30} + 3\eta_{12})^2 + (\eta_{21} + \eta_{03})^2, \quad (8)$$

$$\varnothing_5 = (\eta_{11} 30 - 3\eta_{12})(\eta_{11} 30 + \eta_{12}) \quad (10)$$

$$\varnothing_6 = (\eta_{11} 20 - \eta_{02}) \quad (10)$$

$$\varnothing_7 = (3\eta_{11} 21 - \eta_{03})(\eta_{11} 30 + \eta_{12}) \quad (11)$$

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).

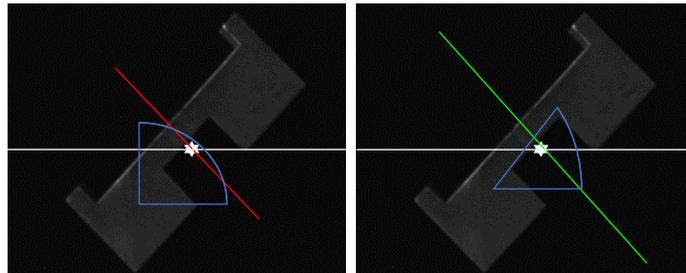


Figura 4. Ángulo de rotación correcto de la pieza respecto a su eje longitudinal.

## 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.

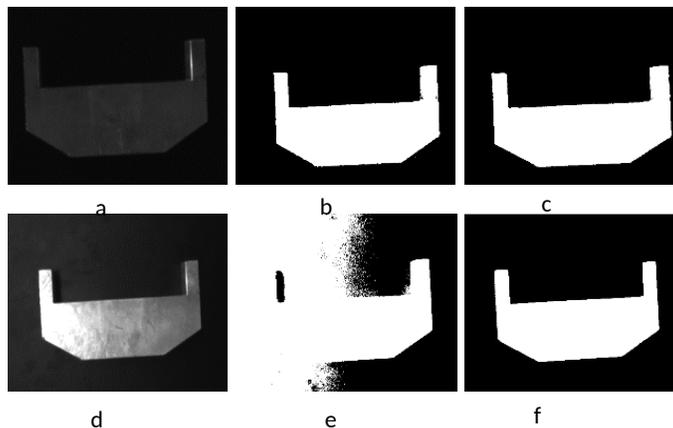


Figura 5. Etapa de preprocesamiento: a) y d) imágenes originales, b) y e) binarización umbral global=0.1, c) y f) binarización con algoritmo propuesto.

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)).

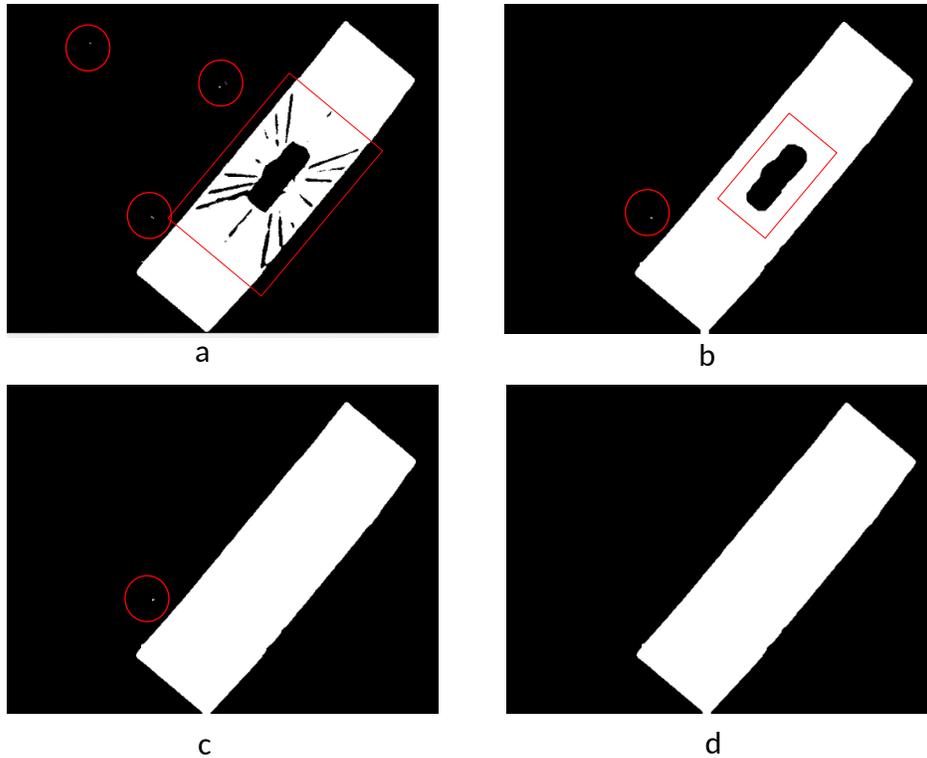


Figura .6 Etapas de preprocesamiento: a) Proceso de binarización, b) Dilatación y erosión, c) y d) Eliminación del ruido de binarización.

### 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.

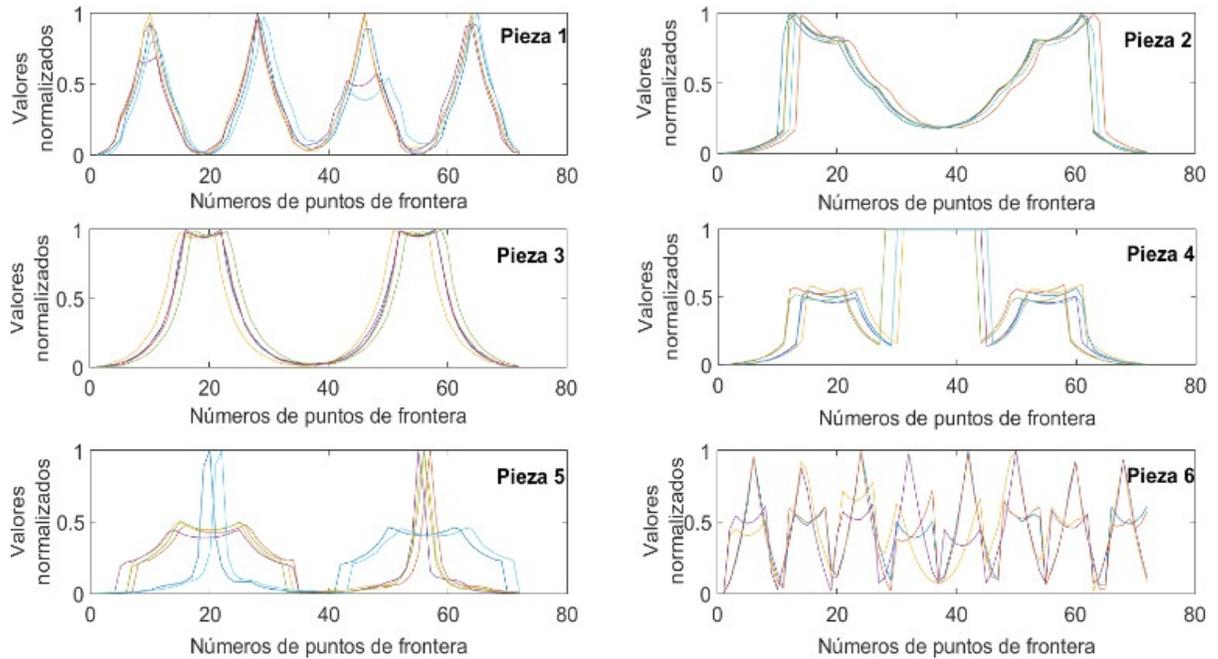


Figura 7. Patrones obtenidos mediante el algoritmo BOF para cada objeto.

### 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)
$\varnothing_1$	0.295	0.294	0.296
$\varnothing_2$	0.0444	0.0437	0.0449
$\varnothing_3$	0.00416	0.00418	0.00394
$\varnothing_4$	0.000720	0.000663	0.000611
$\varnothing_5$	$-1.23 \cdot 10^{-6}$	$-1.1 \cdot 10^{-6}$	$-9.24 \cdot 10^{-7}$
$\varnothing_6$	$-1.51 \cdot 10^{-4}$	$-1.38 \cdot 10^{-4}$	$-1.29 \cdot 10^{-4}$
$\varnothing_7$	$1.5 \cdot 10^{-6}$	$3.7 \cdot 10^{-8}$	$4.46 \cdot 10^{-7}$

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.

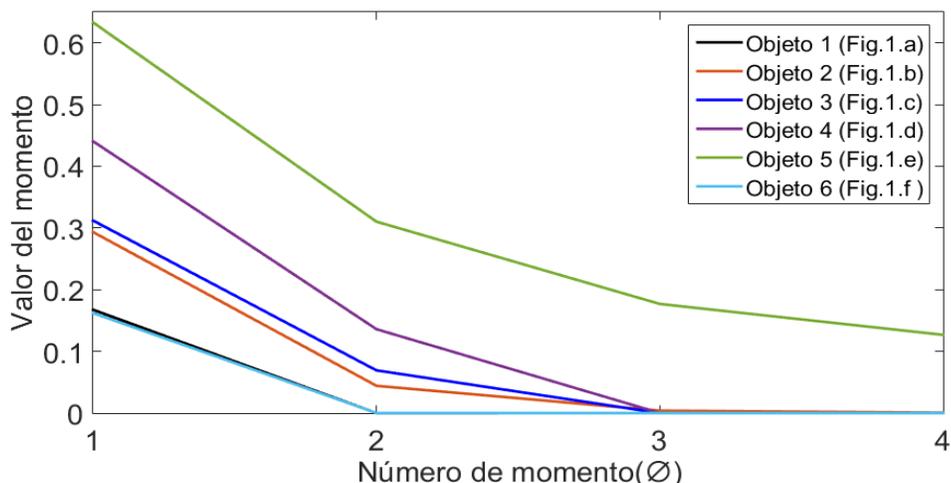


Figura 8. Momentos medios de cada una de los objetos.

### 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%
			10		
	MI	3 (Sigmoial)	1 (Tangencial)	15	10000
2 (Tangencial)			15	7000	0.03%
6 (Tangencial)		1 (Tangencial)	15	5000	0.05%

		2 (Tangencial)	15 1 A5	9000	0.015%
--	--	-------------------	------------	------	--------

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 ( $\pm 2$  grados) e irrelevantes para los requisitos de manipulación y mejores que los obtenidos por (Cabrera, Juárez, Cabrera, Osorio, & Gomez, 2010) quienes lograron un error en el ángulo de orientación de las piezas de  $\pm 9$  grados y fue lo suficientemente bueno para que el robot pueda manejar las piezas.

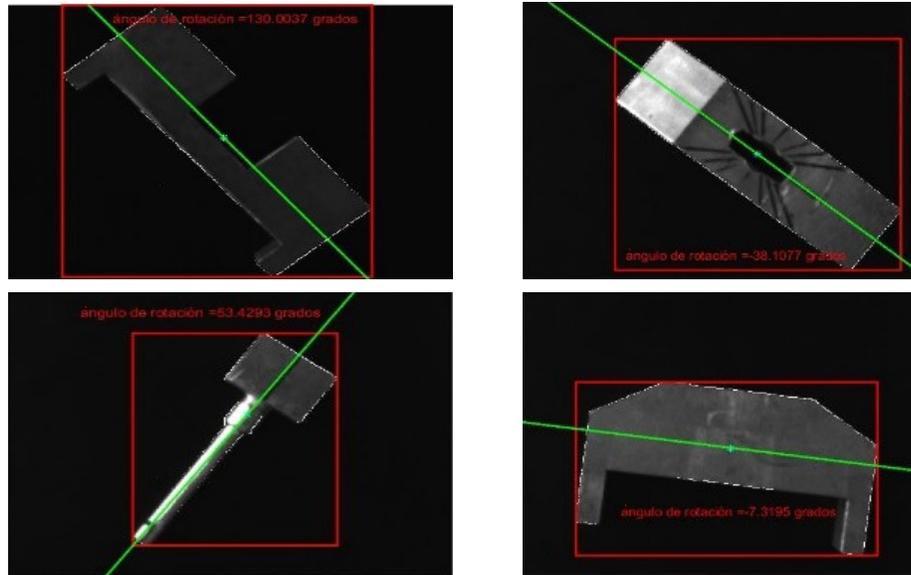


Figura 9. Determinación del ángulo de rotación de los objetos.

## 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., Juárez, 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](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)

## 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](mailto: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](mailto: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 musculo esqueléticos [ CITATION Bru16 \l 2058 ] . 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 [ CITATION Mae \l 2058 \m Die].

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 [ CITATION Reb017 \l 2058 ].

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 [CITATION erg18 \l 2058 ].

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 el 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[ CITATION Ale \l 2058 ],

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.

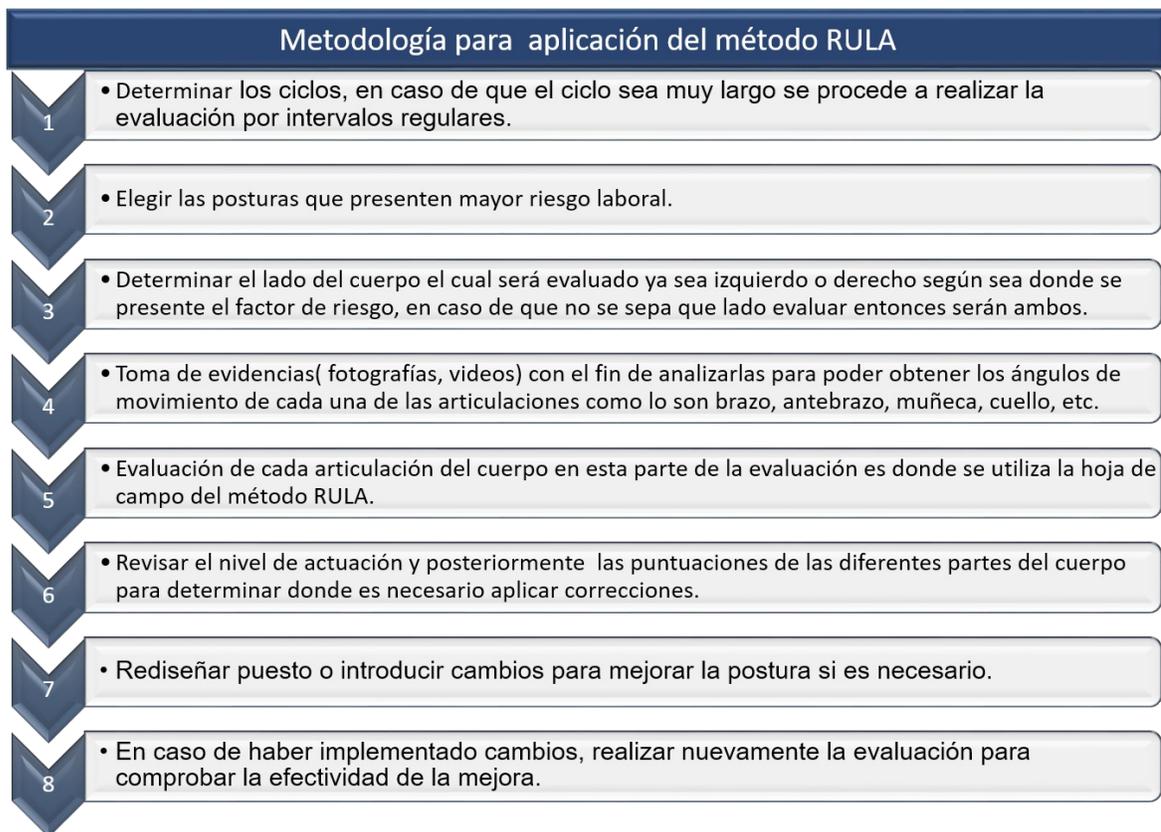
Ahora bien, existen datos que demuestran que es necesario crear conciencia de la importancia de la ergonomía. En mayo del 2017 el periódico vanguardia público que en México se presentaban más de 550 mil casos de accidentes y enfermedades laborales. Dichos eventos se presentaron con frecuencia en sectores 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.[ CITATION Ram17 \l 2058 ]

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. [ CITATION Vit17 \l 2058 ]. 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 [ CITATION Vos17 \l 2058 ].

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 [ CITATION Ste16 \l 2058 ]. 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. 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

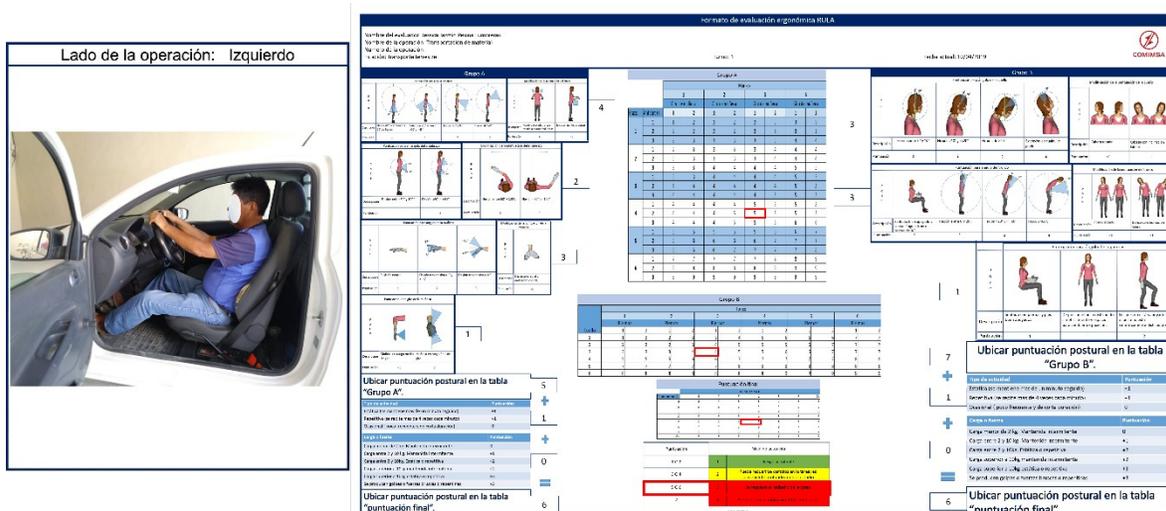
Por otro lado, la segunda área laboral evaluada usando la técnica formatos RULA se ubica en el laboratorio simulación de procesos logísticos y productivos de Corporación Mexicana de Investigación en Materiales S.A de C.V. En la Figura 3. Formatos RULA-

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 laFigura 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 se 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, las 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 llevó a cabo 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 (CELDA E SOLDADURA) por medio de Jack siemens, 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.

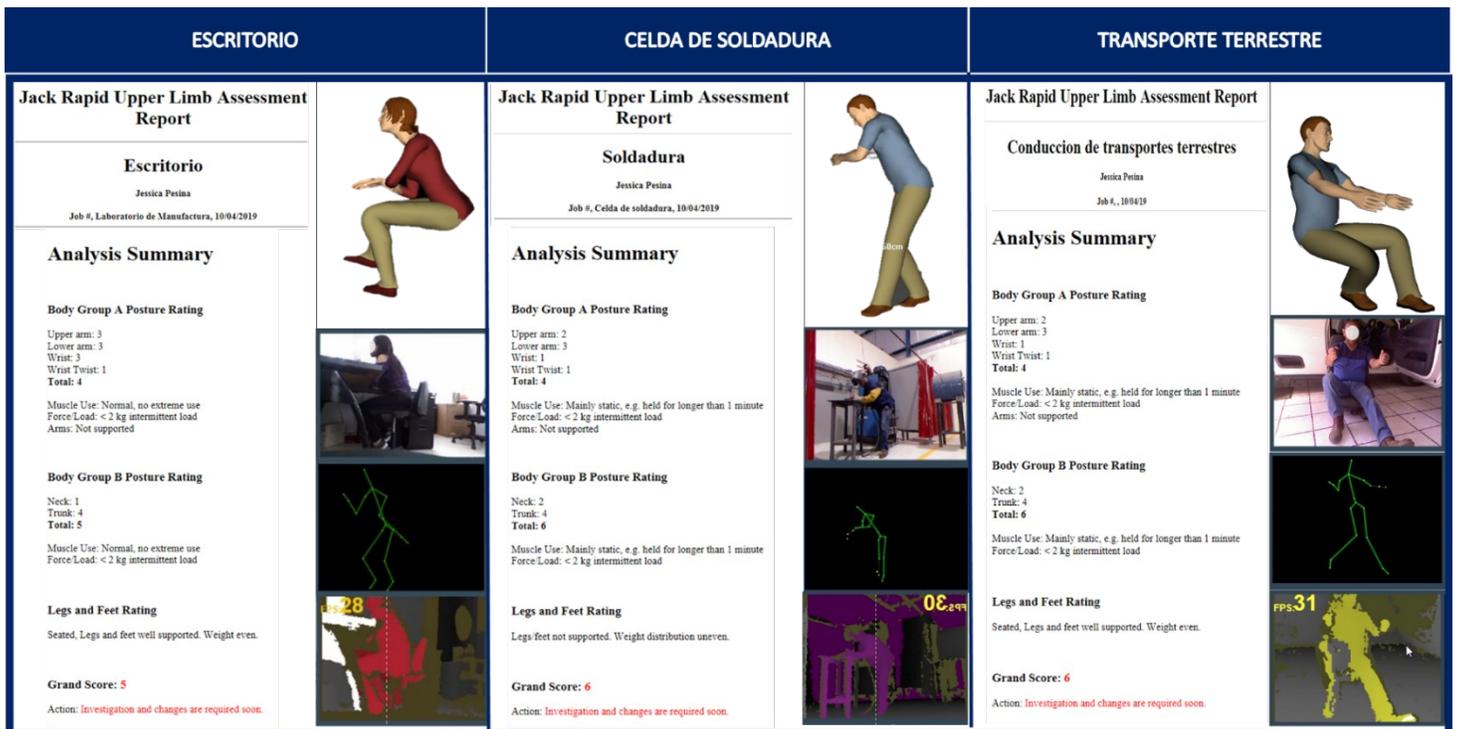


Figura 5. RULA KINECT

## 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 sistema 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 1 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 1 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 mencionados, 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 1 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 1 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 1 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 salgo 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 1 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 al 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”, talvez, 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 capaces 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.). *Ergonomía y psicología*.
- 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.

## Estimación de los ángulos de rotación e inclinación en ensamble “peg in hole” mediante lógica difusa

<sup>1</sup>Javier Bermúdez Gil, <sup>2</sup>Pamela Chiñas Sánchez, <sup>3</sup>Everardo E. Granda Gutiérrez,

<sup>4</sup>Pedro Pérez Villanueva, <sup>5</sup>Elías Carrum Siller

<sup>1,4,5</sup>Corporación Mexicana de Investigación en Materiales

<sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Saltillo

<sup>3</sup>Universidad 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](mailto:javico28042012@gmail.com) ; [javier.bermudez@comimsa.com](mailto: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](mailto:pamech@itsaltillo.edu.mx) ; [pame.ch.s@gmail.com](mailto: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](mailto:eegrandag@uaemex.mx) ; [eegrandag@gmail.com](mailto: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](mailto: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](mailto: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.

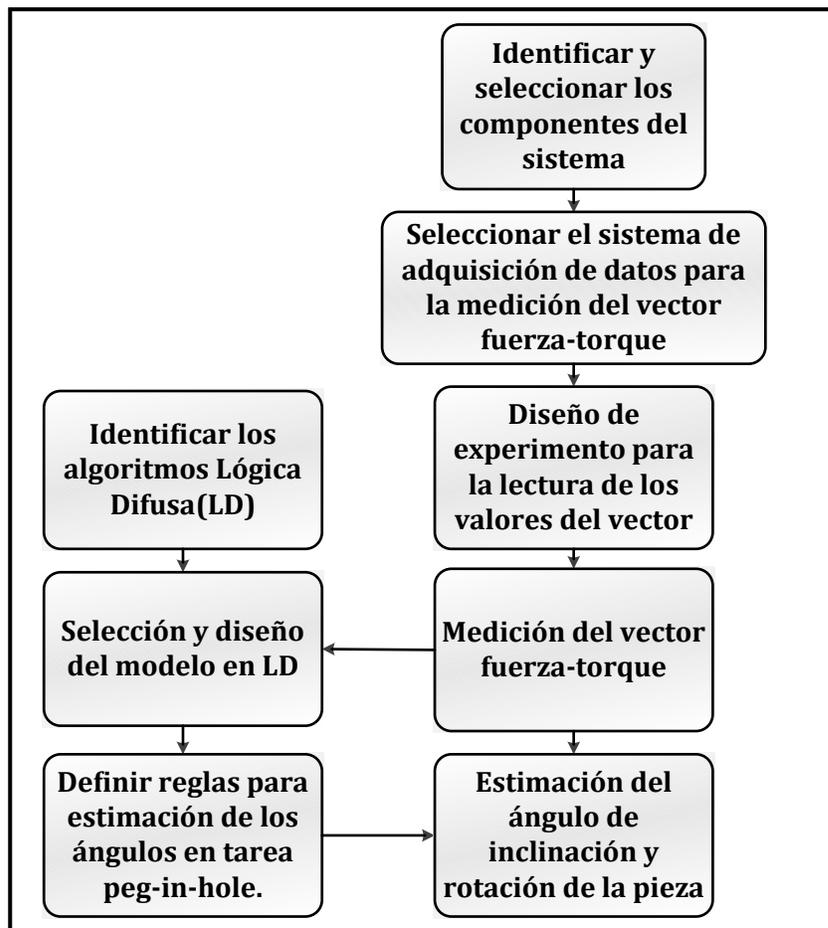


Figura 1. Etapas de la metodología.

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.

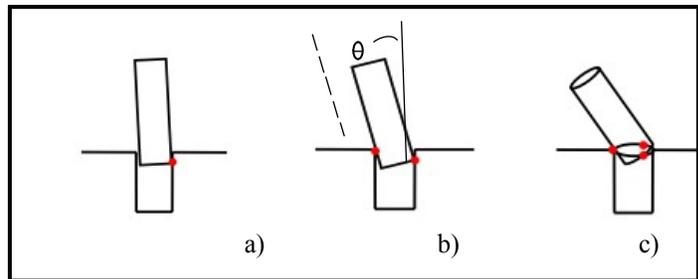


Figura 2. Posibles posiciones en el ensamble. a) 1 punto de contacto. b) 2 punto de contacto. c) 3 puntos de contacto (Tang et al., 2016).

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.

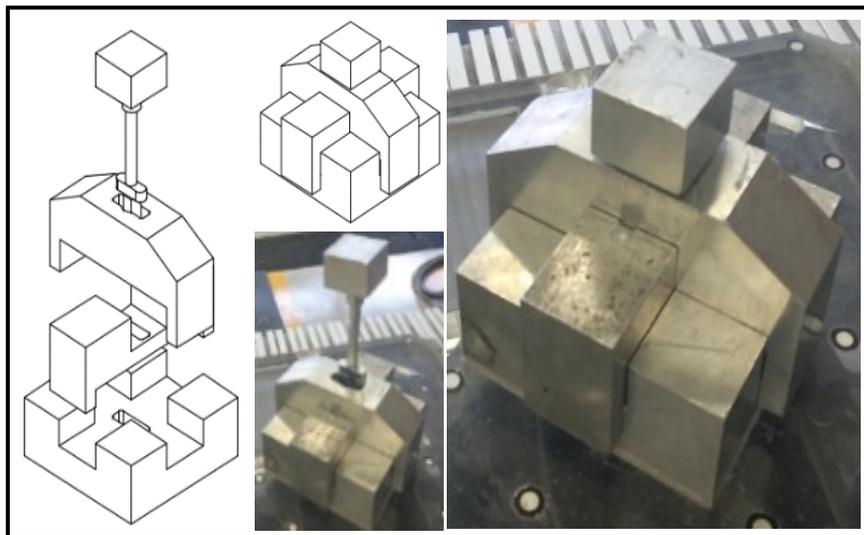


Figura 3. Piezas para el ensamble.

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).

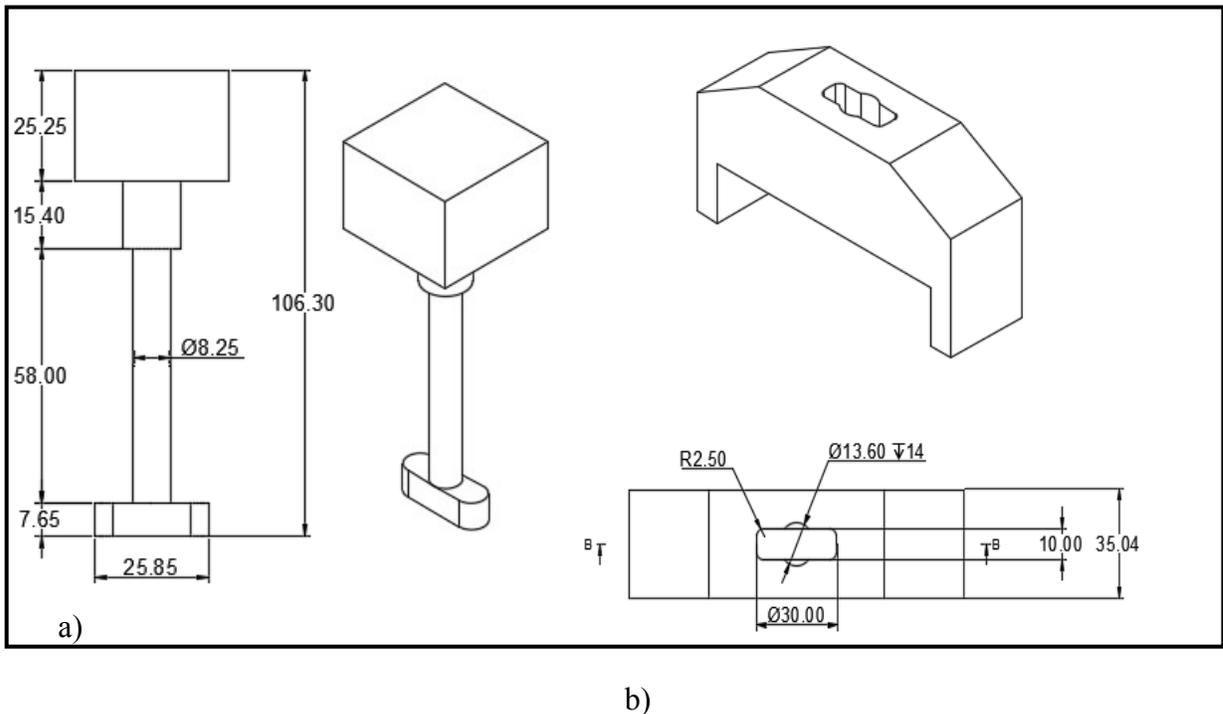


Figura 4. a) El perno (“peg”). b) el orificio en una de las piezas.

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.

$$(1) \quad V_{F/T} = [F_x, F_y, F_z, T_x, T_y, T_z]$$

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 restársele a la lectura de voltaje descrito por el vector *STG*, confirmando así el cero de la medición, teniendo como resultado el vector *bSTG* 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 *bSTG* 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.

$$(2) \quad \begin{bmatrix} STG0 \\ STG1 \\ STG2 \\ STG3 \\ STG4 \\ STG5 \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} bias0 \\ bias1 \\ bias2 \\ bias3 \\ bias4 \\ bias5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} bSTG0 \\ bSTG1 \\ bSTG2 \\ bSTG3 \\ bSTG4 \\ bSTG5 \end{bmatrix}$$

$$(3) \quad \begin{bmatrix} F_xG0 & F_xG1 & F_xG2 & F_xG3 & F_xG4 & F_xG5 \\ F_yG0 & F_yG1 & F_yG2 & F_yG3 & F_yG4 & F_yG5 \\ F_zG0 & F_zG1 & F_zG1 & F_zG3 & F_zG4 & F_zG5 \\ T_xG0 & T_xG1 & T_xG1 & T_xG3 & T_xG4 & T_xG5 \\ T_yG0 & T_yG1 & T_yG1 & T_yG3 & T_yG4 & T_yG5 \\ T_zG0 & T_zG1 & T_zG1 & T_zG3 & T_zG4 & T_zG5 \end{bmatrix} \times \begin{bmatrix} bSTG0 \\ bSTG1 \\ bSTG2 \\ bSTG3 \\ bSTG4 \\ bSTG5 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} F_x \\ F_y \\ F_z \\ T_x \\ T_y \\ T_z \end{bmatrix}$$

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  $\alpha$ , 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  $45^{\circ}$  incluyendo sus coterminales. En una segunda corrida se tomaron los valores además en  $30^{\circ}$  y  $60^{\circ}$  con sus coterminales en los demás cuadrantes.

En el caso del ángulo de inclinación, denotado con  $\theta$ , 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  $65^{\circ}$  y  $80^{\circ}$ . Para cada una de las combinaciones posibles de los ángulos  $\alpha$  y  $\theta$  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.

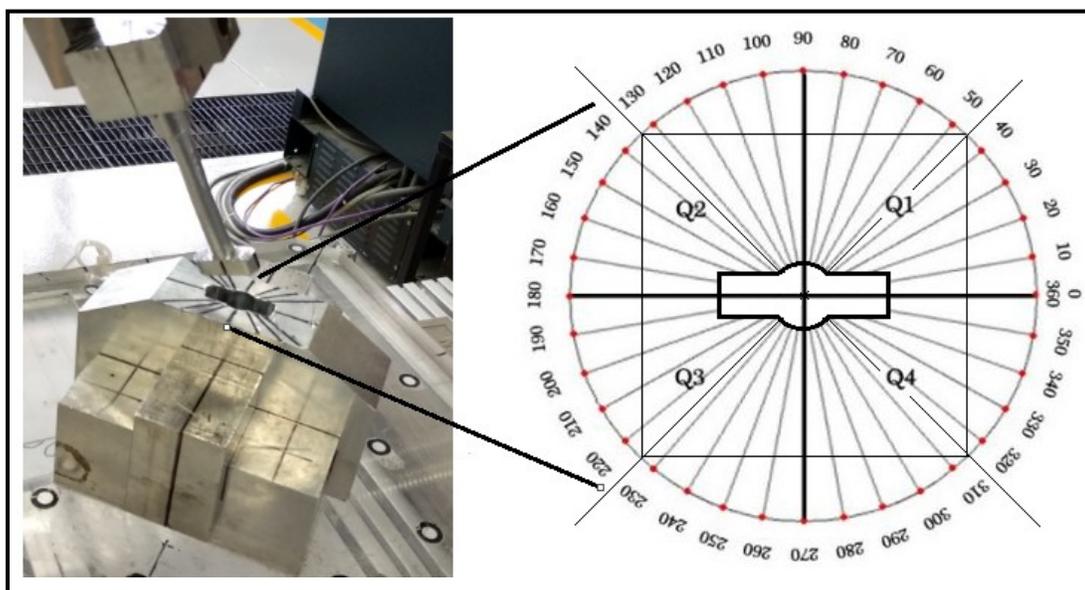


Figura 5. Valores de  $\alpha$  tomados en la experimentación en los 4 cuadrantes desde Q1 hasta Q4.

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 ( $\theta$ ,  $\alpha$ ).

## **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

$\theta=65^\circ$

	<b>Fx</b>	<b>Fy</b>	<b>Fz</b>	<b>Mx</b>	<b>My</b>	<b>Mz</b>
$\alpha=0^\circ$	-22.290	25.424	38.305	0.20 1	- 0.977	0.001
$\alpha=30^\circ$	-21.543	2.875	28.087	0.75 7	- 0.343	- 1.107
$\alpha=45^\circ$	-21.520	7.234	21.452	1.24 3	- 0.196	- 1.486
$\alpha=60^\circ$	-17.504	1.750	25.272	0.88 0	- 0.058	- 0.143
$\alpha=90^\circ$	-16.170	15.36 1	- 33.595	1.25 7	- 0.760	- 0.197

Para

$\theta=80^\circ$

	<b>Fx</b>	<b>Fy</b>	<b>Fz</b>	<b>Mx</b>	<b>My</b>	<b>Mz</b>
$\alpha=0^\circ$	-18.597	19.088	44.525	0.30 7	- 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	0.90 8	- 0.644	- 1.921
$\alpha=60^\circ$	-14.152	1.733	12.460	- 0.235	- 0.940	- 0.064
$\alpha=90^\circ$	-11.763	13.50 1	- 32.550	- 0.624	- 1.286	- 0.022

Cuadrante 2

te 2

Para

$\theta=65^\circ$

	<b>Fx</b>	<b>Fy</b>	<b>Fz</b>	<b>Mx</b>	<b>My</b>	<b>Mz</b>
$\alpha=120^\circ$	-9.177	17.03 9	- 17.069	0.81 7	- 0.731	- 0.058
$\alpha=135^\circ$	-1.880	22.17 9	- 14.770	0.91 0	- 0.202	- 0.670
$\alpha=150^\circ$	-2.054	23.26 9	- 4.284	- 0.104	- 0.537	- 0.016
$\alpha=180^\circ$	19.521	26.90 2	24.32 7	0.09 6	0.41 6	- 0.088

Para

$\theta=80^\circ$

	<b>Fx</b>	<b>Fy</b>	<b>Fz</b>	<b>Mx</b>	<b>My</b>	<b>Mz</b>
$\alpha=120^\circ$		10.72	10.22	-	-	-

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 ( $\theta$ ,  $\alpha$ ).

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.

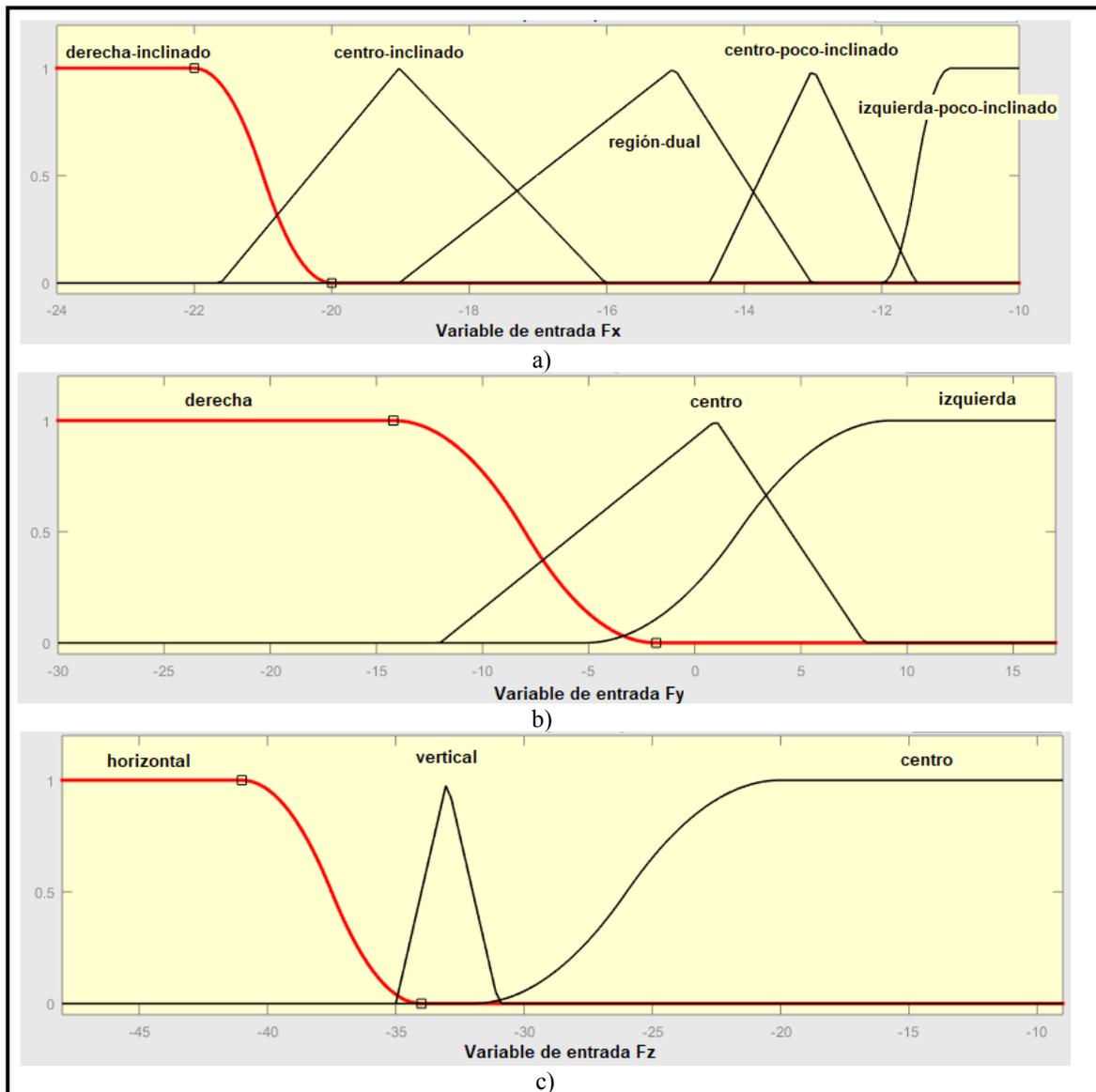


Figura 6. Funciones de membresía para la entradas. a)  $F_x$ . b)  $F_y$ . c)  $F_z$

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  $(\theta, \alpha)$  se representan como constantes para cada conjunto difuso determinado, las funciones de membresías utilizadas son las *singleton*. Para la variable  $\alpha$  los valores fijados son  $[12.6 45 90]$  grados, representando los conjuntos difusos de valor lingüístico *derecha*, *centro* e *izquierda*. Para  $\theta$  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 ( $\theta$ ,  $\alpha$ ), en el segundo cuadrante se representan como constantes y las funciones de membresías utilizadas son las *singleton*. Para la variable  $\alpha$  los valores fijados son [90 135 180] grados y para  $\theta$  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  $65^{\circ}$  y  $80^{\circ}$  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>
<b>F<sub>x</sub></b>	- 22.3	$\alpha=0^{\circ}$ $\theta=65^{\circ}$	$\alpha=12.5^{\circ}$ $\theta=65^{\circ}$	<b>F<sub>x</sub></b>	- 18.59	$\alpha=0^{\circ}$ $\theta=80^{\circ}$	$\alpha=12.5^{\circ}$ $\theta=80^{\circ}$
<b>F<sub>y</sub></b>	- 25.42			<b>F<sub>y</sub></b>	- 19.088		
<b>F<sub>z</sub></b>	- 38.3			<b>F<sub>z</sub></b>	- 44.525		
<b>F<sub>x</sub></b>	- 21.54	$\alpha=30^{\circ}$ $\theta=65^{\circ}$	$\alpha=30^{\circ}$ $\theta=65^{\circ}$	<b>F<sub>x</sub></b>	- 14.033	$\alpha=30^{\circ}$ $\theta=80^{\circ}$	$\alpha=30^{\circ}$ $\theta=80^{\circ}$
<b>F<sub>y</sub></b>	- 2.875			<b>F<sub>y</sub></b>	-6.91		
<b>F<sub>z</sub></b>	- 28.08			<b>F<sub>z</sub></b>	- 13.09		
<b>F<sub>x</sub></b>	- 21.5	$\alpha=45^{\circ}$ $\theta=65^{\circ}$	$\alpha=45^{\circ}$ $\theta=65^{\circ}$	<b>F<sub>x</sub></b>	- 13.18	$\alpha=45^{\circ}$ $\theta=80^{\circ}$	$\alpha=45.7^{\circ}$ $\theta=79.8^{\circ}$
<b>F<sub>y</sub></b>	7.2			<b>F<sub>y</sub></b>	-1.72		
<b>F<sub>z</sub></b>	- 21.45			<b>F<sub>z</sub></b>	- 30.605		
<b>F<sub>x</sub></b>	- 17.5	$\alpha=60^{\circ}$ $\theta=65^{\circ}$	$\alpha=57.5^{\circ}$ $\theta=65^{\circ}$	<b>F<sub>x</sub></b>	- 14.15	$\alpha=60^{\circ}$ $\theta=80^{\circ}$	$\alpha=56.8^{\circ}$ $\theta=76.1^{\circ}$
<b>F<sub>y</sub></b>	1.7 5			<b>F<sub>y</sub></b>	-1.73		
<b>F<sub>z</sub></b>	- 25.27			<b>F<sub>z</sub></b>	- 12.46		
<b>F<sub>x</sub></b>	- 16.17	$\alpha=90^{\circ}$ $\theta=65^{\circ}$	$\alpha=90^{\circ}$ $\theta=65^{\circ}$	<b>F<sub>x</sub></b>	- 11.76	$\alpha=90^{\circ}$ $\theta=80^{\circ}$	$\alpha=90^{\circ}$ $\theta=80^{\circ}$
<b>F<sub>y</sub></b>	15. 36			<b>F<sub>y</sub></b>	13.5		
<b>F<sub>z</sub></b>	-			<b>F<sub>z</sub></b>	-		

	33.6		
--	------	--	--

<b>z</b>	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>
<b>Fx</b>	- 16.17	$\alpha=90^\circ$ $\theta=65^\circ$	$\alpha=90^\circ$ $\theta=65^\circ$	<b>Fx</b>	- 11.76	$\alpha=90^\circ$ $\theta=80^\circ$	$\alpha=90^\circ$ $\theta=80^\circ$
<b>Fy</b>	15.3 6			<b>Fy</b>	13.5		
<b>Fz</b>	-33.6			<b>Fz</b>	- 32.55		
<b>Fx</b>	-9.17	$\alpha=12^\circ$ $\theta=65^\circ$	$\alpha=11^\circ$ $\theta=65^\circ$	<b>Fx</b>	- 3.037	$\alpha=12^\circ$ $\theta=80^\circ$	$\alpha=11^\circ$ $\theta=80^\circ$
<b>Fy</b>	17.0 39			<b>Fy</b>	10.7 2		
<b>Fz</b>	- 17.069			<b>Fz</b>	10.2 2		
<b>Fx</b>	-1.88	$\alpha=13^\circ$ $\theta=65^\circ$	$\alpha=13^\circ$ $\theta=65^\circ$	<b>Fx</b>	-4.71	$\alpha=13^\circ$ $\theta=80^\circ$	$\alpha=13^\circ$ $\theta=80^\circ$
<b>Fy</b>	22.1 7			<b>Fy</b>	11.4 25		
<b>Fz</b>	- 14.77			<b>Fz</b>	11.2 5		
<b>Fx</b>	- 2.054	$\alpha=15^\circ$ $\theta=65^\circ$	$\alpha=15^\circ$ $\theta=65^\circ$	<b>Fx</b>	4.1	$\alpha=15^\circ$ $\theta=80^\circ$	$\alpha=15^\circ$ $\theta=80^\circ$
<b>Fy</b>	23.2 69			<b>Fy</b>	12.9 8		
<b>Fz</b>	4.28 4			<b>Fz</b>	17.5 7		
<b>Fx</b>	19.5 21	$\alpha=18^\circ$ $\theta=65^\circ$	$\alpha=18^\circ$ $\theta=65^\circ$	<b>Fx</b>	11.5	$\alpha=18^\circ$ $\theta=80^\circ$	$\alpha=18^\circ$ $\theta=80^\circ$
<b>Fy</b>	26.9			<b>Fy</b>	16.4 4		

<b>Fz</b>	24.3 2		
-----------	-----------	--	--

<b>Fz</b>	23.1 7		
-----------	-----------	--	--

### 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

<i>Valores Esperados</i>	<i>Variante 1 (0 y 45°)</i>	<i>Variante 2 (0 y 45°) (Fx Gauss)</i>	<i>Variante 3 (Q1)</i>	<i>Variante 4 (Q1) (Fx Gauss)</i>	<i>Sugeno Q1</i>
$\alpha=0^\circ$ $\theta=65^\circ$	$\alpha=22.8^\circ$ $\theta=65^\circ$	$\alpha=22.8^\circ$ $\theta=65^\circ$	$\alpha=13.5^\circ$ $\theta=65^\circ$	$\alpha=14.2^\circ$ $\theta=65^\circ$	$\alpha=12.5^\circ$ $\theta=65^\circ$
$\alpha=30^\circ$ $\theta=65^\circ$	$\alpha=22.7^\circ$ $\theta=65^\circ$	$\alpha=30^\circ$ $\theta=65^\circ$	$\alpha=32.8^\circ$ $\theta=65^\circ$	$\alpha=32.4^\circ$ $\theta=65^\circ$	$\alpha=30^\circ$ $\theta=65^\circ$
$\alpha=45^\circ$ $\theta=65^\circ$	$\alpha=23^\circ$ $\theta=65^\circ$	$\alpha=23.3^\circ$ $\theta=65^\circ$	$\alpha=45^\circ$ $\theta=65^\circ$	$\alpha=45^\circ$ $\theta=65^\circ$	$\alpha=45^\circ$ $\theta=65^\circ$
$\alpha=90^\circ$ $\theta=65^\circ$	$\alpha=66.1^\circ$ $\theta=65.3^\circ$	$\alpha=66.3^\circ$ $\theta=65.5^\circ$	$\alpha=78.5^\circ$ $\theta=65^\circ$	$\alpha=80^\circ$ $\theta=65.3^\circ$	$\alpha=90^\circ$ $\theta=65^\circ$
$\alpha=30^\circ$ $\theta=80^\circ$	$\alpha=28.6^\circ$ $\theta=80^\circ$	$\alpha=29.1^\circ$ $\theta=79.9^\circ$	$\alpha=28.7^\circ$ $\theta=80^\circ$	$\alpha=26.4^\circ$ $\theta=79.5^\circ$	$\alpha=30^\circ$ $\theta=80^\circ$
$\alpha=60^\circ$ $\theta=80^\circ$	$\alpha=40.6^\circ$ $\theta=80^\circ$	$\alpha=47.1^\circ$ $\theta=79.9^\circ$	$\alpha=54.2^\circ$ $\theta=75.4^\circ$	$\alpha=52.1^\circ$ $\theta=75.3^\circ$	$\alpha=56.8^\circ$ $\theta=76.1^\circ$
$\alpha=90^\circ$ $\theta=80^\circ$	$\alpha=67.3^\circ$ $\theta=80^\circ$	$\alpha=67.3^\circ$ $\theta=80^\circ$	$\alpha=78$ $\theta=80^\circ$	$\alpha=79.6$ $\theta=80^\circ$	$\alpha=90$ $\theta=80^\circ$

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 ( $0^\circ$  y  $90^\circ$ ) y en  $45^\circ$ . 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  $30^\circ$  y  $60^\circ$  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  $30^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $90^\circ$  con una inclinación de  $65^\circ$ . 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. Gernay: 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>

## Evaluación del efecto del vínculo laboral en el aprendizaje significativo de aprendices de manufactura en el SENA – Centro Metalmecánico

María Paulina Fajardo Sánchez; Yamid Gonzalo Reyes Florez, Marco Antonio Velasco Peña  
Regional Distrito Capital, Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA  
Colombia

### Sobre los autores

**María Paulina Fajardo Sánchez:** profesional en psicología de la Universidad Santo Tomás y derecho de la Universidad la Gran Colombia. Especialista en gerencia de recursos humanos de la universidad Jorge Tadeo Lozano. Instructora del Centro de Servicios Financieros - SENA. Experiencia y conocimientos en formación por competencias y formación integral en diferentes tipos de población vulnerable (afrodescendientes, indígenas, negritudes)

**Correspondencia:** mariafajardo@misena.edu.co

**Yamid Gonzalo Reyes Florez:** ingeniero mecánico de la Universidad Santo Tomás, instructor del área mecanizado y plásticos del Centro Metalmecánico – SENA. Ponente en congresos técnicos a nivel nacional e internacional. Ha trabajado en la industria metalmecánica en sectores del diseño y el mecanizado CNC. Actualmente finaliza Maestría en Materiales y Procesos en la Universidad Nacional de Colombia

**Correspondencia:** ygreyes3@misena.edu.co

**Marco Antonio Velasco Peña:** se graduó en ingeniería mecánica en la Universidad Nacional de Colombia en 1998. Obtuvo el Dr. Ing. En Ciencia y Tecnología de Materiales de la Universidad Nacional de Colombia en 2017. Su investigación actual es en ingeniería de tejidos, fabricación aditiva y mecanizado. Es coautor de nueve artículos de investigación indexados. Entre los cursos que imparte están metrología, mecanizado, procesos de fabricación y materiales de ingeniería.

**Correspondencia:** mavelascope@misena.edu.co

### Resumen

En este trabajo se hace una revisión de los aprendizajes significativos y la comunicación activa en los aprendices de nivel técnico del programa Procesos de Manufactura del Centro Metalmecánico (CMM) del SENA - Regional Distrito Capital, permitiendo reconocer el impacto de la práctica laboral que se constituyen en referente de formación permanente. Esto se hace ejecutando una prueba piloto de la cual se obtiene un diagnóstico inicial de los aprendizajes significativos en los aprendices del programa procesos de manufactura, mediante listado de preguntas validado, evidenciando la diferencia de construcción de conocimiento entre aprendices CON o SIN vínculo laboral. Los resultados se interpretan a partir de la perspectiva Ausubeliana de identificar aprendizajes significativos desde un ejercicio exploratorio y desde la perspectiva de Habermas sobre la importancia de la

comunicación activa. Los resultados muestran diferencias importantes en el nivel de aprendizaje debido a la presencia de vínculo laboral.

**Palabras Claves:** Aprendizaje, Aprendizajes significativos, prácticas laborales, comunicación activa, percepción.

## **Evaluation of the effect of the working relationship in the significant learning of manufacturing apprentices at SENA - Metalworking Center**

### **Abstract**

*In this paper a review of the significant learning and active communication in apprentices of technical level of the Manufacturing Processes of the Metalworking Center (CMM) of SENA - Regional Capital District is presented. It makes possible to recognize the impact of the work practice that is constituted in reference of permanent formation. This work is done by carrying out a pilot test from which an initial diagnosis of the significant learning in the apprentices of the manufacturing processes program is obtained, through a list of validated questions, evidencing the difference in the construction of knowledge between apprentices WITH or WITHOUT a labor link. The results are interpreted from the Ausubelian perspective to identify significant learning from an exploratory exercise and from the perspective of Habermas on the importance of active communication. The results show important differences in the level of learning due to the presence of labour relationship.*

**Keywords:** *Apprenticeship, Significant learning, work practices, active communication, perception.*

### **Introducción**

El Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), es una institución educativa de carácter público, fundado en 1957, cuya misión es cumplir la función que le corresponde al Estado de invertir en el desarrollo social y técnico de los trabajadores colombianos, ofreciendo y ejecutando la formación profesional integral, para la incorporación y el desarrollo de las personas en actividades productivas que contribuyan al desarrollo social, económico y tecnológico del país (SENA, 2009). La oferta regular para técnicos, tecnólogos y trabajadores especializados incluye cerca de 500 programas elaborados a partir de normas de competencia laboral expedidas por diversas mesas sectoriales, conformadas por empresarios de distintos sectores económicos, representantes del gobierno y del sector educativo que, junto con los expertos de la institución diseñan los programas de formación de acuerdo con las necesidades del sector productivo.

Para cumplir con dicha misión, el SENA como institución educativa tiene su Modelo Pedagógico Institucional del SENA, MPI. El objetivo del MPI es el diseño, divulgación y puesta en práctica de una estructura conceptual, metodológica y operativa de carácter

sistémico que, mediante una perspectiva pedagógica, permita aumentar los niveles de pertinencia, efectividad, calidad, coherencia y Unidad Técnica de todos los procesos institucionales, en particular del proceso de Formación Profesional Integral.

El MPI del SENA considera que el mundo de la vida es el contexto más amplio posible donde el hombre hace realidad su Proyecto de Vida. Dicho mundo se considera como el espacio y tiempo donde la persona vive su experiencia concreta subjetiva. Es allí donde la persona interactúa con otros y con el medio ambiente, desarrolla sus potencialidades, experimenta su vida y da sentido a la misma. El mundo de la vida involucra un sustrato histórico conformado por tradiciones, factores culturales, valores éticos y sistemas de correlaciones intencionales subjetivas. Para el SENA, el mundo de la vida está conformado por los contextos productivo y social (SENA, 2012). Es en estos contextos donde el aprendiz construye y aplica lo aprendido haciendo que lo aprendido tenga significado. El Sena brinda en la formación de oferta demanda social la posibilidad de realizar las prácticas como alternativa de etapa productiva el contrato laboral y en la formación de oferta cerrada los aprendices se encuentran vinculados laboralmente.

En esta línea de pensamiento, la teoría de los aprendizajes significativos desde la idea central de Ausubel (Ausubel, 1973), es que todos los estudiantes tienen conocimientos, es decir que todos aprendemos desde lo que sabemos y conocemos. Sin embargo, Ausubel menciona que, a través de los conocimientos previos aprendidos de manera significativa, no es simplemente la memorística sin significado, sino que existe la interacción cognitiva entre los conocimientos nuevos y previos la cual se alcanza al aprendizaje significativo (Ausubel, Novak, & Hanesian, 2009). El aprendizaje significativo es de comprensión, significado, capacidad de transferencia. Es el opuesto al aprendizaje mecánico. Si pensamos que el aprendizaje se produce a lo largo de un continuo aprendizaje mecánico se estaría hablando por separado del aprendizaje y de lo significativo. El aprendizaje significativo es intencional, se debe tener predisposición para aprender y que el estudiante aprenda si quiere hacerlo. Ausubel et al. (Ausubel et al., 2009) menciona la importancia en el proceso educativo, en donde el estudiante o aprendiz ya sabe y puede considerar la relación de lo establecido con aquello que debe aprender, se refiere a las conceptos, proposiciones y representaciones. A partir de lo anterior, el concepto se relaciona a los objetos, eventos, situaciones o propiedades que posee atributos de criterios comunes y es designado por signos o símbolos; la proposición implica la combinación y relación de las palabras que tienen un único referente; y la representación consiste en la atribución de significados a determinados símbolos. La importancia del aprendizaje dentro del salón de clase, según Habermas el diálogo y la acción comunicativa activa se debe realizar entre las partes docente y estudiante, donde el uso del lenguaje por medio de actos de habla es el medio vinculante para coordinar las acciones de los sujetos participantes para alcanzar la argumentación racional (Habermas, 1998), donde los puntos de vista se vuelven argumentos para la búsqueda de los constructos críticos manejables en el salón de clase.

En el marco de la teoría del Aprendizaje Significativo desarrollada por Ausubel, el SENA cree en el Aprendiz como un sujeto activo, responsable y autor de su proceso particular de generación y aplicación de conocimiento, situado en situaciones problemáticas que para su solución requieren de la generación de operaciones cognitivas tales como

clasificar, jerarquizar y organiza los nuevos conceptos e informaciones hasta encontrarles sentido.

Basado en lo anterior y dentro de la práctica dentro de los ambientes de aprendizaje se realiza una interacción continúa basada en la producción de un discurso significativo donde tanto los instructores como los aprendices deben estar en contacto continuo para reconocer, analizar, construir y proponer a partir de bases explícitas dependiendo de la competencia en formación. Dentro de este proceso se debe resaltar que la comunicación activa y asertiva se evidencia en mayor volumen, en los aprendices de la jornada nocturna, ya que, este tipo de población tienen un sentido de pertenencia más con la institución y con los procesos de formación de ellos mismos, para alcanzar las metas propuestas en su proyecto de vida, en comparación con los aprendices en jornada diurna ya que ellos tienen más tiempo libre y de una u otra forma están desenfocados en su proyecto de vida y eso genera una falta de interés y de producción en el proceso de enseñanza aprendizaje.

Aprender para hacer es un pilar primordial dentro de la educación, lo cual favorece y fortalece las necesidades de cada ser humano, no solamente como evolución en calidad de vida sino también para servicio de la comunidad; es aquí donde la institución SENA se centra en el modelo de aprendizaje del constructivista.

Las necesidades de producción y calidad de productos fabricados, expuestos de manera crítica constructiva por las exigencias empresariales reclaman replantear estrategias pedagógicas en la formulación de proyectos, con el fin de mejorar la calidad técnica y humana de los aprendices que se forman para hacer parte de las industrias del país. En este sentido, y algo que ha sido característico de la formación del SENA es la etapa productiva en la formación. En dicha etapa, las empresas no solo son parte interesada de la formación, sino que se constituye en co-formador de los aprendices. Los entornos empresariales, son escenarios reales y, por lo tanto, ideales para la investigación y la generación de propuestas tecnológicas innovadoras, estas actividades son inherentes tanto a la enseñanza, como al aprendizaje; a la vez que posibilitan los desempeños reales

del aprendiz (SENA, 2012). Por lo anterior, en el proceso formativo se tienen en cuenta los comentarios que las empresas hagan y que constituyan oportunidades de mejora para los aprendices y la formación. La recopilación de esta información se realiza a través de los instructores de etapa práctica, estos a su vez, son los encargados de realizar los informes para presentarlos en el Comité de Evaluación y seguimiento y poder efectuar los respectivos planes de mejoramiento.

Se han realizado múltiples estudios sobre el aprendizaje en el sitio de trabajo (Lin, Yen, & Wang, 2018; Mohrenweiser & Zwick, 2009; Mohrenweiser, Zwick, & Backes-Gellner, 2019; Sattler, 2018; Zhang & Liu, 2019) junto con reflexiones sobre implementarlos desde el diseño del currículo (Hurtubise & Roman, 2014) o cómo aplicar metodologías en el proceso formativo para lograr aprendizajes significativos (Baro, 2011; Bernheim, 2011; Caballero Sahelices, 2009; Moreira, 2005; Moreira & Greca, 2009; Moreno-Altamirano, García-García, Urbina-Cedillo, & García-Torre, 2013; Rioseco & Romero, 1997). Sin embargo, hasta donde los autores conocen, no hay estudios que determinen el efecto de ocupar un puesto de trabajo en paralelo junto con el proceso formativo. Esto es especialmente importante en la educación vocacional o para el trabajo que realiza el SENA a través de sus distintos centros de formación.

Con base en estos conceptos, el SENA – Centro Metalmecánico, observó pertinente dentro de sus planes de mejora, adelantar una evaluación sobre el efecto del contexto en el aprendizaje. Considerando que el contexto productivo es uno de los dos que constituye el mundo de la vida planteado en el MPI y que el nivel de formación técnico se distingue como formación para el trabajo, se plantea entonces en este artículo tratar de determinar el efecto de que los aprendices cuenten o no con vínculo laboral en la apropiación de conocimientos.

### Metodología:

Para hacer la evaluación se plantean las etapas expuestas en la Figura 1, siendo esta la propuesta metodológica y la prueba piloto para futuras evaluaciones en otros programas de formación.



Figura 1: Propuesta metodológica implementada para identificación de aprendizajes significativos.

Se seleccionaron dos grupos de aprendices en formación del programa Técnico en Procesos de manufactura. Para ver el efecto del entorno en el aprendizaje significativo se define tratamientos de CON o SIN vínculo laboral. Las personas con vínculo laboral vienen todas de una misma empresa y reciben formación en lo que el SENA denomina modalidad Cerrada. Es decir, se abre un grupo de formación específicamente para unas personas que provienen de una misma comunidad o empresa. Las personas sin vínculo laboral provienen de una modalidad de formación abierta; donde el SENA oferta públicamente un programa de formación y la gente se inscribe en el. En este caso, las personas generalmente son jóvenes recién egresados de bachillerato a quienes no se les solicita estar laborando para acceder a la formación. De cada uno de los grupos se toman 9 aprendices y se les aplican pruebas de conocimientos en Ajuste y Metrología, Interpretación de planos, Matemáticas, y Psicotécnicas que se muestran en el Anexo 1. Todos los aprendices están en el cuarto y último trimestre de formación. Las cantidades de resultados de aprendizaje aprobados por cada uno de ellos son iguales.

El efecto del entorno en el aprendizaje significativo se evaluó aplicando un enfoque estadístico descriptivo e inferencial. A través de los resultados se determinó nivel de aprendizaje significativo en diferentes temáticas comparando aprendices con vínculo laboral con aprendices sin vínculo laboral. Los aprendices son citados para resolver la prueba con cincuenta (50) preguntas en un tiempo de cincuenta (50) minutos.

Al aplicar la prueba y obtener los resultados, se ingresa en un software de procesamiento de datos en donde la información proporcionada es sistematizada realizando un análisis estadístico y reflexivo. Para llevar a cabo la evaluación cualitativa se analizaron las ANOVAS y BOXPLOT de los resultados del tratamiento vínculo laboral y resultados para cada uno de los resultados de aprendizaje evaluados en el aprendiz. Se comprobó si existe o no evidencia estadísticamente significativa entre los resultados mediante Análisis de Varianza entre los tratamientos.

### Resultados:

A continuación, se muestran gráficamente los resultados obtenidos en cada una de las pruebas que se procesan en Minitab (“Minitab,” 2019). Para esto, se hacen histogramas de los resultados (en una escala de 0 a 1) como se ve en las figuras 2 a 6. Se puede apreciar que los histogramas de los resultados de las personas sin vínculo laboral siguen distribuciones aproximadas a una campana donde la media, la mediana y la mayor frecuencia de respuestas tienden a estar en un mismo punto. A diferencia de lo anterior, en el caso de las personas con vínculo laboral, la forma de los histogramas no responde generalmente a una forma de campana sino a distribuciones planas, irregulares o con dos picos.

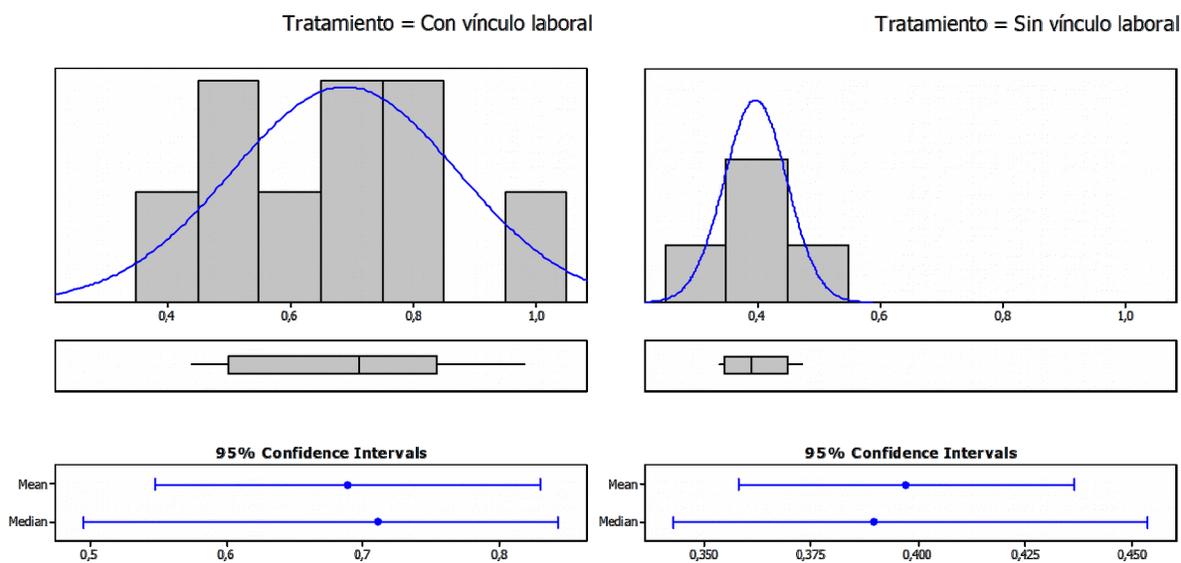


Figura 2: Histogramas de resultados consolidados totales de las pruebas

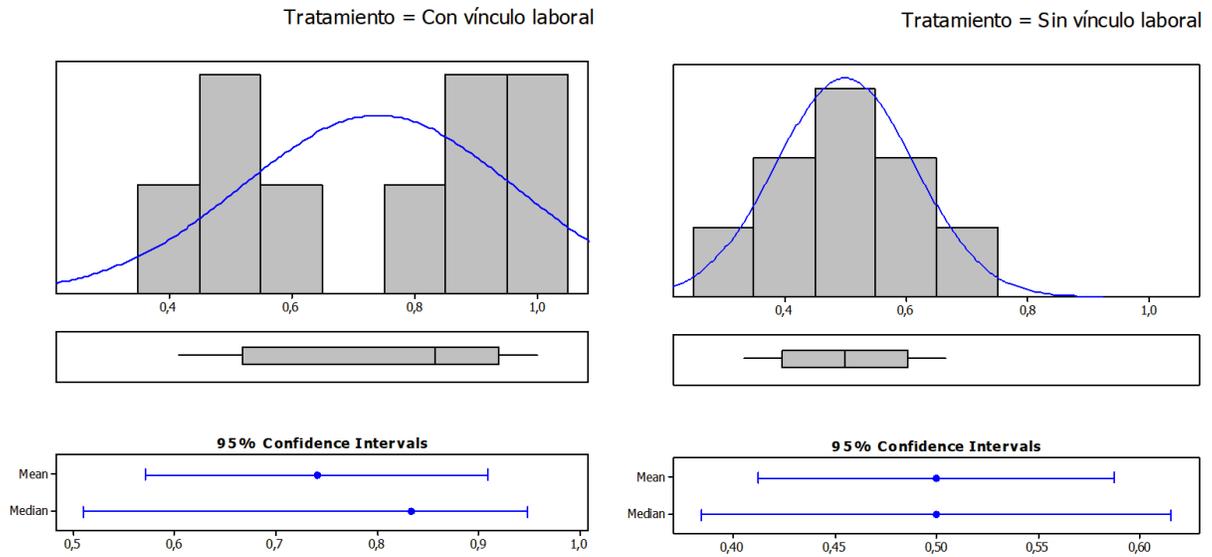


Figura 3: Histogramas de resultados de la prueba de Ajuste y Metrología

Para la prueba de Ajuste y Metrología (Figura 3), las medias obtenidas en el muestreo determinaron que aquellos que tienen vínculo laboral obtuvieron notas más altas (0.74) que aquellos que no tenían vínculo laboral (0,5). Esto quiere decir que aquellas personas con vínculo laboral podrían tener mayor facultad para la retención de información y la simplificación en temas relacionados con el ajuste y la metrología como identificar la variable a medir y su unidad de medición, realizar conversiones de unidades entre el sistema internacional y sistema inglés, utilizar instrumentos de medición, identificar origen de fallos, no conformidad y posibilidades de mejora a través de las herramientas estadísticas de calidad, identificar la estructura del grafico de control por variables y por atributos, conocer los tipos de inspección y aplicar normas ISO.

En cuanto a las respuestas que se responden correctamente, se evidencia más porcentaje de éxito por parte de la población con vínculo laboral, porque logran obtener mejor porcentaje en el máximo obteniendo la nota más alta 1 y la mínima siendo 0,44 y la de aquellos que no tienen vínculo la máxima de 0,66 y la mínima de 0,33.

Además, la mediana del tratamiento con vínculo laboral pasó la prueba con 0,83 y la mediana sin vínculo laboral perdió la prueba con 0,50. Esto podría indicar que, aunque la metodología de la formación y la evaluación fue la misma en ambos grupos de personas, es posible que el vínculo laboral genere una mayor inclinación al logro de objetivos que se ve reflejado en los resultados de la prueba.

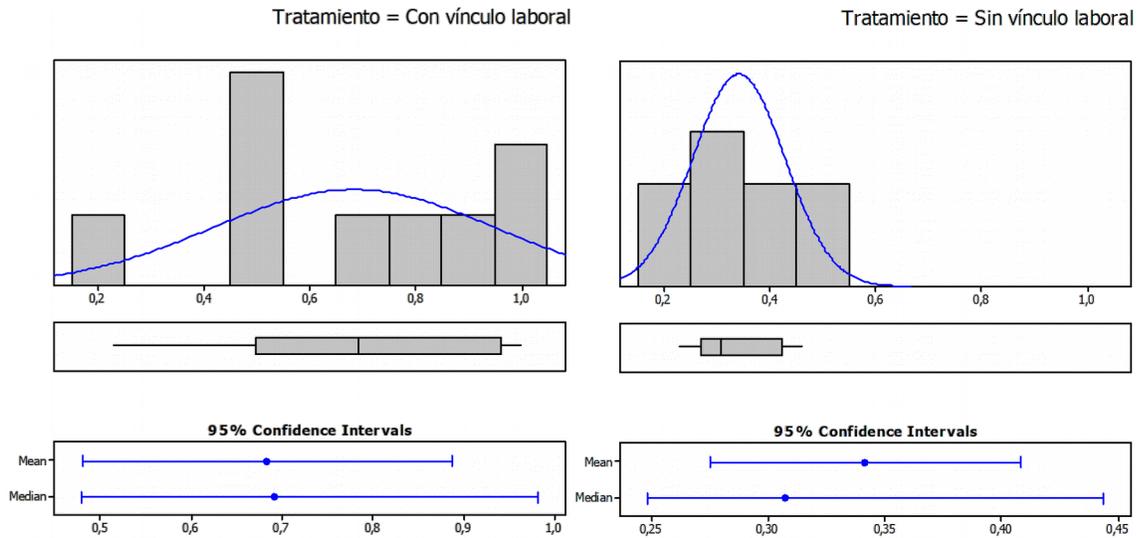


Figura 4: Histogramas de resultados de la prueba de Interpretación de planos

En el caso de la prueba de Interpretación de Planos (Figura 4), se aprecia que la población laboralmente activa obtiene mejores resultados. Dos estudiantes obtuvieron la máxima calificación (1=100%) y el promedio es 0,68. En la muestra sin vínculo laboral se nota un sesgo a la izquierda, la zona de bajos resultados con un promedio de 0,34. Estos resultados podrían deberse a que la población que no está laboralmente activa, aunque vea el tema de interpretación de planos al inicio de su formación lo olvide hacia el final de esta debido a que no tiene oportunidad de ponerlos en práctica.

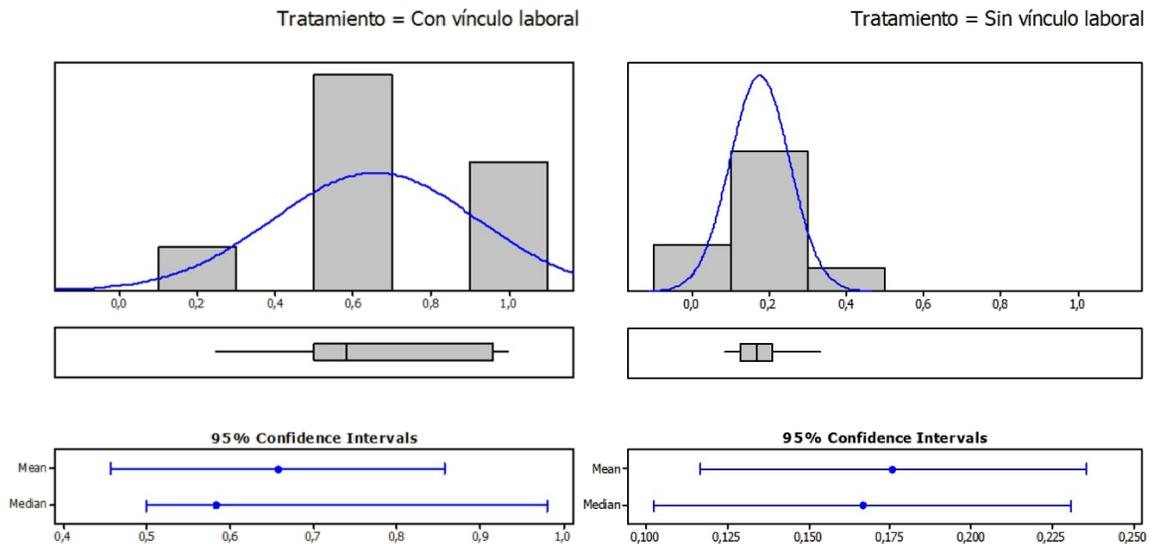


Figura 5: Histogramas de resultados de la prueba de Matemáticas

En el caso de la prueba de matemáticas (Figura 5) nuevamente se notan diferencias en los efectos de los tratamientos. Mientras las personas con vínculo laboral obtienen una puntuación promedio de 0,66, las personas sin vínculo laboral obtienen un promedio de 0,18. Esta es una apreciable diferencia que podría tener que ver con un posible desinterés en contestar la prueba, con posibles falencias en la formación recibida con anterioridad a la

formación técnica (Alvarez, Figuera, & Torrado, 2011) o con, nuevamente, la ausencia de espacios donde las personas puedan aplicar lo aprendido.

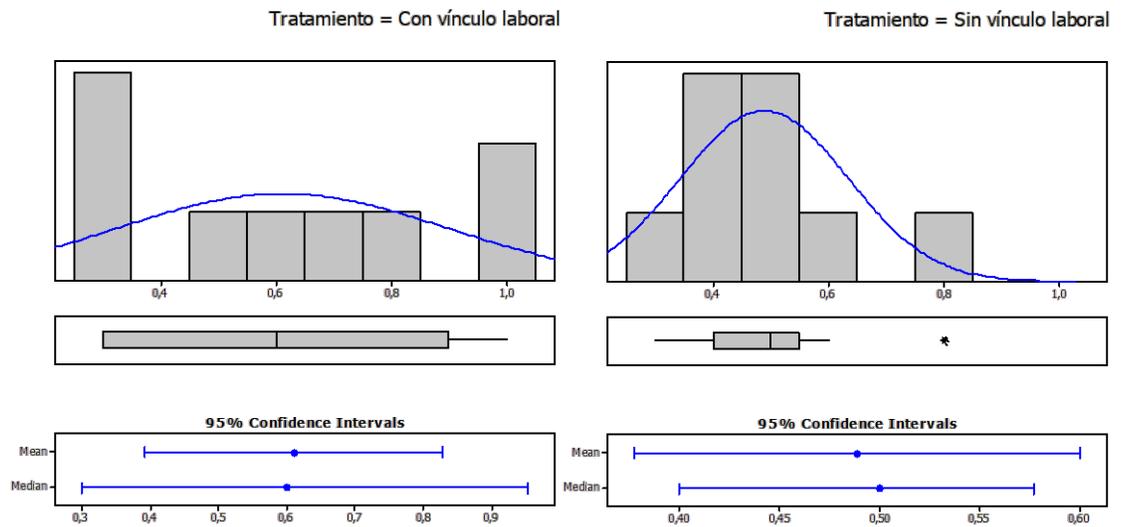


Figura 6: Histogramas de resultados de la prueba Psicotécnica

En el caso de la prueba psicotécnica (Figura 6), no resultan tan evidentes las diferencias en el desempeño promedio entre los dos tipos de poblaciones. Mientras para la población con vínculo laboral el promedio es 0,61, el promedio para los estudiantes sin vínculo laboral es 0,49. Aunque a primera vista, esto parecería como que las personas con vínculo laboral pueden tener mejor desempeño en pruebas de responsabilidades, aptitudes y actitudes es necesario hacer un análisis de varianza cómo se verá más adelante.

## Discusión:

Para poder concluir si hay diferencia en el desempeño de los aprendices se realizan análisis de varianza ANOVA de una variable, (Douglas C. Montgomery, 2004), los resultados de las pruebas de Ajuste y Metrología, Interpretación de planos, Matemáticas, y Psicotécnicas con respecto al tratamiento.

Para la prueba de Ajuste y Metrología, el ajuste calculado como R cuadrado es 34.63% y el error estándar de estimación = 0.17. Para Alpha=0.05 hay evidencia estadística que demuestra que el efecto del tratamiento (sin vínculo laboral y con vínculo laboral) hace que al menos uno de los grupos de aprendices (el que tiene vínculo laboral) presente mayores conocimientos significativos para el resultado ajuste y metrología. El ANOVA es el siguiente:

<b>ANOVA: Resultado Ajuste y Metrología versus Tratamiento</b>					
<b>Fuente</b>	<b>DF</b>	<b>SS</b>	<b>MS</b>	<b>F</b>	<b>P</b>
Tratamiento	1	0,2608	0,2608	8,48	0,010
Error	16	0,4923	0,0308		
Total	17	0,7531			

Para la prueba de Interpretación de planos, el ajuste calculado como R cuadrado es 45.82%, el error estándar de estimación = 0.19. Para Alpha=0.05 hay evidencia estadística que demuestra que el efecto del tratamiento (sin vínculo laboral y con vínculo laboral) hace que al menos uno de los grupos de aprendices (el que tiene vínculo laboral) presente mayores conocimientos significativos para el resultado interpretación de planos. El ANOVA es el siguiente:

**ANOVA: Resultado Interpretación Planos versus Tratamiento**

Fuente	DF	SS	MS	F	P
Tratamiento	1	0,5260	0,5260	13,53	0,002
Error	16	0,6220	0,0389		
Total	17	1,1479			

Para la prueba de matemáticas el ajuste calculado como R cuadrado es 63.65%, el error estándar de estimación = 0.19. Para Alpha=0.05 hay evidencia estadística que demuestra que el efecto del tratamiento (sin vínculo laboral y con vínculo laboral) hace que al menos uno de los grupos de aprendices (el que tiene vínculo laboral) presente mayores conocimientos significativos para el resultado Matemáticas. El ANOVA es el siguiente:

**ANOVA: Resultado Matemáticas versus Tratamiento**

Fuente	DF	SS	MS	F	P
Tratamiento	1	1,0432	1,0432	28,02	0,000
Error	16	0,5957	0,0372		
Total	17	1,6389			

A diferencia de los casos anteriores, para la prueba psicotécnica, el ajuste calculado como R cuadrado es 7.6%, el error estándar de estimación = 0.22. Por lo tanto, para Alpha=0.05 hay evidencia que demuestra que el efecto del tratamiento (sin vínculo laboral y con vínculo laboral) no es estadísticamente significativo. Esto puede deberse a la gran variabilidad que existe al interior de la muestra de las personas con vínculo laboral. En este grupo, la población parece no seguir una distribución normal lo cual es un requisito para poder hacer un análisis de varianza confiable. El ANOVA es el siguiente:

**ANOVA: Resultado Psicotécnica versus Tratamiento**

Fuente	DF	SS	MS	F	P
Tratamiento	1	0,0672	0,0672	1,32	0,268
Error	16	0,8178	0,0511		
Total	17	0,8850			

De los resultados generados en esta investigación se evidencia que la población con vínculo laboral presenta mayor presentación de conocimientos frente a los que no tienen vínculo laboral. Dentro de la práctica de la formación cabe entonces preguntarse si deben hacerse desarrollos curriculares que contemplen esta característica de los individuos en formación. A la luz de la teoría pedagógica se debe reflexionar sobre ¿Cómo se concibió originalmente el aprendizaje significativo dentro del plan de estudios? Para Ausubel (Díaz Barriga, F.; Hernández R., 2002): *“El aprendizaje y la retención de carácter significativo, basados en la recepción, son importantes en la educación porque son los mecanismos humanos*

«par excellence» para adquirir y almacenar la inmensa cantidad de ideas y de información que constituye cualquier campo de conocimiento. Sin duda la adquisición y la retención de grandes corpus de información es un fenómeno impresionante si tenemos presente, en primer lugar, que los seres humanos, a diferencia de los ordenadores, sólo podemos captar y recordar de inmediato unos cuantos elementos discretos de información que se presenten una sola vez y, en segundo lugar, que la memoria para listas aprendidas de una manera memorista que son objeto de múltiples presentaciones es notoriamente limitada tanto en el tiempo como en relación con la longitud de la lista, a menos que se sometan a un intenso sobre aprendizaje y a una frecuente reproducción. La enorme eficacia del aprendizaje significativo se basa en sus dos características principales: su carácter no arbitrario y su sustancialidad (no literalidad)”. Según Ausubel (Moreira & Greca, 2009), los estudiantes no comienzan su constructo desde cero, sino que aportan conocimientos y experiencias desde sus vivencias, ya que, se condicionan con aquello que aprenden y esto puede ser aprovechado para mejorar su proceso de aprendizaje significativo.

La mayor parte del aprendizaje significativo se logra mediante la práctica y esto se evidencia en los mejores resultados logrados por el grupo con vínculo laboral como se aprecia más adelante. Uno de los modos más eficaces para promover el aprendizaje es enfrentar al aprendiz con problemas prácticos de carácter social, ético o productivo, problemas personales o de investigación.

Los alcances de la discusión se sujetan con los objetivos de la investigación, que consisten en revisar los aprendizajes significativos de los aprendices a los que se les aplicó la prueba piloto en el Centro Metalmecánico CMM. A partir de esto, se analizaron los siguientes aspectos:

- ❖ Los resultados que arrojó la prueba piloto indican que la mayor apropiación de conocimiento se da en grupo con vínculo laboral con el 69% de respuestas correctas. Esto hace referencia a que el aprendizaje significativo es mayor si el estudiante se encuentra dispuesto o necesitado de aprender lo que va en línea con lo descrito en (Sánchez & Ramis, 2004).
- ❖ Los resultados de la prueba psicotécnica muestran que no solo importa tener actitud para aprender, sino que se requiere un entorno apropiado para el mismo. Es importante saber que el aprendiz adquiere una autonomía personal que se refiere a la propia capacidad de aprender a aprender. Por parte de los formadores se deben disponer estrategias de aprendizaje adecuadas para construir conocimientos, saber utilizar técnicas que faciliten esos procesos y tener capacidad para utilizarlas en contextos concretos, de acuerdo con las demandas de las funciones que se pretende que el egresado realice en el mundo laboral, dentro de una planificación previamente diseñada para lograr el objetivo de aprendizaje fijado (Caballero Sahelices, 2009).
- ❖ A partir de lo anterior, se deben tener instrumentos facilitadores como por ejemplo mapas conceptuales, no solo con la clase magistral que se realiza en el salón de clase. De acuerdo con Ausubel (Díaz Barriga, F.; Hernández R., 2002; Moreira, 2005), la importancia de los mapas conceptuales es que actúan como facilitadores ya que de acuerdo con “*El concepto básico de la teoría de Ausubel es el de aprendizaje significativo. Un aprendizaje se dice significativo cuando una nueva*

*información (concepto, idea, proposición) adquiere significados para el aprendiz a través de una especie de anclaje en aspectos relevantes de la estructura cognitiva preexistente del individuo, o sea en conceptos, ideas, proposiciones ya existentes en su estructura de conocimientos (o de significados) con determinado grado de claridad, estabilidad y diferenciación. Esos aspectos relevantes de la estructura cognitiva que sirven de anclaje para la nueva información reciben el nombre de subsunores, o subsumidores. Sin embargo, el término anclar, a pesar de ser útil como una primera idea de lo que es el aprendizaje significativo, no da una imagen de la dinámica del proceso. En el aprendizaje significativo hay una interacción entre el nuevo conocimiento y el ya existente”.*

- ❖ El grado de responsabilidad y concentración de los aprendices hacen que su proceso formativo sea más productivo, pero no es lo único que importa. La parte lectiva y formativa dentro los ambientes de formación debe ser diseñada y guiada por los instructores de manera que sea clara y constructiva pero sin olvidar que las empresas son co-formadoras al brindar un ambiente de aprendizaje donde se consolidan y aplican los conocimientos (Bernheim, 2011).
- ❖ El proceso mediante el cual se produce el aprendizaje significativo requiere una intensa actividad por parte del alumno. Esta actividad consiste en establecer relaciones entre la interacción con los otros. El proceso mediante el cual se produce el aprendizaje significativo requiere una intensa actividad por parte del aprendiz (Baro, 2011).
- ❖ En la medida en que exista más coherencia entre actitudes, aptitudes y contenidos de un programa de formación, los estudiantes encontrarán las relaciones entre los mismos lo que a su vez aumentará su nivel de comprensión. La comprensión de los conceptos determina el aprendizaje, mas no el aprendizaje significativo (Salas, 2005).
- ❖ Dentro de la formación de etapa práctica, existe la importancia de promover la interacción entre el instructor y sus aprendices, así como entre los aprendices mismos, con el manejo del grupo mediante el empleo de estrategias de aprendizaje cooperativo (Díaz Barriga, F.; Hernández R., 2002).
- ❖ Importante que el aprendiz tenga conocimiento del contexto laboral, es por esto que en la formación del SENA los preparan para su formación profesional, retomando que, en muchos casos, se piensa que los puntajes más altos en las pruebas son aquellos que pueden crear, innovar e inventar, se suele privilegiar la enseñanza dirigida prioritariamente hacia el razonamiento abstracto. Sin embargo, autores como (Heckman & Weissglass, 1994) afirman que la inteligencia y la creatividad no están limitadas a unos pocos que poseen ciertas habilidades y formas de pensar, y se ha comprobado que el contexto y las circunstancias sociales son variables importantes que interactúan con las características individuales para promover el aprendizaje y el razonamiento.

## **Conclusiones**

Este trabajo trato de establecer una relación entre la teoría del aprendizaje significativo y la presencia de elementos que ayuden a su construcción. En especial, la presencia de

vínculo laboral. La teoría del aprendizaje significativo tiene importantes implicaciones psicológicas y pedagógicas porque se considera que el aprendizaje se construye de manera evolutiva. Para esto, se debe construir dentro del ambiente de formación, y debe darse un valor significativo con su aplicación en la cotidianidad para llegar a un alto nivel de apropiación del conocimiento por parte del aprendiz.

Con base en los resultados de la prueba piloto se establece de manera estadísticamente significativa que la presencia de un vínculo laboral hace que los aprendices puedan construir su conocimiento, a partir no solo de lo aprendido en el aula sino de lo vivido y requerido en el puesto de trabajo.

## Agradecimientos

Los autores agradecen al Centro Metalmecánico del SENA – Regional Distrito Capital y al Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación del SENA – SENNOVA por permitir el desarrollo de la investigación. Además, a los aprendices, instructores y coordinadores académicos que apoyaron continuamente este proceso.

## Referencias

- Alvarez, M., Figuera, P., & Torrado, M. (2011). *La problemática de la transición bachillerato-universidad en la Universidad de Barcelona*. *Revista Española de Orientación y Psicopedagogía* (Vol. 22). Asociación Española de Orientación y Psicopedagogía.
- Ausubel, D. (1973). Algunos aspectos psicológicos de la estructura del conocimiento. In *La educación y la estructura del conocimiento* (pp. 211–239). Buenos Aires: El Ateneo.
- Ausubel, D., Novak, J., & Hanesian, H. (2009). *Psicología Educativa, un punto de vista cognoscitivo*. Buenos Aires: Trillas.
- Baro, A. (2011). Metodologías activas y aprendizaje por descubrimiento. *Revista Digital Innovación y Experiencia Educativa*, 40, 1–11.
- Bernheim, C. T. (2011). El constructivismo y el aprendizaje de los estudiantes. *Universidades*, LXI(48), 21–32.
- Caballero Sahelices, M. C. (2009). ¿Qué aprendizaje promueve el desarrollo de competencias?: una mirada desde el aprendizaje significativo. *Curriculum: Revista de Teoría, Investigación y Práctica Educativa*.
- Díaz Barriga, F.; Hernández R., G. (2002). Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. *Estrategias Docentes Para Un Aprendizaje Significativo. Una Interpretación Constructivista*, 465.
- Douglas C. Montgomery. (2004). *Diseño y análisis de experimentos*. (Segunda). Limusa Wiley.
- Heckman, P. E., & Weissglass, J. (1994). Contextualized Mathematics Instruction: Moving Beyond Recent Proposals. *For the Learning of Mathematics*. FLM Publishing Association. <https://doi.org/10.2307/40248100>
- Hurtubise, L., & Roman, B. (2014). Competency-based curricular design to encourage significant learning. *Current Problems in Pediatric and Adolescent Health Care*, 44(6), 164–169. <https://doi.org/10.1016/j.cpped.2014.01.005>

- Lin, H. H., Yen, W. C., & Wang, Y. S. (2018). Investigating the effect of learning method and motivation on learning performance in a business simulation system context: An experimental study. *Computers and Education*, 127(July), 30–40. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.08.008>
- Minitab. (2019). Retrieved from <https://www.minitab.com/en-us/>
- Mohrenweiser, J., & Zwick, T. (2009). Why do firms train apprentices? The net cost puzzle reconsidered. *Labour Economics*, 16(6), 631–637. <https://doi.org/10.1016/j.labeco.2009.08.004>
- Mohrenweiser, J., Zwick, T., & Backes-Gellner, U. (2019). Poaching and Firm-Sponsored Training. *British Journal of Industrial Relations*, 57(1), 143–181. <https://doi.org/10.1111/bjir.12305>
- Moreira, M. A. (2005). Mapas conceptuales y aprendizaje significativo de las ciencias. *Revista Chilena de Educación Científica*, 4(2), 38–44. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Moreira, M. A., & Greca, I. M. (2009). Cambio conceptual: análisis crítico y propuestas a la luz de la teoría del aprendizaje significativo. *Ciência & Educação (Bauru)*, 9(2), 301–315. <https://doi.org/10.1590/s1516-73132003000200010>
- Moreno-Altamirano, L., García-García, J. J., Urbina-Cedillo, C., & García-Torre, G. S. (2013). Actividad docente facilitadora para la adquisición de aprendizaje. *Investigación En Educación Médica*, 2(7), 140–147. [https://doi.org/10.1016/S2007-5057\(13\)72703-0](https://doi.org/10.1016/S2007-5057(13)72703-0)
- Rioseco, M., & Romero, R. (1997). La contextualización de la enseñanza como elemento facilitador del aprendizaje significativo. *Encuentro Internacional Sobre El Aprendizaje Significativo*, (138), 1–2.
- Salas, W. (2005). Formación por competencias en educación superior. Una aproximación conceptual a propósito del caso colombiano. *Revista Iberoamericana de Educación*, 36(9), 1–10.
- Sánchez, I. R., & Ramis, F. J. (2004). Aprendizaje significativo basado en problemas. *Horizontes Educativos*, 9, 101–111.
- Sattler, L. A. (2018). From classroom to courtside: An examination of the experiential learning practices of sport management faculty. *Journal of Hospitality, Leisure, Sport and Tourism Education*, 22(February), 52–62. <https://doi.org/10.1016/j.jhlste.2018.02.002>
- SENA. (2009). Historia, Visión, Misión, Valores y Símbolos.
- SENA. (2012). *Modelo Pedagógico Institucional*. (SENA, Ed.) (2012th ed.). Bogotá: SENA.
- Zhang, S., & Liu, Q. (2019). Investigating the relationships among teachers' motivational beliefs, motivational regulation, and their learning engagement in online professional learning communities. *Computers and Education*, 134(February), 145–155. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.02.013>

## ANEXO 1: INSTRUMENTO DE EVALUACIÓN

### PREGUNTAS DE SELECCIÓN MÚLTIPLE CON ÚNICA RESPUESTA

#### AJUSTE Y METROLOGÍA:

1. La acción de medir se define como:
  - a. Encontrar una dimensión, tamaño o magnitud.
  - b. Tomar un instrumento y hacer solo la lectura.
  - c. Escribir la lectura en un documento.
  - d. La acción de medir no existe. Lo que existe es la medición.
2. La medición se define como:
  - a. Resultado de medir.
  - b. Es determinar la magnitud de una variable en relación con una unidad de medida.
  - c. Sistema internacional de medidas.
  - d. Lectura del pie de rey del micrómetro únicamente
3. La metrología se define como:
  - a. Ciencia que estudia los instrumentos y sus usos.
  - b. Campo de la ingeniería que estudia las medidas.
  - c. Ciencia relativa a las medidas, los sistemas de unidades e instrumentos empleados
  - d. conocimientos de la humanidad sobre el sistema métrico y el sistema inglés.
4. La metrología se clasifica principalmente en:
  - a. Metrología en sistema métrico y en sistema inglés.
  - b. Metrología legal e industrial.
  - c. Metrología legal, industrial y científica.
  - d. Metrología industrial y científica
5. La metrología industrial se refiere a:
  - a. Las variables físicas en general.
  - b. Las mediciones empresariales sobre la producción.
  - c. Depende del tipo de industria y las variables que se desee controlar para un proceso específico.
  - d. La metrología industrial no existe

#### INTERPRETACIÓN DE PLANOS

1. El rótulo es un recuadro trazado en la esquina inferior derecha, este espacio contiene toda la información pertinente al plano que no es proporcionada de manera directa en el dibujo con sus dimensiones y notas. Las características e información específica contenida en el rótulo se disponen de acuerdo con 2 parámetros generales; los establecidos por la **NTC 1914** y los determinados por la empresa, en los cuales se puede contemplar el sistema de archivos utilizado, los procesos de manufactura y los requerimientos del producto.  
Las medidas correspondientes al rótulo en el sentido horizontal según **NTC** antes mencionada son:
  - a. 180mm máximo.
  - b. 172mm.

- c. 170mm máximo.
  - d. 185mm exactos.
2. La representación de objetos a su tamaño natural no es posible cuando éstos son muy grandes o cuando son muy pequeños. En el primer caso, porque requerirían formatos de dimensiones poco manejables y en el segundo, porque faltaría claridad en la definición de los mismos. Para realizar la correcta presentación de estos objetos en dichos formatos se hace uso de:
    - a. Formato A3 – A4.
    - b. Escala.
    - c. Formato A0 – A2
    - d. Vista isométrica
  3. Las escalas usadas para la representación gráfica (**ISO 5455:1979**) en la escala de reducción son:
    - a. 2:1 – 5:1 – 10:1 – 20:1 – 50:1
    - b. 1:2 – 1:6 – 1:10 – 1:25 – 1:50
    - c. 5:1 – 10:1 – 1:10 – 1.25 – 1:2
    - d. 1:20 – 1:5 – 1:10 – 1:2 – 1:50
  4. Las escalas usadas para la representación gráfica (**ISO 5455:1979**) en la escala de ampliación son:
    - a. 20:1 – 5:1 – 10:1 – 2:1 – 50:1
    - b. 1:20 – 1:5 – 1:10 – 1:2 – 1:50
    - c. 1:2 – 1:6 – 1:10 – 1:25 – 1:50
    - d. 5:1 – 10:1 – 1:10 – 1.25 – 1:2
  5. De las siguientes medidas de formatos usados para la presentación de planos técnicos de fabricación. ¿Cuál es la medida correcta para el formato A3?
    - a. 210mm X 296mm
    - b. 841mm X 1189mm
    - c. 419mm X 297mm
    - d. 458mm X 292mm

## MATEMÁTICAS

1. María parte desde un punto inicial y se desplaza 6 metros hacia el oriente, 9 metros hacia el norte y, por último, 5 metros nuevamente hacia el oriente. ¿La distancia (en línea recta) entre el punto inicial y la posición final en la que se encuentra María es?
  - a. 20,33 m
  - b. 21,35 m
  - c. 14,21 m
  - d. 12,65 m
2. Las dimensiones de un lote rectangular son 10 metros de ancho por 18 metros de largo. La longitud de la diagonal es:
  - a. 20,59 m
  - b. 30,25 m
  - c. 16,64 m
  - d. 14,53 m
3. El perímetro de un rombo cuyas diagonales miden 14 cm y 8 cm es:
  - a. 32,24 cm
  - b. 37,54 cm

- c. 28,06 cm
  - d. 25,35 cm
4. Se tienen 10 almohadas que tienen 50 centímetros de largo, 20 centímetros de ancho y 10 centímetros de altura. Sabemos que al apilarlos por la presión que hacen unos contra los otros, la altura de cada almohada se reduce en 4 centímetros. ¿Qué altura (en centímetros) debe tener la pila de las diez almohadas?
- a. 60cm
  - b. 54 cm
  - c. 64 cm
  - d. 58 cm
5. En una cierta comunidad de 300 personas se tiene que 110 son mayores de 20 años, 120 son mujeres y 50 mujeres son mayores de 20 años. El número de hombres de esta comunidad que son menores de 20 años son:
- a. 60
  - b. 120
  - c. 50
  - d. 70

### **PSICOTÉCNICA**

La siguiente prueba de capacidad pretende conocer cuál es la capacidad de organización a la hora de enfrentarse a un trabajo o en su propia vida. Por favor escoger una de las posibles respuestas.

1. ¿Suele llegar a la hora fijada a una cita?
  - a. No, no suele llegar a tiempo.
  - b. Sí, soy una persona muy puntual.
  - c. En algunas ocasiones sí, pero en otras llego tarde.
2. ¿Realiza el trabajo dentro de los plazos fijados?
  - a. No siempre, aunque me propongo hacerlo en el tiempo establecido.
  - b. Sí, suelo terminar el trabajo dentro del plazo.
  - c. No, suelo necesitar más tiempo para terminar el trabajo
3. ¿Suelo necesitar más tiempo para terminar el trabajo?
  - a. Suelo terminar el trabajo a tiempo.
  - b. Suelo colocarla encima de la cama hasta el día siguiente sólo si estoy muy cansado.
  - c. No, suelo hacer el trabajo a tiempo.
4. ¿Suele tener la mesa de trabajo llena de cosas?
  - a. No, suelo guardar cada cosa en su sitio.
  - b. No soy capaz de trabajar con la mesa llena de cosas innecesarias.
  - c. Sí, suelo tener montones de cosas en la mesa.
5. ¿Gasta en relación con los ingresos que percibe?
  - a. Suelo tener en cuenta mis ingresos mensuales.
  - b. No, gasto sin control.
  - c. Sí, siempre tengo en cuenta mi cuenta de ahorros.