



Universidad de  
Carabobo



# Ingeniería y Sociedad-UC

Volumen 13, N° 2. Julio-Diciembre 2018

Online ISSN: 2665-0185 - Print ISSN: 1856-352X

# REVISTA

# Ingeniería y Sociedad - UC

## Revista Ingeniería y Sociedad - UC

Año 2018 / Vol. 13 / No. 2. Julio - Diciembre 2018.

Publicación Semestral. Se publica un volumen anual en dos números correspondientes a los lapsos de: Enero-Junio y Julio-Diciembre

**UNIVERSIDAD DE CARABOBO**

© **FACULTAD DE INGENIERÍA.**

### Versión Impresa:

**Depósito Legal:** pp200502CA2084

**ISSN:** 1856-352x

### Versión Digital (Continuidad de la versión impresa):

**Depósito Legal:** CA2019000130

**ISSN:** 2665-0215

Es un órgano de divulgación del conocimiento científico de la Ingeniería vinculado a lo tecnológico, humanístico y social y a la formación del ingeniero, lo cual supone una perspectiva de inter y transdisciplinariedad, bajo la responsabilidad de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo. Esta publicación se produce como resultado de la ejecución de la Política Editorial del Fondo de Publicaciones del Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad de Carabobo CDCH-UC.

Se encuentran indizada en:



**Actualidad Iberoamericana**  
Indice Internacional de Revistas



**International Society of Universal Research in Sciences**



Puede ser consultada en la dirección electrónica: <http://servicio.bc.uc.edu.ve/>

Los términos empleados, los datos, el estilo y el contenido en general de los trabajos que aparecen en la Revista Ingeniería y Sociedad – UC de la Facultad de Ingeniería, son de la entera responsabilidad de sus autores, por lo que en ningún momento comprometen al Equipo Editor ni al CDCH-UC, institución encargada de su subvención. El Comité Editorial autoriza la reproducción siempre y cuando se mencione el lugar de procedencia.

### DIRECCIÓN DE LA REVISTA

Av. Universidad, Decanato de la Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo, Campus Bárbula, Municipio Naguanagua, Estado. Carabobo. Venezuela. Apartado Postal 2005.

Teléfonos: +58 0241-8677489 / 0241-8666819

e-mail: [ingenieriaysociedad@uc.edu.ve](mailto:ingenieriaysociedad@uc.edu.ve) - [ingenieriaysociedaduc@gmail.com](mailto:ingenieriaysociedaduc@gmail.com)



## UNIVERSIDAD DE CARABOBO

### AUTORIDADES

Jessy Divo de Romero  
**Rectora**

Ulises Rojas  
**Vicerrector Académico**

José Ángel Ferreira  
**Vicerrector Administrativo**

Pablo Aure  
**Secretario**



### CONSEJO DE DESARROLLO CIENTÍFICO Y HUMANÍSTICO

Ulises Rojas  
**Vicerrector Académico UC**

Reimer Romero  
**Director (e) Ejecutivo**



### FACULTAD DE INGENIERIA

José Luis Nazar  
**Decano**

Olga Martínez  
**Asistente al Decano**

Lin Hurtado  
**Directora de Estudios Básicos**

Marielvys Jiménez  
**Director de la Escuela de Ingeniería Civil**

César Ruíz  
**Director de la Escuela de Ingeniería Eléctrica**

Enrique Pérez  
**Director de la Escuela de Ingeniería Industrial**

Carlos Alfonso  
**Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica**

Carlos Hernández  
**Director de la Escuela de Ingeniería Química**

Ahmad Osman  
**Director de la Escuela de Ingeniería  
en Telecomunicaciones**

Lisbeth Manganiello  
**Directora de Investigación**

**Directora – Editora**

Msc. Roselin Santamaria

**Facultad de Ingeniería. Universidad de Carabobo, Venezuela**

**Comité Editorial**

Dra. Silvia Sira

Dra. Morella Acosta

MSc. Alba Pérez Matos

Lcda. Yadhira de Perdomo

Ing. Danilo Laya

**Facultad de Ingeniería. Universidad de Carabobo, Venezuela**

Dra. Cira Lidia Isaacs

**Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cuba**

**Comité técnico\***

Dra. Edith Martínez

**Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría, Cuba**

Dra. Carmen Infante

Dr. Paulino Betancourt

Dra. María Cervilla

**Universidad Central de Venezuela, Venezuela**

Dra. Eugenia Astudillo

**Facultad Ciencias Económicas y Sociales. Universidad de Oriente, Venezuela**

Dra. Zahira Moreno

**Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado, Venezuela**

Dra. Omaira García

**Facultad Ingeniería. Universidad de Los Andes, Venezuela**

Esp. M. Cristina Rodríguez

Dr. Hermes Carmona

Dra. Zulay Niño

Dra. Zaida Osto

Dra. Laura Saenz

Msc. Marianna Barrios

Dra. Lily Marcano

**Facultad Ingeniería. Universidad de Carabobo, Venezuela**

Dr. Henry Labrador

Dr. Juan Carlos Pereira

**Facultad Experimental de Ciencias y Tecnología. Universidad de Carabobo, Venezuela**

Dra. Yamile de Smith

**Facultad Ciencias Económicas y Sociales. Universidad de Carabobo, Venezuela**

Msc. Maritza de Gudiño

**Universidad José Antonio Páez, Venezuela**

\* Lista Parcial

**Diagramación y montaje**

Francisco Antonio Ponte-Rodríguez. Universidad de Carabobo

# Propósito de la Revista Ingeniería y Sociedad-UC de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo

---

La Revista "Ingeniería y Sociedad-UC" es un órgano de divulgación del conocimiento científico de la Ingeniería vinculado a lo tecnológico, humanístico y social y a la formación del ingeniero, lo cual supone una perspectiva de inter y transdisciplinariedad, bajo la responsabilidad de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo.

Es una revista arbitrada e indizada de cobertura nacional, adscrita al Consejo de Desarrollo Científico y Humanístico de la Universidad de Carabobo (CDCH-UC) y resultado de su política editorial.

## Visión

Ser un órgano de difusión de los aportes investigativos ubicados en el campo de la ingeniería y su relación con la sociedad, a fin de lograr amplia proyección nacional e internacional.

## Misión

Propiciar la investigación como función esencial de la universidad, incentivando y facilitando la divulgación de los trabajos de investigación con pertinencia social de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo y de otras instituciones, coordinando esfuerzos y velando por la calidad de las publicaciones.

## Objetivos

1. Servir de órgano de divulgación del conocimiento.
2. Estimular la producción intelectual de los docentes e investigadores de la Universidad de Carabobo, de los centros de investigación nacionales e internacionales, y de otros centros académicos de creación y producción de conocimiento.
3. Propiciar el intercambio cultural a través de las redes de información a nivel nacional e internacional, en procura de realimentar el proceso de investigación.

# ***Ingeniería y Sociedad – UC***

Julio-Diciembre 2018. Vol 13 – N° 2

## **CONTENIDO**

	Pág.
Editorial. ....	109
<b>INVESTIGACIÓN</b>	
<b>Compromiso del estudiante desde una dimensión cognitiva en el uso de herramientas computacionales de simulación de procesos de flujo compresible: un caso de estudio</b> Student engagement from a cognitive dimension in the use of computational tools of compressible flow processes simulations: a case of study Flores Castillo Enrique Vicsael; Luque Godoy Ángel Eduardo y Gómez Ríos Marlín Angibel. ....	110
<b>La motivación y el liderazgo en la seguridad y salud de los trabajadores como determinante de la productividad laboral</b> Motivation and leadership in the safety and health of workers as a determinant of labor productivity Otero Gorotiz Tomas V, Mite Calero Wenceslao A y Anchundia Santana Luis A. ....	121
<b>Índice de acondicionamiento, capacidad de trabajo físico de la mano de obra directa industrial venezolana</b> Physical fitness index, physical work capacity of venezuelan industrial direct work Burgos Navarrete, Francisco José y Escalona, Evelin. ....	136
<b>Evaluación de la capacidad antimicrobiana de sales de amonio cuaternario en un hidrogel</b> Evaluation of the antimicrobial capacity of quaternary ammonium salts in a hydrogel Velásquez, Ingrid; Camacaro, Rosa y Dasniel Dayeili. ....	152
<b>Factores que determinan la satisfacción estudiantil en educación superior: análisis de caso en una universidad colombiana</b> Factors that determine student satisfaction in higher education: case analysis in a colombian university Hernández Ortiz, Yimy Alexander; Mejías Acosta, Agustín. ....	162
<b>ENSAYO</b>	
<b>La investigación científica armonizada a dos tiempos: cuantitativa y cualitativa</b> Scientific research harmonized in two times: quantitative and qualitative García, María Carolina; Bermúdez, Yeicy; Barrios Marianna A. ....	173

La Revista Ingeniería y Sociedad como órgano de divulgación científica busca enlazar la aplicación de la ingeniería para apoyar a la sociedad en busca de la mejora, considerando ello este volumen presenta artículos de investigación realizan aplicaciones relacionadas con la ingeniería, presentando un volumen donde se presentan diferentes campos de acción relacionados con la investigación.

Se presenta inicialmente un análisis realizado sobre el compromiso del estudiante desde una dimensión cognitiva en el uso de herramientas computacionales de simulación de fenómenos asociados a los procesos de flujo compresible para el caso de los estudiantes de la escuela de ingeniería mecánica de la facultad de ingeniería de la Universidad de Carabobo, destacando que los estudiantes consideran conveniente la utilización para las herramientas computacionales. Seguido, está un estudio documental sobre la influencia del liderazgo y la motivación en la gestión para la seguridad, la salud y la productividad laboral en las organizaciones, investigaciones realizada por investigadores de la Universidad Central de Ecuador y expertos de en el área seguridad, higiene y salud ocupacional, de Ecuador; de la revisión realizada se pudo establecer que existe una relación entre la motivación de los trabajadores y el liderazgo de los gerentes, sobre la productividad de la organización, y la cercana relación con la gestión de la seguridad y salud ocupacional

Continuando esta un análisis que busca la caracterización antropométrica y fisiológicamente de la población de la mano de obra directa industrial venezolana, con esta se busca obtener los índices Capacidad de trabajo físico (CTF), Índice de acondicionamiento físico (IAF), con ella obtener el umbral que permita establecer las característica de un trabajador para un determinado trabajo, buscando con ello preservar la salud, aumentar la satisfacción del trabajador, potenciar el rendimiento laboral y calidad del producto final al ubicar al trabajador en puestos acorde a este.

Luego se realiza una evaluación sobre la acción de dos cepas microbianas certificadas (ATCC), en geles antibacteriales, esta se presenta como una investigación experimental; en el artículo se encuentran los análisis respectivos realizados, así como los logros alcanzados. Posteriormente se presenta un artículo realizado en conjunto por investigadores de la Universidad Militar Nueva Granada y la Universidad de Carabobo, en este se presenta el análisis para determinar los factores que determinan la satisfacción estudiantil en educación superior: análisis de caso en una universidad colombiana, se presenta una investigación de campo donde se obtuvieron cuatro factores que determinan la satisfacción estudiantil en la universidad estudiada.

Por último se encuentra un ensaño desarrollado por investigadoras de la Universidad de Carabobo, donde se realiza un análisis con la finalidad de profundizar en los paradigmas de la investigación Cualitativa y Cuantitativa, para ello realizan aspectos relacionados con la epistemología de la investigación, características, estado del arte, posición del investigador y justificación, así como puntos de encuentros/desencuentro e cada perspectiva.

## COMPROMISO DEL ESTUDIANTE DESDE UNA DIMENSIÓN COGNITIVA EN EL USO DE HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES DE SIMULACIÓN DE PROCESOS DE FLUJO COMPRESIBLE: UN CASO DE ESTUDIO

Flores Castillo, Enrique Vicsael<sup>1</sup>; Luque Godoy, Ángel Eduardo<sup>1</sup> y Gómez Ríos, Marlín Angibel<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Térmica y Energética, Facultad de Ingeniería.  
Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.

<sup>2</sup>Departamento de Potencia, Facultad de Ingeniería.  
Universidad de Carabobo, Valencia, Venezuela.

[evflores@uc.edu.ve](mailto:evflores@uc.edu.ve)

**Resumen:** las tendencias actuales en Iberoamérica indican que se requiere un ingeniero que sea capaz de conocer los alcances y limitaciones de las técnicas y herramientas de aplicación en ingeniería, que sea capaz de utilizar y de reconocer sus campos de aplicación y que sea capaz de aprovechar toda la potencialidad que ofrecen. Este trabajo muestra un caso de estudio sobre el compromiso del estudiante desde una dimensión cognitiva en el uso de herramientas computacionales de simulación de fenómenos asociados a los procesos de flujo compresible. Se determina que, dentro de la escala de valoración propuesta por Trowler, los estudiantes se encuentran en el polo de compromiso positivo, lo que representa un indicativo de la conveniencia de la inclusión del uso de herramientas computacionales en el curso de Dinámica de Gases de la Carrera Ingeniería Mecánica en la Universidad de Carabobo, inclusión que es extrapolable a otras asignaturas de ingeniería.

**Palabras clave:** Herramienta computacional, simulación, flujo compresible, dimensión cognitiva

## STUDENT ENGAGEMENT FROM A COGNITIVE DIMENSION IN THE USE OF COMPUTATIONAL TOOLS OF COMPRESSIBLE FLOW PROCESSES SIMULATIONS: A CASE OF STUDY

**Abstract:** Current trends in Ibero-America indicate that is required an engineer who is capable of knowing the scope and limitations of application engineering techniques and tools, who is capable of using and recognizing their fields of application and who is capable to take advantage of all the potential they offer. This work shows a case study about the student's commitment from a cognitive dimension in the use of computational tools to simulate phenomena associated with compressible flow processes. It is determined that, within the scale of assessment proposed by Trowler, students are in the pole of positive commitment, which represents an indication of the convenience of including the use of computational tools in the Gas Dynamics course of the Mechanical Engineering Career at the University of Carabobo, an inclusion that can be extrapolated to other Engineering courses

**Keywords:** Computational tool, simulation, compressible flow, cognitive dimension.

## INTRODUCCIÓN

El término compromiso del estudiante, basado en definiciones dadas en la literatura relacionada con dicho término, se refiere a la interacción que se da entre el tiempo, el esfuerzo y otros recursos invertidos por los estudiantes y sus instituciones con la intención de optimizar la experiencia del estudiante, mejorar los resultados de aprendizaje, el desarrollo de los estudiantes, y el rendimiento y reputación de la institución (Trowler, 2010).

Esta definición de compromiso del estudiante es reconocida y empleada por diversos autores que en los últimos años han teorizado sobre el este tema (Kahn, 2014; Klemenčič, 2017; Tanaka, 2019). Se identifican tres dimensiones en el compromiso del estudiante: dimensión conductual, dimensión emocional y dimensión cognitiva (Fredricks, Blumenfeld y Paris, 2004).

Esta categorización ha sido empleada en investigaciones recientes enfocándose en la dimensión cognitiva (Ibañez, Di-Serio y Delgado-Kloos, 2014). En relación a ésta última dimensión puede afirmarse que estudiantes comprometidos cognitivamente estarían posicionados en su aprendizaje, buscarían ir más allá de los requerimientos y les entusiasmarían los retos (Fredricks, Blumenfeld y Paris, 2004).

Cada dimensión de las indicadas previamente puede ubicarse en dos polos positivo y negativo, separados por una tercera categoría de no-compromiso o apatía de tal forma que desde la dimensión cognitiva se catalogaría como positiva aquella donde los estudiantes alcanzan o superan los determinados requerimientos en una tarea, se catalogaría como de no-compromiso aquellos que cumplen

tardíamente, precipitadamente o no cumplen completamente los requerimientos, y se catalogaría como negativa aquellos que se desvían de los requerimientos (Trowler, 2010).

Diversos autores indican que el compromiso del estudiante está relacionado de alguna manera con la mejora del proceso de aprendizaje (Trowler, 2010; Reschly y Christenson, 2012; Chakraborty y Nafukho 2014; Ashwin y McVitty, 2015;). Estudiantes comprometidos comparten valores y enfoques de sus estudios, aprenden con otros dentro y fuera del aula de clase, y aprenden a valorar perspectivas distintas de las propias (Rush y Balamoutsou, 2006).

En otro orden de ideas, diversos trabajos sobre las competencias que debe desarrollar el Ingeniero en el ámbito de Iberoamérica (dentro del cual se enmarca Venezuela) señalan como competencias específicas, entre otras, el simular procesos de ingeniería, y el utilizar software para la ingeniería (Proyecto Tuning, 2007).

Las simulaciones pueden ser definidas como representaciones computacionalmente correctas de una situación que ofrece al usuario el control sobre el resultado del programa, pudiéndose considerar una clase particular de herramienta para el aprendizaje basada en el computador (Davies, 2002). Bajo este enfoque, el utilizar software para la ingeniería se relaciona estrechamente con el simular procesos de ingeniería.

El logro de la competencia de utilizar software para ingeniería requiere la articulación efectiva de diversas capacidades, entre las cuales se puede detallar la capacidad para identificar y seleccionar herramientas disponibles, la capacidad de conocer e identificar los alcances y limitaciones de las herramientas a

utilizar, de reconocer los campos de aplicación de cada una de ellas, y de aprovechar toda la potencialidad que ofrecen (Documentos de CONFEDI, 2014).

Por otra parte, es de destacar que, en el perfil de egreso vigente del Ingeniero Mecánico de la Universidad de Carabobo, se establece que la orientación de la enseñanza en esta carrera se dirige hacia la formación de un egresado dotado de conocimientos científicos y tecnológicos que les permitan un ejercicio profesional apropiado a las exigencias actuales (Universidad de Carabobo, 1997).

Dentro de los aspectos que caracterizan al profesional de esta carrera, se encuentra el comprender y aplicar los modelos matemáticos que rigen el comportamiento de las sustancias y sistemas reales en las áreas de termodinámica, transferencia de calor y mecánica de fluidos (Universidad de Carabobo, 1997).

La asignatura Dinámica de Gases, contemplada dentro de la malla curricular de la carrera, tiene como uno de sus objetivos proporcionar al estudiante conocimientos básicos en el manejo de fluidos compresibles (Facultad de Ingeniería 2001).

En esta asignatura se contemplan, entre otros aspectos, el estudio de procesos de flujo compresible isoentrópico en ductos de sección transversal variable, flujo compresible adiabático con fricción en ductos de sección transversal constante, flujo compresible sin fricción y con transferencia de calor en ductos de sección transversal constante, y flujo compresible isotérmico en ductos de sección transversal constante. Estos conocimientos en la actualidad se refuerzan mediante la resolución de ejercicios de análisis (dada una configuración, determinar valores de las

propiedades) y de diseño (dado un conjunto de valores de las propiedades, determinar una configuración específica), apelando a los conocimientos teóricos sin el uso de herramientas computacionales. La adquisición de estos conocimientos sirve de soporte para métodos de cálculo que permiten determinar la caída de presión a través de tuberías y equipos relacionados para flujo de gas y vapor, donde usualmente se supone flujo adiabático o flujo isotérmico (PDVSA, 1997).

Desde el año 2011, la Universidad de Carabobo estableció como política el diseño y/o rediseño de los currículos de todas las ofertas académicas de la institución asumiendo el enfoque de competencias (Universidad de Carabobo, 2011).

Para esto, la institución ha asumido el enfoque por competencias Transcomplejo Ecosistémico Formativo de Durant y Naveda en la totalidad de las carreras de las facultades que conforman dicha casa de estudios. Entre las fases que contempla este enfoque se encuentra la reconstrucción del diseño curricular por competencias, siendo una de las estrategias propuestas por dicho enfoque la reconstrucción la interacción de los actores involucrados, con una visión inter y transdisciplinaria de la formación de un profesional en lo complejo de una sociedad global, planetaria y de conocimiento.

Destaca en este enfoque que el desarrollo de competencias implica como saberes necesarios el saber conceptual (teorías, conceptos, argumentaciones, principios, leyes, hechos), el saber procedimental (forma de construir el conocimiento, métodos, procedimientos) y el saber actitudinal (compromiso, normas, actitudes, valores, creencias), y que señala como una de sus competencias genéricas el trabajo en equipo, definida como la actuación en todos

los ámbitos de la vida consecuentemente con los valores morales y las buenas costumbres, asumiendo con responsabilidad las consecuencias de sus propias acciones (Durant y Naveda, 2012).

En el marco de dicha reconstrucción, específicamente en la carrera de Ingeniería Mecánica, Docentes que participan en este proceso han realizado visitas al entorno empresarial en búsqueda de la interacción con uno de los distintos actores involucrados. A través de entrevistas informales, se ha detectado que una de las competencias que se consideran de mucha importancia es la que corresponde al manejo de programas computacionales.

Recientemente se han realizado trabajos sobre el uso de herramientas computacionales para el aprendizaje de la Mecánica de los Fluidos (Contreras y otros, 2016). No obstante, estos no se han centrado en el estudiante, actor fundamental en un proceso de transformación curricular.

En virtud que toda transformación curricular debe orientarse hacia la mejora del proceso de aprendizaje siendo una vía para el logro de esta mejora el compromiso del estudiante, y tomando en cuenta que el uso de herramientas computacionales para la simulación corresponde a una de las competencias que debe desarrollar el profesional de ingeniería en Latinoamérica, el presente trabajo consiste en la evaluación del compromiso del estudiante desde una dimensión cognitiva en el uso de herramientas computacionales que permitan realizar la simulación de procesos de flujo compresible, para el caso particular de un grupo de estudiantes de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Carabobo cursantes de la asignatura Dinámica de Gases

## **METODOLOGÍA**

El análisis se realizó por medio de un estudio censal sobre un total de 58 estudiantes cursantes de la asignatura Dinámica de Gases correspondiente al séptimo semestre de la carrera de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Carabobo, durante el primer periodo lectivo de 2016 (Abril-Agosto).

A dichos estudiantes se les asignó una actividad que consistió en buscar y describir el funcionamiento y potencialidades de al menos dos herramientas computacionales que permitiesen resolver problemas de flujo compresible, y emplear al menos una de las herramientas descritas para resolver al menos un problema de flujo compresible con la misma naturaleza de las expuestas en clase o en la bibliografía recomendada para el curso.

La actividad podía desarrollarse en forma individual o en grupos de dos (02) estudiantes, y los resultados del trabajo desarrollado por los estudiantes debía entregarse en la semana final del curso (agosto 2016), a través de un informe donde se plasma lo realizado para el cumplimiento de los requerimientos de la actividad.

Sobre estos informes se analizaron las siguientes variables: Entrega individual o grupal; cantidad de herramientas computacionales descritas; cantidad de herramientas computacionales empleadas para resolver problemas de flujo compresible; cantidad de problemas resueltos tanto con las herramientas computacionales descritas y comparados con las técnicas empleadas en el curso, aspectos de la asignatura abordados en los problemas descritos y tipo de problema resuelto (problema de análisis o problema de diseño).

## ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La tarea asignada fue entregada por un total de cuarenta y seis (46) estudiantes de los cincuenta y ocho (58) estudiantes inscritos en el curso, lo que representa un 79,31% del total del curso.

Se analizaron un total de veinticuatro (24) informes, que representa la totalidad de los reportes elaborados y entregados por los estudiantes.

El carácter individual o grupal del trabajo realizado se muestra en la tabla N°1. La cantidad de herramientas computacionales descritas por informe se muestran en la tabla N°2.

**Tabla N°1. Carácter individual o grupal del trabajo realizado**

Informes realizados	Individual	Grupal
	2	22

Base: número de informes

**Tabla N°2. Cantidad de herramientas computacionales descritas**

Herramientas descritas	01	02	03
Informes	20	3	1

Base: número de informes

La frecuencia de aparición de herramientas computacionales descritas y empleadas en la resolución de los problemas se muestran en la tabla N°3

**Tabla N°3. Frecuencia de aparición en los informes de las herramientas computacionales descritas y empleadas en la resolución de los problemas**

Herramientas descritas y empleadas	Pipe Flow	Solidworks	EES	AFT Arrow	Autodesk CFD	Compressible Nozzle	Otras (*)
Informes	7	5	2	2	2	2	4

(\*) ANSYS CFX, NASA GLENN, Nozzle 3,7, Nozzle Applet.

Base: número de informes

La cantidad de informes que presentaron problemas resueltos con las herramientas computacionales descritas y comparados con la resolución empleando técnicas empleadas en el curso, se muestran en la tabla N°4

Los aspectos de la asignatura abordados en los problemas realizados se muestran en la Tabla N°5.

**Tabla N°4 Informes que presentaron problemas resueltos con las herramientas computacionales descritas y comparados con la resolución empleando técnicas practicadas en el curso**

Resueltos con comparación	Resueltos sin comparación
8/24	16/24

Base: número de informes

**Tabla N°5. Aspectos de la asignatura abordados en los problemas realizados**

Flujo compresible isoentrópico en ductos de sección transversal variable	Flujo compresible adiabático en ductos de sección transversal constante	Otros (**)
15/24	6/24	3/24

(\*\*) Flujo compresible adiabático en arreglo de ductos de sección transversal variable – ductos de sección transversal constante

**Base: número de informes**

El tipo de problema abordado en los problemas realizados se muestra en la Tabla N°6.

**Tabla N°6. Aspectos de la asignatura abordados en los problemas realizados**

Problema de análisis	Problema de diseño
21/24	3/24

**Base: número de informes**

De la información recogida se desprende la siguiente discusión:

- La mayoría de los estudiantes inscritos en el curso (79,31%) mostraron disposición al uso de herramientas computacionales en la resolución de problemas de flujo compresible prefiriendo realizar la tarea asignada en forma grupal (22 de 24 informes, ver Tabla N°1). Pocos (4 de 24 informes, ver Tabla N°2) cumplieron en buscar y describir el funcionamiento y potencialidades de al menos dos herramientas computacionales que permitiesen resolver problemas de flujo compresible.
- Las herramientas descritas y usadas en la resolución de los problemas con mayor

frecuencia de aparición en los informes presentados fueron Pipe Flow y Solidworks (ver Tabla N°3).

- Un apreciable porcentaje (33,33%) de los estudiantes superaron en cierta medida los requerimientos establecidos en la tarea que se les asignó, en virtud que en 8 de los 24 informes revisados, los problemas resueltos fueron comparados con los resultados obtenidos empleando las técnicas descritas en el curso, pese a que esto no era requerimiento de la tarea asignada (ver Tabla N°4).
- El aspecto de la asignatura que tuvo mayor abordaje en los problemas presentados en los informes fue el que corresponde a Flujo compresible isoentrópico en ductos de sección transversal variable (ver Tabla N°5).
- La gran mayoría (87,50%) de los problemas abordados correspondieron a problemas de análisis (ver Tabla N°6).

En comparación con trabajos previos realizados que se relacionan con este trabajo, se puede indicar que:

- Contreras y otros (2016) señalan que la estrategia de emplear Pipe Flow Expert en mecánica fluidos logró despertar un mayor interés por parte de los estudiantes para resolver problemas de mayor complejidad a los discutidos en clase de manera analítica, sin alcanzar a medir el compromiso que tenían los estudiantes en el uso de estas herramientas, de tal forma que lo determinado en este trabajo representa un aporte en relación al realizado por estos autores, en virtud que se muestra la actitud del estudiante desde otra perspectiva como lo es el compromiso en la realización de la actividad que se les

asigno. Puede decirse que en ambos trabajos se observa una perspectiva positiva del estudiante. A su vez es de destacar que en ambas investigaciones se realizó los estudiantes compararon entre el resultado obtenido a través métodos analíticos y el resultado obtenido mediante el uso de herramientas computacionales.

- Ibañez, Di-Serio y Delgado-Kloos (2014) concluyen en su trabajo que los resultados obtenidos mostraron que la mayoría de los estudiantes continuaron trabajando Incluso después de ganar la cantidad máxima de puntos de calificación, lo que se consideró como evidencia de compromiso cognitivo. En el presente trabajo un apreciable porcentaje de estudiantes superaron lo esperado al comparar lo obtenido a través de la herramienta de simulación con las técnicas de resolución analítica descritas en el curso. De tal forma que se reafirma que el ir más allá de lo que corresponde a los requerimientos de evaluación puede tomarse como evidencia de compromiso desde el punto de vista cognitivo.
- Vergara, G., Avilez, A., y Romero, J. (2016) concluyen en su trabajo que los resultados de su investigación sientan las bases para que, en cada una de las asignaturas de las matemáticas, se implemente no solo el uso de Matlab como software de apoyo a la enseñanza y aprendizaje, sino que docentes y estudiantes hagan uso de distintas herramientas tecnológicas para mejorar sus procesos de enseñanza y aprendizaje en virtud de la motivación que mostraron en el uso de estas herramientas. Al mostrarse en el presente trabajo que los estudiantes se encuentran en el polo positivo de compromiso cognitivo en relación al uso de

herramientas de simulación de procesos de flujo compresible, puede establecerse que es conveniente la inserción del uso de herramientas de simulación en la unidad curricular Dinámica de Gases de la carrera Ingeniería Mecánica de la Universidad de Carabobo.

Como valor agregado a lo hecho en el presente trabajo, se presenta una breve descripción de las características de las herramientas computacionales descritas y usadas por los estudiantes en la asignación que se les dio a resolver:

### **Pipe Flow**

Es utilizado por diseñadores de sistemas de tuberías e ingenieros en más de 100 países en todo el mundo. El software calcula los caudales, caídas de presión en tuberías y rendimiento de algunas turbomáquinas. Puede modelar sistemas de tuberías con múltiples puntos de suministro, tanques de descarga, componentes, válvulas y arreglos de turbomáquinas en serie o en paralelo (Pipe Flow, 2018).

### **Solidworks**

Proporciona gran variedad de herramientas necesarias para abordar los problemas más complejos con el nivel de detalle adecuado con el fin de conseguir un acabado pormenorizado en todos los trabajos. Contiene módulos de solución de dinámica de fluidos computacional (CFD, del inglés "Computational Fluid Dynamics") que permiten simular de forma rápida y sencilla flujos de líquido y gas compresibles e incompresibles, flujos de gases subsónicos,

transónicos y supersónicos (Solidworks, 2018).

## **EES**

Programa general de resolución de ecuaciones que puede resolver numéricamente miles de ecuaciones algebraicas y diferenciales no lineales acopladas. Una característica importante de EES es la base de datos de propiedades de transporte y termodinámica de alta precisión que se proporciona para cientos de sustancias de una manera que permite su uso con la capacidad de resolución de ecuaciones (F-Chart Software, 2018).

## **AFT Arrow**

Herramienta de simulación dinámica de fluidos que se utiliza para calcular la caída de presión y la distribución del flujo en los sistemas de tuberías y conductos de gas. Permite la selección de gases ideales o reales; calcula la caída de presión en tuberías; permite elegir entre condiciones de transferencia de calor isotérmicas, adiabáticas o generalizadas; permite la inserción de válvulas, compresores y/o ventiladores; permite el diseño y análisis de condiciones críticas de flujo; realiza análisis de flujo con altas velocidades (AFT, 2018).

## **Autodesk CFD**

Proporciona herramientas de dinámica de fluidos computacional y herramientas de simulación térmica que ayudan a predecir el rendimiento de dispositivos, optimizar los diseños y validar el comportamiento de

dispositivos antes de su fabricación (Autodesk, 2018).

## **Compressible Nozzle**

Herramienta que resuelve flujo compresible unidimensional en toberas convergentes-divergentes. Verifica si la tobera es subsónica, si existe un choque normal en la tobera, si se encuentra subexpandida o sobreexpandida, para condiciones de operación especificadas. Calcula Empuje, velocidad y temperatura a la salida de la tobera y flujo másico. Permite el diseño de toberas para una relación de áreas o presiones dada. Dibuja gráficos de variaciones de Numero de Mach, Presión y Temperatura en la tobera (GooglePlay, 2018).

## **ANSYS CFX**

Es un programa de dinámica de fluidos de propósito general y alto rendimiento aplicado para resolver problemas de flujo de fluidos. Permite el solucionador moderno, altamente paralelizado, es la base de una abundante selección de modelos físicos que capturan prácticamente cualquier tipo de fenómenos relacionados con el flujo de fluidos (ANSYS, 2018).

## **Compressible Flow Toolbox**

Conjunto de algoritmos que resuelven ecuaciones clásicas de flujo de fluido compresible: Flujo isoentrópico, flujo de Fanno, flujo de Rayleigh, choque normal, choque oblicuo, útiles para el análisis del flujo constante unidimensional con entropía

constante, con fricción, con transferencia de calor o con números de Mach supersónicos (NASA,2018).

### NOZZLE 3.7

Software para el análisis de toberas convergentes-divergentes unidimensional con flujo interno que puede ser completamente subsónico, completamente supersónico o una combinación de subsónico y supersónico, incluidas las ondas de choque en la parte divergente de la tobera (Informer Technologies, Inc., 2018).

### CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permiten concluir que en el caso de estudio descrito se observa que desde una dimensión cognitiva el compromiso estudiantil se ubica en el polo positivo, ya que en la mayoría de los casos se alcanzaron los requerimientos de la tarea asignada, con una apreciable cantidad de estudiantes que superaron dichos requerimientos. Esto a su vez permite realizar la propuesta en el marco de la transformación curricular por competencias que se lleva en este momento en la carrera de Ingeniería Mecánica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo de incluir como competencia a desarrollar en el curso de Dinámica de Gases el uso de herramientas computacionales para la simulación en la resolución de problemas típicos de flujo compresible contemplados en el curso, actividad que podría desarrollarse en forma grupal de acuerdo a los resultados obtenidos.

Se obtuvo una primera aproximación de una lista de herramientas computacionales que podrían emplearse en el desarrollo de la mencionada competencia. siendo la herramienta de mayor uso la herramienta Pipe Flow.

Finalmente, pese a que la tarea se entregó al final del curso cuándo ya se había cubierto la totalidad de los contenidos del curso, se aprecia que se centraron en dos aspectos particulares del curso, inclinándose más hacia los problemas de análisis que hacia los problemas de diseño.

### REFERENCIAS

- AFT – Applied Flow Technologic (2018). Página web en línea. Consultado el día 10 de noviembre de 2018 desde <https://www.aft.com/products/arrow>
- ANSYS (2018) Consultado el día 10 de noviembre de 2018 desde <https://www.ansys.com>
- Ashwin P., McVitty D. (2015) *The Meanings of Student Engagement: Implications for Policies and Practices. The European Higher Education Area*. Springer.
- Autodesk (2018) Consultado el día 10 de noviembre de 2018 desde <https://www.autodesk.com/products/cfd/overview>
- Chakraborty, M., y Nafukho, F. (2014) *Strengthening Student Engagement: What do Students Want in Online Courses?*.

- European Journal of Training and Development, Vol. 38, Nro. 9, pp. 782–802.
- Contreras, J., Taylor, B., Tinoco, R., Yáñez, L., Cortés, M., Hernández, J., y Morales, M. (2016) *Uso de Pipe Flow Expert como una estrategia innovadora de aprendizaje en Mecánica de Fluidos*. Memorias del XXXVII Encuentro Nacional de la AMIDIQ, pp EDU-106 – EDU-110.
- Durant, M. y Naveda, O. (2012). *Transformación curricular por competencias en la educación universitaria bajo el enfoque ecosistémico formativo*. Universidad de Carabobo.
- Davies, C.H.J. (2002) *Student engagement with simulations: a case study*. *Computers & Education*, Vol. 39, Pergamon (ed) Elsevier, pp 271-282.
- Documentos de CONFEDI (2014): Competencias en Ingeniería. Consultado el día 10 de Mayo de 2016 desde [https://confedi.org.ar/download/documentos\\_confedi/Cuadernillo-de-Competencias-del-CONFEDI.pdf](https://confedi.org.ar/download/documentos_confedi/Cuadernillo-de-Competencias-del-CONFEDI.pdf)
- FACULTAD DE INGENIERIA (2001) *Programa sinóptico de la asignatura Dinámica de Gases*. Escuela de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Carabobo. Consultado el día 10 de mayo de 2016 desde [www.ing.uc.edu.ve/mecanica/materias/07/dinamica%20de%20gases.pdf](http://www.ing.uc.edu.ve/mecanica/materias/07/dinamica%20de%20gases.pdf)
- Fredricks, J., Blumenfeld, P., y Paris, A. (2004) *School Engagement: Potential of the Concept, State of the Evidence*. Review of Educational Research Vol. 74 Nro. 1, pp. 59–109.
- F-Chart Software (2018) Consultado el día 10 de noviembre de 2018 desde <http://fchartsoftware.com/ees/>
- Ibañez, M., Di-Serio A., y Delgado-Kloos, C. (2014). Gamification for Engaging Computer Science Students in Learning Activities: A Case Study. *IEEE Transactions On Learning Technologies*, Vol. 7, No. 3, pp. 291-301.
- Informer Technologies, Inc., (2018) Consultado el día 10 de noviembre de 2018 desde <https://nozzle.software.informer.com/3.7/>
- GooglePlay (2018) Consultado el día 10 de noviembre de 2018 desde [https://play.google.com/store/apps/details?id=com.nilyash81.nozzleflowfinal1&hl=en\\_US](https://play.google.com/store/apps/details?id=com.nilyash81.nozzleflowfinal1&hl=en_US)
- Kahn, P. (2014). *Theorising student engagement in higher education*. *British Educational Research Journal*, Vol. 40, No. 6, pp. 1005–1018.
- Klemenčič, M. (2017). From Student Engagement to Student Agency: Conceptual Considerations of European Policies on Student-Centered Learning in Higher Education. *Higher Education Policy*, Vol. 30, pp. 69–85.
- NASA (2018) Consultado el día 10 de noviembre de 2018 desde <https://www.grc.nasa.gov/www/cdtb/software/compressflowtoolkit.html>

Pipe Flow (2018) Consultado el día 10 de noviembre de 2018 desde <https://www.pipeflow.com/>

PDVSA (1997). Manual de diseño de Proceso – Flujo en Fase Gaseosa.

Proyecto Tuning (2007): *Reflexiones y Perspectivas de la Educación Superior en América Latina*. Consultado el día 10 de Mayo de 2016 desde <http://tuning.unideusto.org/tuningal/>

Reschly, A. L., & Christenson, S. L. (2012). Jingle, Jangle, and Conceptual Haziness: Evolution and Future Directions of the Engagement Construct. *Handbook of Research on Student Engagement*, New York: Springer, pp. 3-19.

Rush, L. y Balamoutsou. S. (2006) *Dominant Voices, Silent Voices and the Use of Action Learning Groups in HE: A Social Constructionist Perspective*. British Educational Research Association Annual Conference, University of Warwick, 6-9 Septiembre 2006.

Solidworks, (2018) Consultado el día 10 de noviembre de 2018 desde <https://www.solidworks.com/es/product/solid-works-flow-simulation>

Tanaka, M. (2019). *Student Engagement and Quality Assurance in Higher Education: International Collaborations for the Enhancement of Learning*. Routledge.

Trowler, V. (2010) *Student engagement literature review*. Reino Unido: The Higher Education Academy.

UNIVERSIDAD DE CARABOBO (1997). *Perfil de egreso del Ingeniero Mecánico de la Universidad de Carabobo*. Consultado el día 10 de Mayo de 2016 desde [www.ing.uc.edu.ve/mecanica/direccion.htm](http://www.ing.uc.edu.ve/mecanica/direccion.htm)

UNIVERSIDAD DE CARABOBO (2011), *Políticas Académicas Curriculares de la Universidad de Carabobo, 2011*. Consultado el día 10 de Mayo de 2016 desde <http://riuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/handle/123456789/520/politcurr.pdf?sequence=3>

Vergara, G., Avilez, A., y Romero, J. (2016). *Uso de Matlab como herramienta computacional para apoyar la enseñanza y el aprendizaje del algebra Lineal*. *Revista Del Programa de Matemáticas Universidad del Atlántico*, pp. 83–91-306.

**Fecha de recepción:** 10 de octubre de 2018

**Fecha de aceptación:** 15 de Diciembre de 2018

## LA MOTIVACIÓN Y EL LIDERAZGO EN LA SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES COMO DETERMINANTE DE LA PRODUCTIVIDAD LABORAL

Otero Gorotiz, Tomas V<sup>1</sup>, Mite Calero, Wenceslao A<sup>1</sup> y Anchundia Santana, Luis A.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Magister en Seguridad, Salud y Ambiente. Universidad Central del Ecuador.  
Docente en Seguridad, Higiene y Salud Ocupacional. Montecristi –Manabí- Ecuador

<sup>2</sup>Magister en Seguridad, Higiene y Salud Ocupacional. Asesor de Sistemas de  
Gestión de seguridad y salud en el trabajo. Jefe de unidad de seguridad y salud  
BILBO S.A. Montecristi –Manabí- Ecuador

[totero2@hotmail.com](mailto:totero2@hotmail.com)

**Resumen:** en este artículo se reporta un estudio de la influencia del liderazgo y la motivación en la gestión para la seguridad, la salud y la productividad laboral en las organizaciones. A partir de una investigación documental, tomando como base publicaciones científicas disponibles en Google Académico®, y con base en el análisis del contenido de los referentes clave seleccionados, se lograron identificar aspectos clave en la gestión de la seguridad, salud y productividad en el trabajo que se pueden implementar en las organizaciones ecuatorianas. Se destaca la evidencia suficiente para establecer la estrecha relación entre la motivación de los trabajadores y el liderazgo de los gerentes, sobre la productividad de la organización, estrechamente relacionada con la gestión de la seguridad y salud ocupacional.

**Palabras clave:** liderazgo, motivación, seguridad y salud laboral, productividad laboral

## MOTIVATION AND LEADERSHIP IN THE SAFETY AND HEALTH OF WORKERS AS A DETERMINANT OF LABOR PRODUCTIVITY

**Abstract:** this article reports a study of the influence of leadership and motivation in management for safety, health and labor productivity in organizations. From a documentary investigation, based on scientific publications available in Google Scholar®, and based on the analysis of the content of the selected key references, it was possible to identify key aspects in the management of safety, health and productivity at work that can be implemented in Ecuadorian organizations. Sufficient evidence is highlighted to establish the close relationship between the motivation of the workers and the leadership of the managers, on the productivity of the organization, closely related to the management of occupational health and safety.

**Keywords:** leadership, motivation, occupational health and safety, labor productivity

## INTRODUCCIÓN

La Seguridad y la Salud en el Trabajo (SST) es un componente fundamental de la gestión en las organizaciones, las cuales deben considerar los nuevos procesos de salud-enfermedad que enfrentan los trabajadores, además de, los retos de la gestión organizacional y a las diversas estrategias de negocio que deben emprender (Rodríguez, 2016). El problema global para el desarrollo sostenible del ciudadano hoy en día, es la salud y los ambientes de trabajo seguros; para lograr esto, es necesario el desarrollo de entornos sostenibles de seguridad y salud en el trabajo (Jilcha & Kitaw, 2017).

Dado que el recurso humano, es un factor que interviene en los fenómenos macroeconómicos de una nación, considerado como uno de los responsables del aumento del ingreso nacional y por consiguiente del Producto Interno Bruto (PIB), diferentes organismos como la Organización Internacional del Trabajo (OIT), la Agencia Europea para la Seguridad y Salud en el Trabajo (EU-OSHA), y los diferentes ministerios o dependencias gubernamentales a nivel nacional, entre otras, se han preocupado por establecer un marco normativo que respalde los derechos de los trabajadores, garantizando así, la seguridad y salud de la fuerza laboral en el desarrollo de su trabajo (Ortega, Rodríguez & Hernández, 2017). Los sistemas de seguridad y salud en el trabajo (SSST) responden al objetivo de identificar y minimizar los riesgos en el entorno laboral; no obstante, influyen también en el desempeño de las organizaciones, ya sea de manera negativa cuando son engorrosos o burocráticos, o de modo positivo si los mismos se diseñan bien y funcionan eficazmente (EU-OSHA, 2012).

El abordaje de los temas salud, trabajo, riesgos y ser humano han evolucionado a lo largo de la historia; hoy se considera a todo trabajador como parte fundamental de la organización, de modo que fomentar actividades en pro de su salud, seguridad y bienestar se traduce en productividad, competitividad y sostenibilidad organizacional (Pérez, 2014). En este sentido, la motivación de los empleados sigue siendo un desafío para los líderes a nivel mundial (Jensen, 2018); de aquí la relación entre, la motivación de los trabajadores y el liderazgo de los cuadros directivos con el desempeño organizacional, del cual forma parte la gestión de la seguridad y salud en el trabajo, que a su vez impacta a la productividad de las organizaciones.

Según las estimaciones más recientes publicadas por la Organización Internacional del Trabajo (OIT), 2,78 millones de trabajadores a nivel mundial mueren cada año a causa de accidentes de trabajo y enfermedades relacionadas con el trabajo (OIT, 2018). La problemática generada por los factores de riesgos psicosociales que afectan a la población trabajadora, tales como el estrés, el Síndrome de Burnout, la violencia en el lugar de trabajo, entre otros, es mayor y los efectos de esto se evidencian en la disminución de la calidad de vida y el impacto negativo en sus condiciones de salud, así mismo los costos que implican para el sistema de seguridad social y para la productividad de las personas y de las organizaciones (Matabanchoy, 2012).

Por otro lado, la actual coyuntura socioeconómica está perjudicando el estado del bienestar y promoviendo, dentro del ámbito laboral, el retorno a prácticas sociolaborales tóxicas que ya parecían superadas, y el cual el trabajo se

experimenta como una obligación, un aburrimiento, o algo alienante (Gimeno, Grandío & Marqués, 2013). Las prácticas tóxicas, son aquellos comportamientos destructivos, perjudiciales y nocivos tanto para la salud física y psicológica de las personas como para la salud de la propia organización (Ramos, 2015).

Este tipo de gerencia agresiva, facilita la presencia de gerentes altamente perjudiciales para la salud de la organización y de sus integrantes (Guzmán & Acosta, 2013). En contraposición, se presentan las organizaciones saludables, preocupadas, no solamente por el desempeño organizacional, sino por la calidad de vida laboral, mejorando la salud psicosocial, el bienestar y la satisfacción de sus asalariados (Lorente & Vera, 2010). El desarrollo de organizaciones saludables, caracterizadas por promover y potenciar la sinergia positiva entre su propio crecimiento, el de sus miembros y el de la comunidad, se ha convertido en uno de los desafíos del mundo organizacional y, por ende, de la propia sociedad (Gimeno, Grandío & Marqués, 2013).

El entorno laboral saludable representa un ámbito prioritario para la promoción de la salud en el siglo XXI, y constituye un bien que potenciará el desarrollo de personas, comunidades y países, posicionándose como un elemento central de la calidad de vida general (Barrios & Paravic, 2006); sin embargo, si no se establecen fundamentos básicos, y no se identifican mejores prácticas para el diseño de estrategias en pro de garantizar la SST, se esperarían resultados negativos en la gestión. El objetivo de este artículo, es identificar aspectos generales relacionados con la influencia del liderazgo y la motivación en la gestión para la seguridad, la salud y la

productividad laboral en las organizaciones.

El presente artículo está organizado de la siguiente forma. Después de la sección introductoria, se presentan los aspectos metodológicos desarrollados en la investigación; luego, se revisan los aspectos relacionados con la seguridad y salud laboral en general, la productividad laboral, la motivación del trabajador, el liderazgo en el trabajo, y finalmente, se presentan las reflexiones finales, producto del análisis de la revisión realizada.

## **METODOLOGÍA**

En este artículo, se reportan los resultados de una investigación documental. Estableciéndose un horizonte de tiempo de los últimos 15 años (2004-2018). La revisión se realizó usando como fuente la plataforma de búsqueda de Google Académico, y filtrándose la información tomando en cuenta artículos científicos en idioma español, principalmente, y las palabras clave: "Seguridad y Salud en el Trabajo", "Motivación", "Liderazgo" y "Productividad".

Bajo estos criterios, se encontraron 432 artículos, de los cuales se consideraron relevantes para el estudio apenas 45, apenas un 10%; sin embargo, por el principio bola de nieve (referencias consultadas por los estudios considerados), se identificaron referentes claves adicionales. Luego, se identificaron las ideas principales mediante el análisis de contenido, y finalmente, fueron presentados los resultados de dicho análisis en tres secciones: La seguridad y salud en el trabajo (SST), La motivación de la fuerza laboral, El liderazgo en el trabajo, y, La productividad como resultado clave

de gestión de la seguridad y salud en el trabajo.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### La seguridad y salud en el trabajo (SST)

El trabajo es toda actividad que realice el ser humano con el objetivo de ganar algún sustento a cambio, permitiéndoles mantenerse en su día a día (López & Ochoa, 2015). Constituye un elemento de integración social que permite a los individuos realizar sus aspiraciones, cubrir sus necesidades básicas y, hacer un aporte productivo a la sociedad; sin embargo, las actividades laborales, podrían afectar la salud, seguridad y en general, la integridad física de los individuos (Ortega, Rodríguez & Hernández, 2017).

La seguridad en el trabajo y protección de la salud, son aspectos fundamentales para el desarrollo del ser humano, dada su necesidad de contar con un medio de subsistencia, el cual se traduce, generalmente, con el trabajo; por lo que, esta actividad debe realizarse en las mejores condiciones de garantía de protección de su vida y de su salud (Trejo, 2013). La Seguridad y Salud en el Trabajo (SST), es el conjunto de actividades orientadas a crear las condiciones para que el trabajador pueda desarrollar su labor de modo eficiente y sin riesgos, evitando sucesos y daños que afecten su salud o integridad, el patrimonio de la entidad y el medio ambiente (Cisneros-Prieto & Cisneros-Rodríguez, 2015).

Los riesgos, incluyendo los derivados de la SST, afectan el desempeño de las organizaciones y sus resultados; por lo que, una adecuada gestión de la SST implica un compromiso desde la alta

dirección de la organización, así como la comprensión de la rentabilidad económica y social que implica la concepción de sistemas de trabajo sostenibles tanto desde el punto de vista humano como productivo (Molano & Arévalo, 2013). Actualmente, las disciplinas de la seguridad industrial y la salud en el trabajo gozan de la atención de diversos sectores de la sociedad, y se ha dado un gran paso al formalizar sus métodos y fines, así como su cuerpo teórico que es resultado del trabajo multidisciplinario de profesionales en todo el mundo (Arias, 2012). En las últimas décadas, el estudio limitado a las enfermedades profesionales y de los accidentes de trabajo, ha evolucionado a un campo más amplio y ambicioso de la promoción de la mejora de la salud y el bienestar en el trabajo (Romeral, 2012); en este sentido, se destaca la atención a los padecimientos psicofisiológicos y psicosociales a los que están expuestos los trabajadores, ya que constituyen eventos centinelas de la salud global de una empresa, pues son ellos los que marcan la pauta de la atención y valoración hacia las personas (Moreno, 2011).

La salud en el trabajo ha venido desarrollándose conceptualmente a lo largo del tiempo, en la medida en que las condiciones y medio ambiente de trabajo han intentado definirse progresivamente a favor de la salud de los trabajadores; en la práctica, la salud en el trabajo, surge como respuesta al conflicto entre salud y condiciones de trabajo, y se ocupa de la vigilancia e intervención sobre las condiciones de trabajo y la salud de los trabajadores (Andrade & Gómez, 2008). En el campo laboral, la seguridad se concentra en los actos y las condiciones inseguras, mientras que la salud, se ocupa de los riesgos de la salud; por lo que, la

seguridad estudia los accidentes y los riesgos laborales con un enfoque preventivo y de investigación, y, la salud estudia las enfermedades ocupacionales basándose en el diagnóstico precoz y el tratamiento pertinente (Arias, 2012). La salud laboral ayuda a prevenir lesiones, enfermedades y discapacidades, mediante la mejora de las condiciones de trabajo y empleo, así como a promocionar la salud de las personas trabajadoras (Benavides, Delclós & Serra, 2018).

La salud laboral, en los términos en que comúnmente se interpreta, refiere el estado o las circunstancias de seguridad física, mental y social en que se encuentran los trabajadores en sus puestos de trabajo, con la finalidad de prever medidas de control dirigidas a fomentar el bienestar y reducir o eliminar los riesgos de enfermedades o accidentes (Matabanchoy, 2012).

La seguridad y la salud en el trabajo (SST), Seguridad y salud ocupacional, o, Seguridad y Salud Laboral, formalmente, es una disciplina que trata de la prevención de las lesiones y enfermedades relacionadas con el trabajo, y de la protección y promoción de la salud de los trabajadores, y, tiene por objeto mejorar las condiciones y el medio ambiente de trabajo (OIT, 2011).

La OSHA 18.001 (2007), la mayor referencia normativa en Sistemas de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo antes de que se presentara la ISO 45.001 (2018), define Seguridad y Salud en el Trabajo como el conjunto de condiciones y factores que afectan, o podrían afectar a la salud y seguridad de los empleados o de otros trabajadores, visitantes o cualquier otra persona en el lugar de trabajo.

La moderna concepción de la seguridad y salud en el trabajo se diferencia de sus precedentes en la enorme amplitud de sus objetivos y en la gran ambición de sus instrumentos (Romeral, 2012). La salud ocupacional abarca la higiene industrial, la medicina del trabajo y la salud mental ocupacional; mientras que la seguridad industrial abarca la ergonomía y el análisis de ambiente (Arias, 2012). Estas nuevas tendencias para el abordaje de la seguridad y la salud en el trabajo han creado las condiciones para la promoción de un entorno laboral saludable o lugar de trabajo saludable.

Un entorno laboral saludable es aquel espacio en el que los trabajadores y jefes colaboran en un proceso de mejora continua para promover y proteger la salud, seguridad y bienestar de los trabajadores y la sustentabilidad del ambiente de trabajo con base en indicadores de salud y bienestar, relacionados al ambiente físico, medio psicosocial y cultural (OMS, 2010). Un lugar de trabajo saludable promueve una buena salud, que es un recurso primordial para el desarrollo social, económico y personal, así como una importante dimensión de los ambientes laborales (Barrios & Paravic, 2006); a diferencia de la gestión tóxica de las organizaciones, aceptada como inevitable hace unas décadas, y que ahora produce un aumento en el malestar y un descreimiento generalizado (Gimeno, Grandío & Marqués, 2013).

El nuevo enfoque abarca una política global de mejora de las condiciones de trabajo en que se desenvuelve el trabajador, con base en la visión de la organización, donde se integra: la planificación, la coordinación, la participación, el control de la eficacia, la

información y la formación (Romeral, 2012). Los factores políticos, económicos, sociales, culturales, ambientales y biológicos pueden afectar la seguridad y salud de los trabajadores, pero, si se promueven entornos laborales seguros y saludables, se garantizan espacios para el desarrollo y promoción de la seguridad y salud en el trabajo (Barrios & Paravic, 2006). Así, el entorno laboral constituye actualmente un aspecto clave para la promoción de la seguridad y salud, convirtiéndose en un importante elemento para mejorar la calidad de vida de las personas; tomando en cuenta que, las enfermedades derivadas de la presencia crónica de factores de riesgo se traducen en un alto costo para los empleadores debido al ausentismo laboral y a un menor rendimiento, generando reducción de la productividad en las organizaciones (Paredes, Ruiz & González, 2018).

### **La motivación de la fuerza laboral**

El trabajo, además de ser una actividad económica, representa un espacio de desarrollo y desenvolvimiento del trabajador, el cual le permite aplicar sus habilidades, obtener un ingreso económico y realizar aportaciones en beneficio de la sociedad (Patlán, 2016). Romero (2015), define trabajo como el conjunto de valores, actitudes y creencias de características flexibles y dinámicas, que son el resultado de la socialización en y con el trabajo, realizado en un contexto socio-histórico, que configuran una identidad con la profesión y que son asumidos por un colectivo de personas. La motivación para el trabajo es el problema dominante hoy en día en el área de recursos humanos (Kljajić-Derčić & Derčić, 2017). La motivación guarda una estrecha relación con la satisfacción laboral, las relaciones laborales y el entorno laboral, como

elemento fundamental en el desarrollo asertivo de la organización, de hecho, las empresas que mantienen un alto grado de motivación en sus empleados también tendrán un alto grado de satisfacción hacia sus clientes (Peña & Villón, 2018). La motivación está condicionada a las diferentes necesidades del individuo, sus costumbres, región y época en la que se encuentre, entre otros factores que hacen diferente su factor motivacional, y el hecho de que el papel de las organizaciones sea crucial y desafiante al momento de motivar a sus colaboradores (Osorio, Arango & Acosta, 2016).

La motivación está fundamentalmente destinada a facilitar la alteración del comportamiento; es una fuerza que le permite a un individuo actuar en la dirección de un objetivo particular (Shahzadi et al, 2014). Es así como, la motivación laboral ha sido el foco de numerosos estudios de investigación a lo largo de los años; la esencia de cómo motivar a los empleados sigue siendo en la actualidad, un punto focal de expertos en comportamiento organizacional, académicos de negocios y líderes por igual (Jensen, 2018).

La teoría y práctica de la motivación son temas difíciles, que abordan varias disciplinas; a pesar de la enorme investigación, tanto básica como aplicada, el tema de la motivación no se comprende con claridad y, en la mayoría de los casos, se practica poco (Shahzadi et al, 2014). La cuestión de la motivación se refiere a la determinación de los factores y razones que dirigen el comportamiento humano; con motivación, el comportamiento de los empleados busca ser influenciado, se les alienta a hacer los mejores esfuerzos para realizar sus tareas de trabajo (Kljajić-Derčić & Derčić, 2017).

En el ámbito laboral la motivación ha sido objeto de un amplio análisis, en los que se puede diferenciar factores extrínsecos y factores intrínsecos; los extrínsecos, están fuera del sujeto y pertenecen al ámbito material y social, mientras que los intrínsecos, se presentan al realizar el trabajo y dependen de las características propias del trabajador y de su puesto de trabajo (Solf, 2006).

El compromiso, como factor vinculado a la motivación, incluye una dimensión energética y una dimensión de identificación; se caracteriza por un alto nivel de energía y una fuerte identificación con el trabajo (Bakker, Schaufeli, Leiter, & Taris, 2008). Tanto la motivación como la satisfacción laboral dependen de la satisfacción de las necesidades de los individuos y su congruencia con las de la organización; por esta razón, la satisfacción de las mismas genera un individuo más motivado y satisfecho laboralmente, lo cual incidirá en el incremento de la productividad (Marvel, Rodríguez & Núñez, 2011).

Dentro del entorno laboral, la motivación se considera una fuerza que dinamiza, activa, orienta, y conserva el comportamiento de las personas hacia el logro de los objetivos estratégicos; por lo que, es fundamental identificar las causas que en el sitio de trabajo estimulan la acción humana, ya que mediante la gestión de la motivación, entre otros aspectos, la gerencia puede manejar estos elementos con el fin de conseguir que su organización marche adecuadamente y los miembros que la integran se sientan satisfechos (Meñaca et al, 2017).

El talento humano de una organización, debe conocer y estar en una constante capacitación sobre los peligros y riesgos a

los que está expuesto, las medidas que se deben tomar en cuenta ante un incidente o accidente de trabajo, y se deben apropiarse de las medidas, reglamentos, normatividad o cualquier otra reglamentación que adopte la organización en torno a la seguridad y la salud de todos los integrantes de la empresa (Pérez, 2014). Por otro lado, si la organización sabe motivar al personal, se notará en el incremento de su productividad (Charaja & Mamani, 2014).

### **El liderazgo en el trabajo**

El foco de las organizaciones exitosas está en su gente, cuando las personas están motivadas y organizadas y aplican los principios de productividad, calidad, comportamiento ético y hacen un uso equilibrado de la tecnología para el progreso humano, la productividad está asegurada (Marvel, Rodríguez & Núñez, 2011).

En las últimas décadas se ha mencionado mucho como el liderazgo ejerce influencia sobre la fuerza laboral (Serrano & Portalanza, 2014). Los líderes de las organizaciones tienen la responsabilidad de determinar los agentes motivadores de cada empleado individual, ya que cada uno puede estar motivado por algo completamente diferente (Jensen, 2018); de aquí la importancia de identificar el rol de los líderes en los procesos de motivación del personal.

El liderazgo es un tema crecientemente complejo, cuya definición y entendimiento guarda estrecha relación con las aproximaciones teóricas contemporáneas, las mismas que se descienden de las corrientes epistemológicas que han patentado los diferentes cursos de la historia (Serrano & Portalanza, 2014). El liderazgo es uno de los principales factores

para lograr un cambio positivo en la organización (Hao & Yazdanifard, 2015). En una visión integradora y generalista, Ganta & Manukonda (2014), presentan el liderazgo como una clase de poder en el que una persona, el líder, tiene la capacidad de influir o cambiar los valores, creencias, comportamientos y actitudes de otras personas.

Tal como se establece en la más reciente normativa del tema (ISO, 2018), el éxito de la gestión del sistema de SST depende del liderazgo, el compromiso y la participación de todos los niveles y funciones de la organización. El liderazgo es el proceso de lograr influir sobre los demás con trabajo en equipo, con el propósito de que trabajen con entusiasmo en el logro de sus objetivos (Newstrom, 2015).

De acuerdo con la Norma ISO 45.001 (2018), la alta dirección debe demostrar liderazgo, entre otras evidencias, dirigiendo y apoyando a las personas para contribuir a la eficacia del sistema de gestión de la SST, apoyando otros roles pertinentes de la dirección, y, desarrollando, liderando y promoviendo una cultura en la organización que apoye los resultados previstos del sistema de gestión de la SST. Los líderes deben dedicar tiempo a establecer relaciones y conocer a sus empleados en un nivel íntimo para determinar qué los motiva, ya que, al final, todo se reduce a conocer a sus empleados y comprometerlos de una manera significativa que los llevará a estar motivados y satisfechos con su trabajo (Jensen, 2018).

Algunos ejemplos prácticos de liderazgo en la gestión de la SST incluyen, la visita a los lugares de trabajo para compartir con el personal sobre los motivos de preocupación en materia de seguridad y

salud; el asumir una responsabilidad personal y demostrar que se le concede importancia al tema; predicar con el ejemplo; y, ofrecer, en la medida de lo posible, tiempo y recursos (EU-OSHA, 2012).

### **Productividad como resultado clave de gestión de la seguridad y salud en el trabajo**

El capital humano es el principal activo de las organizaciones, independientemente de la actividad económica que esta desarrolle, porque de este activo depende que los procesos y servicios que presta la empresa sean realizados de manera integral y con altos estándares de calidad, lo cual se verá reflejado en el aumento de la productividad y de la competitividad de la organización (Ortega, Rodríguez & Hernández, 2017). Dado que, los trabajadores son la principal fuerza de la que disponen las organizaciones; si estos trabajadores no gozan de buenas condiciones de trabajo y de una salud adecuada, la productividad de la empresa no mejorará, aunque exista tecnología de vanguardia (Sirgo, 2016).

Con base en estadísticas de la Organización Internacional del Trabajo (OIT), que reporta que los accidentes laborales y las enfermedades laborales causan más de 2,3 millones de muertes anuales a nivel mundial, Vega-Monsalv (2017), estima que el efecto en la producción es por lo menos de cuatro días de ausencia al trabajo al año; lo cual es una evidencia objetiva del impacto que tiene una adecuada gestión de la SST sobre la productividad de las organizaciones. La accidentalidad laboral tiene consecuencias humanas, económicas y sociales sobre los trabajadores, y por ende sobre la

productividad y competitividad de las empresas y sobre la sociedad en su conjunto (Cisneros-Prieto & Cisneros-Rodríguez, 2015; Riaño-Casallas, Hoyos-Navarrete & Valero-Pacheco, 2016). Aunque, la iniciativa de incorporar la gestión de la seguridad y salud en el trabajo en las organizaciones viene desarrollándose desde hace mucho tiempo, y se ha materializado oficialmente con las directrices relativas a los Sistemas de Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo, es a partir de la Cumbre de Salud y Seguridad de junio de 2008, donde se reconoce que el avance en la SST tiene un impacto positivo en las condiciones laborales, la productividad y el desarrollo económico y social, que tomó fuerza (Rodríguez, 2016).

Para las empresas es primordial mantener una gestión eficiente y continua en el sistema de seguridad y salud ocupacional, porque permite garantizar la calidad de vida de trabajador y de la empresa; los gastos que se destinan en prevenir y mantener la seguridad y la salud del trabajador se deben plantear como una inversión, porque con base en este rubro se puede mejorar la productividad y por ende la rentabilidad de la organización (Jiménez, 2017). Si la seguridad y la salud de los trabajadores se constituyen como un valor añadido de las organizaciones, éstos serán más responsables con los sistemas de producción y estarán más comprometidos con el mantenimiento de los mismos (Sirgo, 2016).

La productividad es el resultado de la mejora de las relaciones humanas, derivada de la participación de los trabajadores, de su inclusión en la toma de decisiones y en la resolución de problemas; por lo que, la participación incrementa la influencia del individuo en

las decisiones de la organización, lo cual se traducirá en una mayor productividad, que, a su vez, servirá para reforzar su voluntad y capacidad para participar (Marvel, Rodríguez & Núñez, 2011). Un puesto de trabajo mal concebido puede dar lugar a quejas relacionadas con la salud o enfermedades profesionales crónicas y a problemas para mantener la calidad del producto y el nivel de productividad deseado (Rodríguez, 2010).

Los empleados son el grupo de interés de mayor impacto en la organización, su satisfacción se refleja en la productividad y depende tanto de las condiciones físicas de su tarea como de las psicológicas (Martínez & Yandún, 2017); entre estas últimas, se incluyen el desarrollo profesional, el reconocimiento al trabajo, premios, los cuales impactan favorablemente. Las relaciones mostradas con los índices de accidentes y enfermedades laborales, se evidencia el impacto negativo en la productividad, y encuentran en las actividades de seguridad y salud en el trabajo, un mecanismo de regulación (Ordoñez, 2016). Hay estudios como los de Gutiérrez, Guerra & Gutiérrez (2018), Castro, Ferris, Calderón & Benítez (2017), y Hurtado & Sendoya (2016), entre otros, que señalan que la exposición al calor y la gran carga de trabajo afectan negativamente la salud de los trabajadores y reducen su capacidad de trabajo; los riesgos para la salud y la productividad en el desarrollo de los lugares de trabajo en los países tropicales pueden agravarse por el aumento de la temperatura (Villavicencio-Peralta, Arévalo-Álvarez & Villavicencio-Mindiola, 2017).

Sólo es posible emprender estrategias eficaces y duraderas para el incremento continuo de la productividad si se cuenta

con la aceptación, implicación y compromiso del factor humano; por lo que la organización deberá planificar y dirigir un cambio sistemático y continuo del comportamiento de las personas que la conforman para alcanzar una mejora sistemática y sostenida de la productividad (Marvel, Rodríguez & Núñez, 2011). Para mejorar las instalaciones y diseño en mejoras del bienestar laboral, las organizaciones deben basarse cada vez más en estudios de intervención y fisiológicos con un enfoque estacional para que las prácticas en salud y seguridad se apliquen de manera integral (Villavicencio-Peralta, et a., 2017).

En toda organización se debe respetar principalmente la condición humana, ya que, sólo teniendo en cuenta primero al ser humano será posible atender todos los aspectos inherentes a la producción y a la productividad (Nicolaci, 2008). Los empleados con altos niveles de energía y la identificación con su trabajo tienen muchos recursos disponibles y parecen tener un mejor desempeño (Matabanchoy, 2012); esta visión sugiere que un enfoque en el compromiso de trabajo no sólo puede beneficiar al individuo, sino también ofrecer a las organizaciones una ventaja competitiva (Bakker, Schaufeli, Leiter & Taris, 2008).

Las prácticas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo y los resultados de la productividad están íntimamente ligadas, por lo que, es necesario identificar los efectos colaterales de un ámbito en el otro porque se necesitan mutuamente; la investigación acerca de esta interacción es muy reciente, y está revelando que estos objetivos son más bien sinérgicos, y que, el argumento principal es que al gestionar adecuadamente la productividad se hace lo mismo con la SST, así es que invertir en

lo uno contribuye en lo otro (Brahm & Singer, 2016). En síntesis, hombre, organización, condiciones y medio ambiente de trabajo, producción y productividad están estrechamente relacionados entre sí y conforman un todo en el cual cada uno es un elemento esencial en la interacción con los demás (Nicolaci, 2008).

Finalmente, La gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo requiere de la participación de cada uno de los individuos de la empresa, es decir que el presidente o gerente, los supervisores, jefes, personas con personal bajo su responsabilidad y los trabajadores deben participar, por consiguiente, contribuir a la gestión de los riesgos de la organización y ser parte activa para el mejoramiento del SG-SST (González, 2016).

## **CONCLUSIONES**

La gestión de la Seguridad y la Salud en el trabajo se posiciona actualmente como un factor clave en las organizaciones en cuanto a la productividad, competitividad y sostenibilidad. El enfoque moderno de seguridad y salud de los trabajadores, es un modelo integral, holístico, transversal y, por ende, multidisciplinario, que toma en cuenta la evaluación constante de los múltiples factores que afectan el desempeño organizacional.

Este nuevo enfoque de seguridad y salud en el trabajo, que pasa por la gestión de los factores que la determinan, son el sustento de un adecuado entorno laboral que, definitivamente, afecta la productividad de las organizaciones. La alta dirección debe promover la integración de la prevención en los sistemas de gestión de las organizaciones, en particular la seguridad y salud de los trabajadores, y

considerar esta actividad como una inversión que mejorará la productividad. Tanto la motivación de los trabajadores, reflejada en su bienestar laboral, como el liderazgo de la alta dirección, que se evidencia fundamentalmente con el compromiso en garantizar un entorno de trabajo seguro y saludable, son factores que afectan el adecuado funcionamiento de la seguridad y la salud de los trabajadores, y, por ende, la productividad de la organización.

Se hace necesario el fortalecimiento de políticas públicas para la divulgación de las buenas prácticas en gestión de la seguridad y salud de los trabajadores, más allá del ámbito científico-académico, que muestre la verdadera dimensión de este componente dentro de la productividad organizacional, particularmente, en el contexto ecuatoriano.

## REFERENCIAS

Andrade, V. & Gómez, I. (2008). Salud Laboral Investigaciones realizadas en Colombia. *Pensamiento Psicológico*, 4 (10), 9-25. Recuperado de <http://revistas.javerianacali.edu.co/index.php/pensamientopsicologico/article/view/701/977>

Arias, W. (2012). Revisión histórica de la salud ocupacional y la seguridad industrial. *Revista Cubana de Salud y Trabajo*, 13 (3), 45-52. Recuperado de <http://www.medigraphic.com/cgi-bin/new/resumen.cgi?IDARTICULO=38224>

Bakker, A.; Schaufeli, W.; Leiter, M. & Taris, T. (2008). Work engagement: An emerging concept in occupational health psychology. *Work & Stress: An International Journal of Work, Health & Organisations*, 22 (3), 187-200. DOI:

<http://dx.doi.org/10.1080/02678370802393649>

Barrios, S. & Paravic, T. (2006). Promoción de la salud y un entorno laboral saludable. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 14 (1), 136-141. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/rlae/v14n1/v14n1a19.pdf>

Benavides, F.; Delclós, J. & Serra, C. (2018). Estado de bienestar y salud pública: el papel de la salud laboral. *Gaceta Sanitaria*, 32 (4), 377-380. DOI: <https://dx.doi.org/10.1016/j.gaceta.2017.07.007>

Brahm, F. & Singer, M. (2016). Análisis de la relación entre productividad y seguridad laboral (Informe de Proyecto PO172-2014). Fundación Científica y Tecnología - Asociación Chilena de Seguridad/Pontificia Universidad Católica de Chile, Chile. Recuperado de [https://www.achs.cl/portal/fucyt/Documents/Proyectos/172-2014\\_PUC\\_Singer\\_Productividad\\_Informe\\_Final\\_090516.pdf](https://www.achs.cl/portal/fucyt/Documents/Proyectos/172-2014_PUC_Singer_Productividad_Informe_Final_090516.pdf)

Castro, C.; Ferris, S.; Calderón, D. & Benítez, E. (2017). Evaluación de la influencia del estrés térmico en el absentismo laboral de los trabajadores de una factoría de acero inoxidable. *Revista de la Asociación Española de Especialistas en Medicina del Trabajo*, 26 (3), 196-205. Recuperado de: <http://scielo.isciii.es/pdf/medtra/v26n3/1132-6255-medtra-26-03-00196.pdf>

Charaja, Y. & Mamani, J. (2014). Satisfacción laboral y motivación de los trabajadores de la Dirección Regional de Comercio Exterior y Turismo - Puno - Perú. *COMUNI@CCION: Revista de Investigación en Comunicación y Desarrollo*, 5(1), 5-13. Recuperado de:

<http://www.redalyc.org/pdf/4498/449844867001.pdf>

Cisneros-Prieto, M. & Cisneros-Rodríguez, Y. (2015). Los accidentes laborales, su impacto económico y social. *Ciencias Holguín*, 21(3), 1-11. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/1815/181541051002.pdf>

Eu-Osha - Agencia Europea para la Seguridad y la Salud en el Trabajo (2012). Liderazgo en la gestión de la prevención en materia de seguridad y salud en el trabajo. Una guía práctica. Bilbao: EU-OSHA. Recuperado de [https://osha.europa.eu/es/tools-and-publications/publications/reports/management-leadership-in-OSH\\_guide](https://osha.europa.eu/es/tools-and-publications/publications/reports/management-leadership-in-OSH_guide)

Ganta, V. & Manukonda, J. (2014). Leadership during change and uncertainty in organizations. *International Journal of Organizational Behaviour & Management Perspectives*, 3(3), 1183-1190.

Gimeno, M.; Grandío, A. & Marqués, A. (2013). El cambiante mundo de las organizaciones. Hacia una organización saludable. *Revista Internacional de Organizaciones*, 10, 41-63. DOI: <https://doi.org/10.17345/rio10.41-63>

González, J. (2016). Metodología para fortalecer la participación del personal en el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo en una empresa del sector aeronáutico. *Signos*, 8(1), 67-85. Recuperado de <https://revistas.usantotomas.edu.co/index.php/signos/article/view/3789/3734>

Gutiérrez, R.; Guerra, K. & Gutiérrez, M. (2018). Evaluación de Riesgo por Estrés Térmico en Trabajadores de los Procesos de Incineración y Secado de una Empresa

de Tableros Contrachapados. *Información tecnológica*, 29 (3), 133-144. DOI: <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642018000300133>

Guzmán, M. & Acosta, P. (2013). Inteligencia emocional y gerencia tóxica en los jefes de departamentos académicos. *Universidad de Oriente, Núcleo de Sucre, Cumaná. Saber*, 25 (1), 111-117. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/pdf/4277/427739461013.pdf>

Hao, M. & Yazdanifard, R. (2015). How effective leadership can facilitate change in organizations through improvement and innovation. *Global Journal of Management and Business Research: A Administration and Management*, 15(9), 1-5. Recuperado de: [https://globaljournals.org/GJM\\_BR\\_Volume15/1-How-Effective-Leadership.pdf](https://globaljournals.org/GJM_BR_Volume15/1-How-Effective-Leadership.pdf)

Hurtado, V. & Sendoya, F. (2016). Implicaciones en la salud de los trabajadores originadas por la exposición térmica en cultivos (Tesis de Maestría). Maestría en Salud Ocupacional, Facultad de Salud, Universidad Libre. Cali, Colombia. Recuperado de: <https://pdfs.semanticscholar.org/bec1/6a88c17d77a6a219d14e8dd6110c5841c013.pdf>

ISO 45.001 (2018). Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo- Requisitos con orientación para su uso. Ginebra: ISO.

Jensen, J. (2018). Employee Motivation: A Leadership Imperative. *International Journal of Business Administration*, 9(2), 93-98 DOI: <https://doi.org/10.5430/ijba.v9n2p93>

Jilcha, K. & Kitaw, D. (2017). Industrial occupational safety and health innovation for sustainable development. *Engineering*

Science and Technology, an International Journal, 20 (1), 372-380. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jestch.2016.10.011>

JIMÉNEZ, E. (2017). Evaluación financiera del sistema de seguridad y salud ocupacional en la empresa. *Actualidad Contable FACES*, 20(34), 102-118. Recuperado de <http://www.saber.ula.ve/bitstream/handle/123456789/42867/art5.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Kljajić-Dervić, M. & Dervić, S. (2017). Successful Leadership and Motivation Lead to Employee Satisfaction. *Proceeding of Management International Conference, Venice, Italy*, 569-580. Recuperado de <http://www.hippocampus.si/ISBN/978-961-7023-71-8/179.pdf>

López, K. & Ochoa, R. (2015). La concepción del trabajo y su implicación en el ámbito de las relaciones de trabajo. *La concepción del trabajo y su implicación en el ámbito de las relaciones de trabajo. Anuario*, 38, 75-94. Recuperado de: <http://servicio.bc.uc.edu.ve/derecho/revista/idc38/art03.pdf>

Lorente, L. & Vera, M. (2010). Las organizaciones saludables: "El engagement en el trabajo". *Gestión Práctica de Riesgos Laborales*, 73, 16-20. Recuperado de: <http://pdfs.wke.es/1/5/4/2/pd0000051542.pdf>

Martínez, M. & Yandún, E. (2017). Seguridad y Salud Ocupacional en Ecuador: contribución normativa a la Responsabilidad Social Organizacional. *INNOVA Research Journal*, 2 (3), 58-68. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6057496.pdf>

Marvel, M.; Rodríguez, C. & Núñez, M. (2011). La productividad desde una

perspectiva humana: Dimensiones y factores. *Intangible Capital*, 7 (2), 549-584. DOI: <http://dx.doi.org/10.3926/ic.2011.v7n2.p549-584>

Matabanchoy, S. (2012). Salud en el trabajo. *Universidad y Salud*, 14 (1), 87-102. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/reus/v14n1/v14n1a08.pdf>

Meñaca, I.; Cazallo, A.; Sanz, D.; Bascón M.; Simanca J.; Palacio, B. (2017). Modelización de los factores de motivación en el puesto de trabajo. *Espacios*, 38 (58), 7. Recuperado de: <https://www.revistaespacios.com/a17v38n58/a17v38n58p07.pdf>

Molano, J. & Arévalo, N. (2013). De la salud ocupacional a la gestión de la seguridad y salud en el trabajo: más que semántica, una transformación del sistema general de riesgos laborales. *INNOVAR. Revista de Ciencias Administrativas y Sociales*, 23 (48), 21-31. Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/innovar/article/view/40486/42322>

Moreno, B. (2011). Factores y riesgos laborales psicosociales: conceptualización, historia y cambios actuales. *Medicina y Seguridad del Trabajo*, 57 (1), 4-19. DOI: <https://dx.doi.org/10.4321/S0465-546X2011000500002>

Newstrom, J. (2015). *Comportamiento humano en el trabajo*, 13va Edición. México: McGraw-Hill.

Nicolaci, M. (2008). Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo (CyMAT). *Hologramática*, 5(8), 3-48. Recuperado de [http://cienciared.com.ar/ra/usr/3/591/hologramatica08\\_v2pp3\\_48.pdf](http://cienciared.com.ar/ra/usr/3/591/hologramatica08_v2pp3_48.pdf)

- OHSAS 18.001 (2007). Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo- Requisitos. Londres: OHSAS Project Grup/BSI.
- OMS - Organización Mundial De La Salud (2010). Entornos laborales saludables: fundamentos y modelo de la OMS: contextualización, prácticas y literatura de apoyo. Ginebra: OMS. Recuperado de: [https://www.who.int/occupational\\_health/evelyn\\_hwp\\_spanish.pdf](https://www.who.int/occupational_health/evelyn_hwp_spanish.pdf)
- Ordoñez, J. (2016). La seguridad e higiene industrial y el aumento de la productividad en los centros de trabajo. Revista Tecnológica, 12 (18), 45-46. Recuperado de [http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/rtft/v12n18/v12n18\\_a10.pdf](http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/rtft/v12n18/v12n18_a10.pdf)
- ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO – OIT (2011). Sistema de gestión de la SST: Una herramienta para la mejora continua. Turín: OIT. Recuperado de [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed\\_protect/@protrav/@safework/documents/publication/wcms\\_154127.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/@ed_protect/@protrav/@safework/documents/publication/wcms_154127.pdf)
- ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DEL TRABAJO – OIT (2018). Mejorar la Seguridad y la Salud de los Trabajadores Jóvenes. Ginebra: OIT. Recuperado de [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/--ed\\_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms\\_625298.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/--ed_protect/---protrav/---safework/documents/publication/wcms_625298.pdf)
- Ortega, J.; Rodríguez, J. & Hernández, H. (2017). Importancia de la seguridad de los trabajadores en el cumplimiento de procesos, procedimientos y funciones. Revista Academia & Derecho, 8 (14), 155-176. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6713605.pdf>
- Osorio, K.; Arango, A. & Acosta, E. (2016). La motivación como un factor clave de éxito en las organizaciones modernas. Colección Académica de Ciencias Sociales, 3 (2), 22-35. Recuperado de: [https://revistas.upb.edu.co/index.php/ciencias\\_sociales/article/view/6641/6123](https://revistas.upb.edu.co/index.php/ciencias_sociales/article/view/6641/6123)
- Paredes, F.; Ruiz, L. & González, N. (2018). Hábitos saludables y estado nutricional en el entorno laboral. Revista chilena de nutrición, 45 (2), 119-127. DOI: <https://dx.doi.org/10.4067/s0717-75182018000300119>
- Patlán, J. (2016). Derechos laborales: una mirada al derecho a la calidad de vida en el trabajo. Ciencia Ergo Sum, 23 (2), 121-133. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/104/10446094004.pdf>
- Peña, H. & Villón, S. (2018). Motivación Laboral. Elemento Fundamental en el Éxito Organizacional. Revista Scientific, 3 (7), 177-192. DOI: <https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2018.3.7.9.177-192>
- Pérez, B. (2014). Seguridad y salud laboral en las empresas. Revista Ciencia y Cuidado, 11 (1), 57-67. DOI: <https://doi.org/10.22463/17949831.185>
- Ramos, R. (2015). Prácticas organizativas tóxicas (Trabajo de Maestría). Master en Administración y Dirección de Empresas, Facultad de Economía y Empresa. Universidad de Oviedo, España. Recuperado de: [http://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/10651/34521/6/TFM\\_RitaMariaRamosBlanco.pdf](http://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/10651/34521/6/TFM_RitaMariaRamosBlanco.pdf)
- Riaño-Casallas, M.; Hoyos-Navarrete, E. & Valero-Pacheco, I. (2016). Evolución de un Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo e Impacto en la Accidentalidad Laboral: Estudio de Caso en Empresas del Sector Petroquímico en Colombia. Ciencia & Trabajo, 18(55), 68-

72. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-24492016000100011>

Rodríguez, E. (2010). Protección de la seguridad y salud de los trabajadores. Una revisión desde la perspectiva global, latinoamericana y venezolana. *Revista de Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, 2(5), 81-96. Recuperado de <http://servicio.bc.uc.edu.ve/ingenieria/revista/Inge-Industrial/>

Rodríguez, Y. (2016). Evaluación de la Gestión de la Seguridad y Salud en el Trabajo. Un análisis de serie de casos organizacionales. *Sotavento mba*, 28, 74-83. DOI: <http://dx.doi.org/10.18601/01233734.n28.0>

Romeral, J. (2012). Gestión de la seguridad y salud laboral, y mejora de las condiciones de trabajo. El modelo español. *Boletín Mexicano de Derecho Comparado*, 45(135), 1325-1339. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/bmdc/v45n135/v45n135a12.pdf>

Romero, M. (2015). Significado del trabajo y sentido de la profesión en la academia. Un estudio en el contexto colombiano (Tesis Doctoral). Universidad Autónoma de Barcelona, España. Recuperado de: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/313236/mprc1de1.pdf;sequence=1>

Serrano, B. & Portalanza, A. (2014). Influencia del liderazgo sobre el clima organizacional. *Suma de negocios*, 5(11), 117-125. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S2215-910X\(14\)70026-6](http://dx.doi.org/10.1016/S2215-910X(14)70026-6)

Shahzadi, I.; Javed, A.; Pirzada, S.; Nasreen, S. & Khanam, F. (2014). Impact of Employee Motivation on Employee Performance. *European Journal of*

*Business and Management*, 6(23), 159-166. Recuperado de <https://iiste.org/Journals/index.php/EJBM/article/view/14794>

Sirgo, P. (2016). Nuevas perspectivas para la Salud Laboral en un marco público y privado. *Medicina y Seguridad del Trabajo*, 62(244), 178-187. Recuperado de <http://scielo.isciii.es/pdf/mesetra/v62n244/especial.pdf>

Solf, A. (2006). Motivación Intrínseca Laboral y su relación con las variables de personalidad Orientación a la Meta y Tesón. *Persona*, 9, 111-126. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/1471/147112814005.pdf>

Trejo, K. (2013). La protección de la salud y la seguridad en el trabajo como derechos humanos. *El Cotidiano*, 181, 81-90. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/325/32528954011.pdf>

Vega-Monsalve, N. (2017). Nivel de implementación del Programa de Seguridad y Salud en el Trabajo en empresas de Colombia del territorio Antioqueño. *Cadernos de Saúde Pública*, 33(6), 1-10. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/0102-311x00062516>

Villavicencio-Peralta, H.; Arévalo-Álvarez, J. & Villavicencio-Mindiola, H. (2017). Impacto de la seguridad y la seguridad ocupacional en la productividad de las organizaciones: implicaciones para el Ecuador. *Polo del Conocimiento*, 2 (8), 299-314. DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/casedelpo.2017.2.8.agos.299-314>

**Fecha de recepción:** 01 de septiembre de 2018

**Fecha de aceptación:** 30 de noviembre de 2018

## ÍNDICE DE ACONDICIONAMIENTO, CAPACIDAD DE TRABAJO FÍSICO DE LA MANO DE OBRA DIRECTA INDUSTRIAL VENEZOLANA

Burgos Navarrete, Francisco José<sup>1</sup> y Escalona, Evelin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ingeniero Químico, MSc., PhD. Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela.

<sup>2</sup>MD, MSc., PhD. Centro de Estudios de la Salud de los Trabajadores. Universidad de Carabobo (CEST-UC). Maracay, Venezuela

[burgosnfj@gmail.com](mailto:burgosnfj@gmail.com)

**Resumen:** al iniciar este trabajo no se encontró información fisiológica relacionando: edad (E) versus índice de Acondicionamiento Físico (IAF) ni Capacidad de Trabajo Físico (CTF) para la población de mano de obra directa industrial venezolana (PMODIV), por ello eventualmente ubican inadecuadamente al trabajador en puestos que pudiesen superar sus capacidades, conduciendo a riesgos para la salud. La investigación tiene como objetivo determinar IAF y CTF a cualquier E; se realizó un análisis secundario cuantitativo, de campo, descriptivo, epidemiológico, transversal. Metodología: se calcularon Capacidades Promedio de Trabajo Físico (CPTF) y los IAF; el producto de ambos es la CTF. Se puede concluir que este trabajo contribuye a caracterizar antropométrica y fisiológicamente la PMODIV, puesto que la CTF es una característica umbral y conocerla coadyuva a: preservar la salud, aumentar la satisfacción del trabajador, potenciar el rendimiento laboral y calidad del producto final al ubicar al trabajador en puestos acorde a este.

**Palabras clave:** Capacidad Promedio de Trabajo Físico (CPTF), Capacidad de trabajo físico (CTF), Índice de acondicionamiento físico (IAF), Mano de obra directa industrial venezolana

## PHYSICAL FITNESS INDEX, PHYSICAL WORK CAPACITY OF VENEZUELAN INDUSTRIAL DIRECT WORK

**Abstract:** At the beginning of this work, no physiological information was found relating: age (A) versus Physical Conditioning Index (PCI) neither Physical Work Capacity (PWC) for the population of Venezuelan industrial direct labor (PVIDL), so they eventually located improperly to the worker in positions that could exceed their abilities, leading to health risks. The research aims to determine PCI and PWC at any A; Secondary quantitative, field, descriptive, epidemiological, cross-sectional analysis was performed. Methodology: Average Physical Work Capabilities (APWC) and the PCI were calculated; the product of both is the PWC. It can be concluded that this work contributes to the anthropometric and physiological characterization of PVIDL, since PWC is a threshold characteristic and knowing it helps to: preserve health, increase worker satisfaction, and enhance work performance and quality of the final product by locating the worker in positions according to this.

**Keywords:** Capacity (APWC), Physical Work Capacity (PWC), Physical Fitness Index (PFI), Venezuelan Industrial Direct Labor

## INTRODUCCIÓN

La capacidad de trabajo físico (CTF), la edad (E) y el índice de acondicionamiento físico (IAF) son variables que corresponden a competencias “umbral” importantes al considerar las personas elegibles para ciertos puestos de trabajo. Las capacidades o competencias umbral (esenciales) son aquellas que se necesitan para lograr una actuación media o mínimamente adecuada (Dalziel, et al. 2000).

Al iniciarse este trabajo no se pudo encontrar data basada en la mano de obra directa industrial venezolana (PMODIV), que relacionase la CTF con la edad ni el IAF; únicamente se contaba con tablas con esa información referida a poblaciones foráneas.

Al no tomar en cuenta las mencionadas competencias umbral, existe eventualmente la inadecuada ubicación de los trabajadores en puestos de trabajo que podrían superar sus capacidades físicas y los problemas de sus consecuencias a la salud de éstos.

El conocimiento de las competencias umbral ya mencionadas contribuye a la caracterización antropométrica y fisiológica de la población de mano de obra directa industrial venezolana, lo que coadyuva a: preservar la salud y aumentar la satisfacción del trabajador, potenciar el rendimiento laboral y la calidad del producto final al orientar la ubicación del trabajador en puestos acorde a su CTF.

El objetivo general es satisfacer la necesidad de poder conocer y determinar con propósitos prácticos, la CPTF y el IAF a diferentes edades en la PMODIV, el producto del CPTF por el IAF corresponde a la CTF, el cual contribuye al logro de la aplicación de buenas prácticas ergonómicas en el puesto de trabajo

## MARCO METODOLÓGICO

El marco metodológico del presente estudio es cuantitativo, de campo, descriptivo, epidemiológico, transversal; el mismo se basa en el trabajo de Burgos & Escalona (2015), específicamente realizado a la mano de obra directa industrial venezolana; es un re-análisis para hallar nuevas respuestas a partir del método y data primarios; lo cual se ajusta a lo que es un análisis secundario, Heaton (2008). La información para este estudio se obtenida durante los meses de mayo-junio 2014.

La cobertura geográfica está comprendida en la Región Central de la República Bolivariana de Venezuela, su elección se basa en el estudio de Rodríguez-Larralde, Castro, González-Coira & Morales (2001), en el que se determinan la frecuencia génica y porcentajes de mezclas en diferentes áreas geográficas venezolanas, hallaron que la población más homogénea es la de la Región Central (RC) del país.

Las muestras se tomaron en las ciudades de Maracay, Mariara y Valencia, ubicadas en la RC de Venezuela. Mediante un muestreo no probabilístico (casual o accidental), pues se desconocía la probabilidad (Arias, 2012) que tenían los sujetos de la población accesible de acudir a su sede de trabajo; este muestreo fue estratificado por sexo y edad (en cuatro Clases o Estratos). Al estratificar se reduce en 50 % el error de la varianza aleatoria en las predicciones de la capacidad aeróbica Chaffin (1966). La población objetivo en este estudio lo representa las personas que componen la mano de obra directa industrial venezolana, (PMODIV); la cual se entiende como aquellos trabajadores que ensamblan partes para obtener un producto terminado, o quienes operan máquinas en un proceso de producción, o que trabajan en el producto con

herramientas. (Business Encyclopedia, 2014).

Población disponible o accesible: es la porción finita de la población objetivo a la que se tuvo acceso y de la cual se extrajo la muestra representativa (Arias, 2012); en esta investigación se contó con 73 sujetos (40 hombres y 33 mujeres, rango: 20-59 años), lo cual está dentro del orden de magnitud e inclusive supera a los 59 sujetos (35 hombres y 34 mujeres, rango: 15-69 años) que utilizaron los autores Jetté, Campbell, Mongeon & Routhier (1976), para una variable umbral como lo es la Capacidad Aeróbica.

Método de Medición de la variable fisiológica denominada Capacidad Aeróbica Relativa (CAR, ml O<sub>2</sub>/kg-min): valoración indirecta con el método del escalón a los sujetos para generar la data primaria. Para iniciar el estudio se les leyó el documento de conocimiento informando a los sujetos, voluntariamente permitieron ser evaluados para determinar sus respuestas fisiológicas a cargas de trabajo físico.

Del estudio se incluyeron sujetos laboralmente activos, con un año mínimo en su oficio, de diversos niveles de condición física; enmarcados dentro de los lineamientos en referencia a la salud en la Constitución de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 1946): "Un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no solamente la ausencia de enfermedad o dolencia"; también se excluyeron personas con calificación y certificación de discapacidad (Ley para las Personas con Discapacidad, 2007).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para determinar la CAR individual, generalmente expresada en kcal/kg-min, la

mejor alternativa es evaluar físicamente al trabajador (Chaffin 1966).

Según Sharkey & Davis (2008) hay una prueba directa que es la cinta de correr (treadmill) que opera conjuntamente con análisis de aire expirado por el sujeto, hay además pruebas indirectas como es la del cicloergómetro y la del escalón (USDA Forest Service Step Test), compiladas por Fisher & Vehrs (2007), la última fué la empleada por Burgos & Escalona (2015).

La información presentada en las Tablas 1 y 2 es fundamental para el presente trabajo. Es importante acotar que en la Tabla 1 todos los hombres venezolanos exhibieron un IMC>25, lo que indica su sobrepeso, y que el estrato 20-29 años exhibe la más alta Capacidad (potencia) Aeróbica Relativa VO<sub>2</sub> Máxima (CAR) alcanzando 47,5 ml/kg- min.

Para un varón venezolano sano con sobre peso (IMC = 30,5), de 30-35 años el CAR es 39,5 ml/kg-min, la cual es bajo al compararlo con el de su homólogo estadounidense que es de 41,5 ml/kg-min, como reporta Chaffin (1966).

Kravitz (s.f.), señala que un Perímetro Abdominal (PA) > 88 cm en las mujeres y >102 cm en los hombres se asocia con mayor riesgo cardiometabólico tomando en cuenta lo dicho por Ness-Abramof & Apovian, (2008); por otra parte, Welborn & Dhaliwal (2007) que indican que el PA es superior al IMC para predecir el riesgo de enfermedad cardiovascular.

Para calcular el Índice de acondicionamiento físico, la Capacidad de trabajo físico y la Capacidad promedio de trabajo físico, se desarrolló en tres pasos según se indica más adelante, de acuerdo a lo descrito por Chaffin (1966).

**Tabla 1. Data Antropométrica y Potencia Aeróbica (VO<sub>2</sub> Máx.) observada 40 hombres venezolanos (Prueba del Escalón USDA Forest Service Step Test)**

RANGO EDAD (años)	Nº de sujetos	MC Masa Corporal (kg) Media	T Talla (mm) Media	IMC Índice Masa Corporal (kg /m <sup>2</sup> ) Media	PA Perímetro Abdominal (mm) Media	E Edad (años) Media	FCR <sub>15</sub> Frecuencia Cardíaca después de 15 seg del ejercicio y durante 15 segundos (latidos) Media	CAR Capacidad (potencia) Aeróbica Relativa VO <sub>2</sub> Máxima ml/kg min Media	s Desv. Estándar ml/kg min	CAA Capacidad Aeróbica Absoluta VO <sub>2</sub> Máxima kcal/min Media	s Desv. Estándar kcal/min
20-29	10	76,8	1745	25,3	861	24,3	31,5	47,5	6,5	18,2	3,3
30-39	10	89,1	1708	30,5	1049	35,0	36,6	39,5	6,1	17,5	3,1
40-49	10	75,1	1702	25,5	875	44,8	35,8	37,4	4,7	13,8	1,9
50-59	10	84,5	1696	29,3	986	53,5	35,8	35,4	2,9	14,9	2,1
Promedio del grupo		81,3	1713	27,6	943	39,4	34,9	39,9	5,0	16,1	2,6

Fuente: Burgos & Escalona (2015).

**Tabla 2. Data Antropométrica y Potencia Aeróbica (VO<sub>2</sub> Máx.) observada 33 mujeres venezolanos (Prueba del Escalón USDA Forest Service Step Test)**

RANGO EDAD (años)	Nº de sujetos	MC Masa Corporal (kg) Media	T Talla (mm) Media	IMC Índice Masa Corporal (kg /m <sup>2</sup> ) Media	PA Perímetro Abdominal (mm) Media	E Edad (años) Media	FCR <sub>15</sub> Frecuencia Cardíaca después de 15 seg del ejercicio y durante 15 segundos (latidos) Media	CAR Capacidad (potencia) Aeróbica Relativa VO <sub>2</sub> Máxima ml/kg min Media	s Desv. Estándar ml/kg min	CAA Capacidad Aeróbica Absoluta VO <sub>2</sub> Máxima kcal/min Media	s Desv. Estándar kcal/min
20-29	10	63,5	1582	24,4	773	22,7	34,0	39,0	4,1	12,3	2,1
30-39	10	63,5	1589	25,1	777	34,2	40,0	32,1	2,0	10,1	1,5
40-49	09	65,8	1585	25,9	823	43,1	36,2	34,6	1,9	11,3	2,3
50-59	04	79,7	1680	28,2	968	57,5	39,2	28,7	0,8	11,5	1,0
Promedio del grupo		68,1	1609	25,9	835	39,3	37,3	33,6	2,2	11,3	1,7

Fuente: Burgos & Escalona (2015).

Empleando la media de la CAA correspondiente al trabajador venezolano sano de 35 años, con índice de masa corporal cuasi normopeso y, establecidas las limitaciones de tiempo con base en el gasto energético por minuto, se calculó la CPTF

aplicando la metodología y criterios de Chaffin (1966).

Se calcularon las capacidades promedio de trabajo físico (CPTF) y los IAF, el producto de ambos corresponde a la CTF.

La CAA, frecuentemente se expresa en kcal/min, la que puede ser deducida matemáticamente a partir de la CAR, el factor de corrección según la edad (FCE) y los pertinentes factores de conversión, ecuación 1. (George, Fisher & Vehrs (2007):  
 $CAA = (CAR: \text{ml/kg min}) (FCE) (\text{kg}) (1\text{l}/1000\text{ml}) (5\text{kcal}/1\text{l}) = \text{kcal}/\text{min}$  (1)

### La Capacidad de Trabajo Físico del Trabajador de la Población de Mano de Obra Directa Industrial Venezolana

Partiendo de las  $CPTF_{\text{Hombre/Mujer}}$  calculadas empleando las Ecuaciones (2) y (3) las cuales fueron deducidas por Burgos & Escalona (2015), basta multiplicar cada  $CPTF_{\text{Hombre,Mujer}}$  por los respectivos IAF, en función del sexo y E del sujeto, los valores resultantes son las CTF según indica Chaffin (1966).

Para los hombres venezolanos de 35 años, postulando que su Índice de masa corporal  $(IMC)_H$  es cuasi normal,  $IMC = 25,7$  ( $T = 1,70\text{m}$ ;  $MC = 74,4\text{kg}$ ), la  $CAA = 41,4\text{ml O}_2 \times (0,95) \times 74,4\text{kg} \times 1\text{litro}/1000\text{ml} \times 5\text{kcal}/\text{litro} = 14,7\text{kcal}/\text{min}$ .

Para las mujeres venezolanas de 35 años, postulando el índice de masa corporal cuasi normal  $(IMC) = 25,9$  ( $T = 1,589\text{m}$ ;  $MC = 65,3\text{kg}$ ), la  $CAA = 33,7\text{ml O}_2 \times (0,95) \times 65,3\text{kg} \times 1\text{litro}/1000\text{ml} \times 5\text{kcal}/\text{litro} = 10,5\text{kcal}/\text{min}$ ; fueron estandarizados los valores de los IMC empleados en los cálculos para que sean iguales a los de los trabajadores industriales estadounidenses estudiados por Chaffin (1966) donde: hombre de 77 kg y 1,73 m estatura, mujer de 63,5 kg y 1,56 m estatura.

La capacidad aeróbica absoluta estandarizada (CAA) en kcal/min se calcula de igual manera para las edades de 20 a 59 años, dando origen a la Tabla 4.

Ecuación 2 y 3:

$$Capacidad \text{ Promedio de Trabajo Físico (CPTF)}_{\text{Hombre}} = 17,92 - 2,07 \ln t \quad (2)$$

$$Capacidad \text{ Promedio de Trabajo Físico (CPTF)}_{\text{Mujer}} = 12,40 - 1,43 \ln t \quad (3)$$

Donde:

t: el tiempo de duración de la actividad (minutos).

$(CPTF)_{\text{Hombre, Mujer}}$ : kcal/min de actividad

La CPTF de sujetos de ambos sexos, normales, saludables de 35 años, es calculada para trabajos sostenidos durante: 120 minutos, 240 minutos, 480 minutos (8 horas) y por 510 minutos y sus resultados se indican en la Tabla 3 Capacidad promedio de trabajo físico (CPTF) de la mano de obra directa industrial venezolana de 35 años a tiempos determinados.

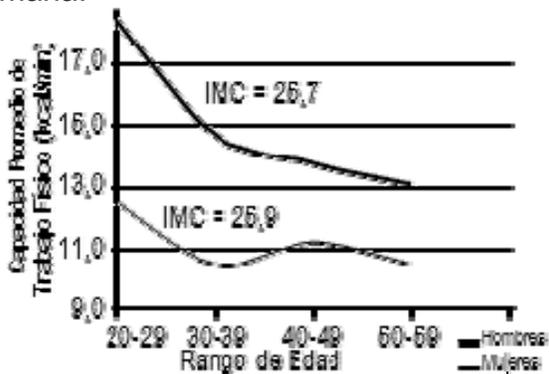
**Tabla 3. Capacidad promedio de trabajo físico (CPTF en kcal/min) de la mano de obra directa industrial venezolana de 35 años a tiempos determinados**

	120min	240min	480min	510min
CPTFHombre	8,00	6,57	5,14	5,01
CPTFmujer	5,55	4,56	3,57	3,48

Para predecir la CTF de una persona se debe tomar en cuenta su acondicionamiento físico (physical fitness), el cual se basa en datos como: su edad, sexo y masa corporal o de la respuesta de su ritmo cardíaco ante cargas de trabajo sub máximas, por ejemplo, la mencionada prueba del escalón. Se ha intentado disuadir el empleo de esas variables empíricas para predecir la capacidad aeróbica, debido a la extrema variación existente entre individuos que han realizado diferentes cantidades de actividad

física durante su vida. Lo que se conozca de la aptitud física del individuo puede ser utilizado para propiciar el logro de una predicción más exacta de la (CTF), empleando el procedimiento propuesto por Chaffin (1966) para obtener e IAF, se ha de dividir la capacidad aeróbica observada del individuo en cada edad cronológica, por la capacidad aeróbica del sujeto de 35 años.

De acuerdo con lo anterior, referirse a la Figura 1. Capacidades aeróbicas (kcal/min) estandarizadas cuasi normopeso,  $IMC_{Hombres} = 25,7$ ;  $IMC_{Mujeres} = 25,9$  o a la Tabla 4. Capacidad aeróbica (kcal/min) estandarizada también a cuasi normopeso, estratificada esta última con una amplitud de intervalo de 5 años; ambas elaboradas por Burgos & Escalona (2015) al muestrear la población disponible, lo que dio origen a la data primaria.



**Figura 1. Capacidades aeróbicas absolutas (kcal/min) estandarizadas a cuasi normopeso  $IMC = 25,7$  hombres;  $IMC = 25,9$  mujeres. Fuente: Burgos & Escalona (2015)**

**Tabla 4. Capacidad aeróbica absoluta estandarizada (CAA) Estand en kcal/min**

Años	Hombres con $IMC = 25,7$	Mujeres con $IMC = 25,9$
20 - 29	18,5	12,5
30 - 39	14,7	10,5
40 - 49	13,7	11,2
50 - 59	13,0	10,5

Fuente: Burgos & Escalona (2015)

A partir del análisis de la figura 1 y la tabla 4, se aprecia que la CAA obedece a una conocida ecuación, la de decaimiento,  $y = e^{-Bt}$  a la que a su vez le corresponde una ecuación de regresión logarítmica  $\ln y = A - B \ln t$ , fueron calculadas las siguientes funciones:

$$Y_{Hombres} = 39,75 - 6,82 \ln t \quad (4)$$

$$Y_{Mujeres} = 18,86 - 2,11 \ln t \quad (5)$$

Aplicando las Ecuaciones (4) y (5) se genera la Tabla 5 Capacidad aeróbica absoluta estandarizada (CAA en kcal/min), con los IMC estándar y estratificando por edad y sexo.

**Tabla 5. Capacidad aeróbica absoluta (CAA) Estand. en kcal/min**

	años	Hombres con $IMC = 25,7$	Mujeres con $IMC = 25,9$
Referencia	20	19,31	12,50
	25	17,79	12,06
	30	16,55	11,68
	35	15,50	11,35
	40	14,59	11,07
	45	13,78	10,82
	50	13,07	10,60
	55	12,41	10,40
	60	11,80	10,22

**Paso 1.** Para determinar en cada sexo su correspondiente IAF, se divide la CAA en kcal/min para cada edad, por su respectivo valor de referencia a 35 años de edad de acuerdo al criterio de Chaffin (1966), generando las Tablas 6 y 7.

La data de la Tabla 6, permite deducir la Ecuación (6) para calcular la IAF a diferentes edades de la mujer trabajadora industrial venezolana:

$$IAF_{M,Edad} = 1,16 - 4,52 \times 10^{-3} \text{ Edad} \quad (6)$$

**Tabla 6. Mujeres: Índice de Acondicionamiento Físico (IAF) Edad**

IAF <sub>Edad</sub>	CTF <sub>Indiv./CTF<sub>Referencia</sub></sub>
IAF <sub>20</sub>	12,50/11,35 = 1,10
IAF <sub>25</sub>	12,06/11,35 = 1,06
IAF <sub>30</sub>	11,68/11,35 = 1,03
IAF <sub>35</sub>	11,35/11,35 = 1,00
IAF <sub>40</sub>	11,07/11,35 = 0,97
IAF <sub>45</sub>	10,82/11,35 = 0,95
IAF <sub>50</sub>	10,60/11,35 = 0,93
IAF <sub>55</sub>	10,40/11,35 = 0,92
IAF <sub>60</sub>	10,22/11,35 = 0,90

Fuente: Burgos & Escalona (2015)

**Tabla 7. Hombres: Índice de Acondicionamiento Físico (IAF) Edad**

IAF <sub>Edad</sub>	CTF <sub>Indiv./CTF<sub>Referencia</sub></sub>
IAF <sub>20</sub>	19,31/15,50 = 1,24
IAF <sub>25</sub>	17,79/15,50 = 1,14
IAF <sub>30</sub>	16,55/15,50 = 1,06
IAF <sub>35</sub>	15,50/15,50 = 1,00
IAF <sub>40</sub>	14,59/15,50 = 0,94
IAF <sub>45</sub>	13,78/15,50 = 0,88
IAF <sub>50</sub>	13,07/15,50 = 0,84
IAF <sub>55</sub>	12,41/15,50 = 0,80
IAF <sub>60</sub>	11,80/15,50 = 0,76

Fuente: Burgos & Escalona (2015)

La data de la Tabla 7, permite deducir la Ecuación (7) para calcular la IAF a diferentes edades del varón trabajador industrial venezolano:

$$IAF_{H, Edad} = 1,42 - 0,011 \text{ Edad} \quad (7)$$

**Paso 2.** Para calcular la Capacidad de Trabajo Físico (CTF) individual, para cada sexo y edad se hace uso de las Ecuaciones (8) y (9), para un determinado tiempo de trabajo sostenido, se ha de multiplicar el cociente (IAF) obtenido en el Paso 1, por la respectiva capacidad promedio de trabajo físico de (CPTF)<sub>Hombres</sub> y (CPTF)<sub>Mujeres</sub>, presentados en la Tabla 3.

Capacidad promedio de trabajo físico (CPTF) de la mano de obra directa industrial venezolana.

$$CTF_{H, Edad} = CPTF_{H,} \times IAF_{H, Edad} \quad (8)$$

$$CTF_{M, Edad} = CPTF_{M,} \times IAF_{M, Edad} \quad (9)$$

Para t = 120 minutos

$$CTF_{H, 20} = 8,00 \times 1,24 = 9,92 \text{ kcal/min;}$$

$$CTF_{M, 20} = 5,55 \times 1,10 = 6,10 \text{ kcal/min}$$

Para la determinación de las demás CTF para cada sexo y edad a los tiempos seleccionados, se repite la iteración.

Las Ecuaciones (8) y (9) son el resultado del estudio epidemiológico transversal, en que se toma en cuenta data antropométrica, la cual debe actualizarse regularmente según indica Vinué (2015).

La data antropométrica/fisiológica compilada en este trabajo, podría razonablemente actualizarse cada 10 años; según el criterio aplicado sobre el Censo General de Población y Vivienda que en Venezuela se caracteriza por esa periodicidad según Moncrieff (2007).

**Paso 3.-** Habiendo aplicado el procedimiento anterior, se confeccionan para cada sexo y edad, para determinado tiempo de trabajo sostenido la Tabla 8 y la Tabla 9 Índices de Acondicionamiento Físico (IAF) y la Capacidad de Trabajo Físico (CTF) para la población objetivo de hombres y mujeres entre 20 y 60 años de edad, que conforman la mano de obra directa industrial venezolana.

En las Tablas 8 y 9, se indica la porción de la capacidad aeróbica absoluta (CAA) o el VO<sub>2</sub> máx., que corresponde al máximo que debe ser permitido gastar al trabajador normal, saludable, de mano de obra directa industrial

venezolana, de acuerdo al tiempo escogido, al sexo, al IAF y a la edad.

Durante la realización de este estudio, no se encontraron trabajos de autores venezolanos

con los cuales compararlo; sin embargo, Márquez (2007), presenta la data obtenida por Chaffin (1966), que aparecen incluidos en las mencionadas Tablas 8 y 9.

**Tabla 8. IAF y CTF (kcal/min)<sub>Hombres</sub>**

Edad	IAF		120 min		240 min		480 min		510 min	
		(a)		(a)		(a)		(a)		(a)
20	1,24	1,16	9,92	9,68	8,15	7,82	6,37	5,99	6,21	5,79
25	1,14	1,13	9,12	9,43	7,49	7,61	5,86	5,80	5,17	5,64
30	1,06	1,09	8,48	9,09	6,96	7,34	5,45	5,59	5,31	5,44
35	1,00	1,00	8,00	8,34	6,57	6,74	5,14	5,13	5,01	4,99
40	0,94	0,95	7,52	7,93	6,18	6,40	4,83	4,88	4,71	4,74
45	0,88	0,93	7,04	7,76	5,78	6,27	4,52	4,77	4,41	4,64
50	0,84	0,91	6,72	7,59	5,54	6,13	4,32	4,67	4,21	4,54
55	0,80	0,88	6,40	7,34	5,26	5,93	4,11	4,52	4,00	4,39
60	0,76	0,83	6,08	6,92	5,00	5,59	3,90	4,26	3,81	4,14

Fuente: (a) Chaffin (1966) citado por Márquez (2007)

**Tabla 9. IAF y CTF (kcal/min)<sub>Mujeres</sub>**

Edad	IAF		120 min		240 min		480 min		510 min	
		(a)		(a)		(a)		(a)		(a)
20	1,10	1,16	6,10	7,26	5,02	5,86	3,93	4,46	3,83	4,34
25	1,06	1,13	5,88	7,07	4,83	5,71	3,78	4,35	3,69	4,23
30	1,03	1,09	5,72	6,82	4,70	5,51	3,68	4,20	3,58	4,08
35	1,00	1,00	5,55	6,26	4,56	5,05	3,57	3,85	3,48	3,74
40	0,97	0,95	5,38	5,94	4,42	4,80	3,46	3,66	3,38	3,59
45	0,95	0,93	5,27	5,82	4,33	4,70	3,39	3,58	3,31	3,48
50	0,93	0,91	5,16	5,69	4,24	4,60	3,32	3,50	3,34	3,41
55	0,92	0,88	5,10	5,52	4,19	4,45	3,28	3,39	3,20	3,29
60	0,90	0,83	5,00	5,29	4,10	4,19	3,21	3,19	3,13	3,11

Fuente: (a) Chaffin (1966) citado por Márquez (2007)

Según la Tabla 8 IAF y CTF (kcal/min)<sub>Hombres</sub>, un trabajador varón de 35 años de la población de mano de obra directa industrial venezolana (que según Tabla 1, al momento del presente estudio tenía sobrepeso, IMC = 30,5), puede laborar 8 horas (480 minutos) a un gasto de 5,14 kcal/minuto, que al compararlo con su Capacidad Aeróbica estandarizada  $CAA_{Estandarizado} = 14,7kcal/min$ ,

en términos prácticos corresponde a 35%, coincidiendo con lo expuesto por Malchaire (2004) respecto a la ley de Bink que se describe en la Tabla 10.

Chaffin (1966) para el varón trabajador industrial norteamericano le determinó  $CAA = 16 kcal/min$  y la tabla 37 reseñada por Márquez (2007) indica que el trabajador

estadounidense puede laborar 8 horas (480 minutos) a un gasto de 5.13 kcal/minuto, en términos prácticos corresponde a 32%.

La Tabla 8 revela que la mayoría de los valores de IAF que se determinaron a los hombres de la población de mano de obra directa industrial venezolana, son menores pero aproximados al compararlos con los de la población mano de obra industrial estadounidense obtenidos por Chaffin (1966) y reseñados por Márquez (2007).

De igual manera para la Tabla 9 revela que antes de los 40 años los valores de IAF que se determinaron a las mujeres son menores; sin embargo, a partir de los 40 años los valores de IAF, son mayores, pero aproximados al compararlos con los de la población mano de obra industrial estadounidense obtenidos por Chaffin (1966) y reseñados por Márquez (2007).

Las medias de IAF de las poblaciones, para probar si son estadísticamente iguales o no, independientes de los hombres y mujeres venezolanos versus los hombres y mujeres estadounidenses, se debe conocer la data original colectada por Chaffin (1966), la cual no se ha podido encontrar.

Según la Tabla 9 IAF y CTF (kcal/min)<sub>Mujeres</sub>, una trabajadora de 35 años de la población de mano de obra directa industrial venezolana (que según Tabla 2, al momento del presente estudio prácticamente no tenía sobrepeso, IMC = 25,1), puede laborar 8 horas (480 minutos) a un gasto de 3,57 kcal/minuto, que al compararlo con su Capacidad Aeróbica estandarizada  $CAA_{Estandarizado} = 10,5 \text{ kcal/min}$ , en términos prácticos corresponde a 34%, valor cercano con lo expuesto por Malchaire (2004) respecto a la ley de Bink que se describe en la tabla 10.

Las medias de CTF de las poblaciones, para probar si realmente son estadísticamente iguales o no, independientes de los hombres y mujeres venezolanos versus los hombres y mujeres estadounidenses se debe conocer la data original colectada por Chaffin (1966), la cual no se ha podido encontrar.

Al comparar las CAA (en kcal/min) de trabajadores venezolanos (data colectada en 2014) con las de trabajadores extranjeros y se emplean tablas de capacidad de trabajo físico CTF como las hechas con data de trabajadores norteamericanos que confeccionó Chaffin (1966) y compiladas por Márquez (2007), se han de tomar en cuenta los IMC de ambas poblaciones, a saber, se han de emplear los siguientes factores de corrección para las CAA venezolanas, Ecuaciones (10) y (11):

$$CAA \text{ (kcal/min)}_{\text{Mujer}} = (25,9/25,9) \quad (10)$$

$$CAA \text{ (kcal/min)}_{\text{Hombre}} = (25,7/27,6) \quad (11)$$

### **Concesión por fatiga para trabajos manuales típicos**

De acuerdo con Malchaire (2004), la ley de Bink se puede expresar en forma tabular por medio de la Tabla 10, que corresponde a lo indicado en la Norma UNE-EN 28996:1995. la cual establece los siguientes tiempos límite de exposición en el trabajo, con relación al porcentaje empleado de la capacidad aeróbica o  $VO_2$  máx.

Este apartado se relaciona directamente con los resultados de la Tabla 1 que indica que para el varón venezolano el promedio de la  $VO_2$  máx. o  $CAR = 39,9 \text{ mlO}_2/\text{kg-min}$  y la Tabla 2 indica que para la mujer venezolana el promedio de la  $VO_2$  máx. o  $CAR = 33,6 \text{ mlO}_2/\text{kg-min}$ .

Esta información es parte del estudio primario de Burgos & Escalona (2015), que sirve de base para los cálculos del IAF y el

CTF, la cual es un componente de los objetivos planteados.

**Tabla 10. Tiempos límite según el porcentaje empleado de la capacidad aeróbica o VO<sub>2</sub> máx. Hombres y Mujeres**

% CTF	100	90	80	70	60	50	40	35	30	20
Límite (min)	5	10	20	40	80	160	320	480	640	1440

Fuente: Norma UNE-EN 28996:1995

La data anterior genera una ecuación exponencial  $y = Ae^{-Bt}$  y graficando en papel cuadrulado corriente:  $\ln X$  versus  $Y$ , presenta una línea recta, por lo tanto, su función inversa es una regresión logarítmica tipo  $Y = A - B \ln t$ ; al hallar los coeficientes correspondientes se puede expresar como:

$$Y = 122,6332 - 14,2431 \ln t \quad (12)$$

Siendo  $r = -0,9999$ ;  $r^2 = 9998$

La Función (12) se utiliza para determinar el porcentaje máximo de la capacidad aeróbica a ser empleado por hombres y mujeres, a cualquier periodo de exposición continua en el trabajo.

#### Comprobación:

NN es un trabajador sano, venezolano de mano de obra directa industrial, varón de 35 años, Talla(T) = 1,708m, Masa Corporal (MC) = 80kg, índice de Masa Corporal (IMC) = 27,4 y el  $IMC_{Estandarizado} = 25,7$  mismo que tenían los trabajadores industriales varones en el estudio de Chaffin (1966); se le ha determinado (por métodos directos o indirectos) una capacidad aeróbica relativa (CAR) = 34mlO<sub>2</sub>/kg-min, por lo tanto su correspondiente  $CAA = (34mlO_2/kg-min)(80kg)(1lit/1000ml)(5kcal/1lit) = 13,6 \text{ kcal/min}$ .

Pero para comparar ese resultado con los de las tablas basadas en el trabajador

norteamericano, es necesario expresar la CAA en base a normopeso, para ello hay que usar la Ecuación (11) que toma en cuenta el  $IMC_{Estandarizado}$ ; consecuentemente al trabajador NN le corresponde:

$$CAA_{Estandarizado} = (13,6kcal/min)(25,7/27,4) = 12,75kcal/min$$

Se ha de calcular la fracción de su  $CAA_{Estandarizado}$  que puede utilizar de manera sostenida al laborar 8 horas (480 minutos).

Aplicando la Ecuación (12) para  $t = 480 \text{ min.}$ , el resultado es 34,699%, que para fines prácticos coincide con lo indicado en la Tabla 10, tiempos límite según el porcentaje empleado de la capacidad aeróbica o VO<sub>2</sub> máx., hombres y mujeres.

Por lo que el sujeto debe ubicarse en un puesto de trabajo que no exceda su capacidad aeróbica, la cual se indica a continuación:

$$CTF = (CAA_{Estandarizado})(0,35)$$

$$CTF = (12,75kcal/min)(0,35) = 4,46 \text{ kcal/min.}$$

Si NN permite someterse a dieta y a un régimen de ejercicios físicos, podría llegar a registrar las características de un varón, normal, saludable de 35 años y siendo que su  $T = 1,708 \text{ m}$ , posiblemente lograría

igualarse con el  $IMC_{\text{estandarizada}} = 25,7$ , a lo que le correspondería una Masa Corporal Estandarizada

$$(MC_{\text{Estandarizado}}) = (1,708 \text{ m})^2(25,7) = 74,97\text{kg}$$

y, lo cual de acuerdo a la Tabla 10 y la Tabla 8, su CAA resultante sería  $CTF/0,35 = 5,14/0,35 = 14,7 \text{ kcal/min}$ ; de la cual, según George, Garth & Vehers (2007) matemáticamente se deduce la correspondiente capacidad aeróbica (potencia) relativa, donde  $0,95 = \text{Factor de corrección según la edad (FCE)}$ :  $\text{mlO}_2/\text{kg min}$ .

$$CAR = (14,7\text{kcal/min})(1000\text{ml}/1\text{lit})(1/74,97 \text{ kg})(1/0,95)(1\text{lit}/5\text{kcal}) = 41,27\text{mlO}_2/\text{kg-min}$$

Se observa que éste último CAR es mayor (y mejor) que sus originales  $34\text{mlO}_2/\text{kg-min}$ ; esa mejora concuerda con lo señalado por Sharkey & Davis (2008).

Lo anterior corrobora que antes de la dieta y del programa de ejercicios, el sujeto no

estaba en las mejores condiciones para trabajos físicos. Esto puede corroborarse consultando la Tabla 11 de Clasificación Cardiorespiratoria del Physical Fitness Manual (2005) del The Cooper Institute for Aerobics Research, (reseñada por Heyward 2010), donde indica que para un sujeto masculino de edad entre 30-39 años con una CAR de  $34 \text{ ml O}_2/\text{kg-min}$  se le clasifica con una condición física deficiente.

Sharkey & Davis (2008) acotan que: “aquellas personas que incrementan su nivel de actividad física y lo mantienen, pueden disminuir la tasa de declinación de la capacidad aeróbica hasta las décadas de los 60 o 70 años”.

Al estudiar una determinada población e indicar la correspondiente CTF de un sujeto, se debe simultáneamente especificar: sexo y edad, además debe citarse la fuente al emplear tablas para clasificar la CAR (generalmente en  $\text{ml O}_2/\text{kg-min}$ ).

**Tabla 11. Clasificación de la condición física cardio-respiratoria:  $\text{VO}_2$  máx. ( $\text{ml O}_2 / \text{kg-min}$ )**

Sexo	Edad	Deficiente	Moderado	Buena	Excelente	Superior
Mujer	20 - 29	$\leq 35$	36 - 39	40 - 43	44 - 49	50 +
	30 - 39	$\leq 33$	34 - 36	37 - 40	41 - 45	46 +
	40 - 49	$\leq 31$	32 - 34	35 - 38	39 - 44	45 +
	50 - 59	$\leq 28$	29 - 30	31 - 34	35 - 39	40 +
	60 - 69	$\leq 25$	26 - 28	29 - 31	32 - 36	37 +
	70 - 79	$\leq 23$	24 - 26	27 - 29	30 - 36	37 +
Hombre	20 - 29	$\leq 41$	42 - 45	46 - 50	51 - 55	56 +
	30 - 39	$\leq 40$	41 - 43	44 - 47	48 - 53	54 +
	40 - 49	$\leq 37$	38 - 41	42 - 45	46 - 52	53 +
	50 - 59	$\leq 34$	35 - 37	38 - 42	43 - 49	50 +
	60 - 69	$\leq 30$	31 - 34	35 - 38	39 - 45	46 +
	70 - 79	$\leq 27$	28 - 30	31 - 35	36 - 41	42 +

**Fuente:** Physical Fitness Specialist Manual (2006) The Cooper Institute for Aerobics Research, Dallas, TX. Publicada en este trabajo con permiso del autor

## Clasificación de la carga de trabajo físico

La Tabla 12, relaciona el nivel de actividad y el metabolismo de trabajo, es oportuno resaltar que se trata de valores medios, calculados para grandes periodos de tiempo, prácticamente toda la vida laboral de la persona, pudiéndose alcanzar en determinados momentos valores más altos.

**Tabla 12. Nivel de actividad y el metabolismo de trabajo**

Nivel de actividad	Metabolismo de Trabajo (Kcal/jornada)
Trabajo Ligero	< 1600
Trabajo Medio	1600 - 2000
Trabajo pesado	> 2000

Fuente: NTP 177 (1986)

## Requerimientos energéticos del trabajo (RET) y tiempo de labor permitidos para que no haya exceso de fatiga acumulada

Las Ecuaciones (13) y (14) de este trabajo, permiten determinar la capacidad de trabajo físico (CTF),

$$CTF_{H,Edad} = CPTF_H \times IAF_{H,Edad} \quad (13)$$

$$CTF_{M,Edad} = CPTF_M \times IAF_{M,Edad} \quad (14)$$

en la cual se toma en función de la capacidad promedio de trabajo físico (CPTF) de hombres y mujeres de 35 años de la población de mano de obra directa venezolana y, el índice de acondicionamiento físico (IAF) del sujeto normal a cualquier edad determinado en el presente estudio. Las Ecuaciones (15) y (16) de capacidad promedio de trabajo físico (CPTF) que se presentan a continuación fueron deducidas en Burgos & Escalona (2015):

Capacidad Promedio de Trabajo Físico

$$(CPTF)_{Hombre,35} = 17,92 - 2,07 \ln t \quad (15)$$

147

Burgos, F., y Escalona, E. Índice de acondicionamiento, capacidad de trabajo físico de la mano de obra directa industrial venezolana. Ingeniería y Sociedad UC. 2018. 13(2):136-151

Capacidad Promedio de Trabajo Físico

$$(CPTF)_{Mujer,35} = 12,40 - 1,43 \ln t \quad (16)$$

donde:

t = el tiempo de duración de la actividad (minutos),

$$(CPTF)_{Hombre, Mujer} = \text{kcal/min de actividad}$$

Si en las Ecuaciones (13) y (14) para calcular CTF y la CPTF se hace igual a los Requerimientos Energéticos del Trabajo (RET) y se emplea el IAF que previamente se ha determinado, ello permite predecir el RET permisible sin que haya exceso de fatiga acumulada. Sea:

$$CTF_{H,Edad} = CPTF_H \times IAF_{H,Edad} \quad (17)$$

$$CTF_{M,Edad} = CPTF_M \times IAF_{M,Edad} \quad (18)$$

Permitiendo que:

$$CTF = (RET)(IAF) \quad (19)$$

Re-arreglando la Ecuación (19):

$$RET = CTF/IAF \quad (20)$$

Para un hombre de 35 años la Ecuación (19) puede expresarse como:

$$RET_{H,35} = CTF_{H,35} / [(IAF_{H,35})]$$

$$RET_{H,35} = [17,92 - 2,07 \ln t] / [1,00] = 5,14 \text{ kcal/min}$$

el cual coincide con el valor para el varón de 35 años de la población de mano de obra directa venezolana indicado en la Tabla 8, siendo su valor ligeramente mayor que el del correspondiente trabajador industrial descrito por Chaffin (1966) y compilado por Márquez (2007).

La fórmula general de la RET para un varón venezolano de la población de mano de obra directa industrial a cualquier edad es:

$$RET_{H,E} = CTF_{H,E} / [ (IAF_{H,E}) ]$$

$$RET_{H,E} = [17,92 - 2,07 \ln t] / [1,42 - 0,011 \text{Edad}] \quad (21)$$

Para una mujer de 35 años la Ecuación (19) puede escribirse como:

$$RET_{M,35} = CTF_{M,35} / [ (IAF_{M,35}) ]$$

$$RET_{M,35} = [12,40 - 1,43 \ln t] / [1,00] = 3,57 \text{kcal/min}$$

el cual coincide con el valor para la mujer de 35 años de la población de mano de obra directa venezolana indicado en la Tabla 9, siendo su valor menor que el de la correspondiente trabajadora industrial descrito por Chaffin (1966) y compilado por Márquez (2007).

Fórmula general de la Requerimiento Energéticos del Trabajo (RET), Ecuación (22), para una mujer venezolana de la población de mano de obra directa industrial a cualquier edad:

$$RET_{M,E} = CTF_{M,E} / [IAF_{M,E}]$$

$$RET_{M,E} = [12,40 - 1,43 \ln t] / [1,16 - 4,52 \times 10^{-3} \text{Edad}] \quad (22)$$

### Requerimientos energéticos del trabajo y el tiempo de jornada permitido

a) Cuando es conocido el  $RET_{\text{Sexo,Edad}}$ , por ejemplo:  $RET_{H,E} = 5,14 \text{ kcal/min}$  al que está sometido el trabajador venezolano sano, de cualquier edad (E) y de cualquier  $IAF_{H,E}$ ; puede despejarse el tiempo de labor permitido para que no haya exceso de fatiga acumulada, a partir de la ya descrita Ecuación (19); ante el

supuesto de que la edad sea de 35 años, entonces:

$$RET_{H,E} = CTF_{H,E} / [ (IAF_{H,E}) ]$$

$$RET_{H,E} = [17,92 - 2,07 \ln t] / [1,42 - 0,011 \text{Edad}]$$

$$5,14_{H,35} = [17,92 - 2,07 \ln t] / [1,42 - 0,011 (35)]$$

de donde:

$t = 480$  minutos, valor que coincide con el indicado en la Tabla 8.

b) Cuando es conocido el  $RET_{M,E}$ , por ejemplo:  $3,57 \text{ kcal/ min}$  al que está sometido la trabajadora venezolana sana, de cualquier edad (E) y cualquier  $IAFM, E$ ; puede hallarse el tiempo de labor permitido para que no haya exceso de fatiga acumulada a partir de la ya descrita Ecuación (19); ante el supuesto de que la edad es de 35 años, entonces:

$$RET_{M,E} = CTF_{M,E} / [ (IAF_{M,E}) ]$$

$$RET_{M,E} = [12,40 - 1,43 \ln t] / [1,16 - 4,52 \times 10^{-3} \text{Edad}]$$

$$3,57_{M,35} = [12,40 - 1,43 \ln t] / [1,16 - 4,52 \times 10^{-3} (35)]$$

donde:

$t = 480$  minutos, valor que coincide con lo indicado en la Tabla 9.

El procedimiento anterior permite elaborar tablas con las E, IAF y CTF de hombres y mujeres que conforman la mano de obra directa industrial venezolana.

### Discusión de resultados con trabajos similares

Durante la realización de este estudio, no se encontraron trabajos similares de autores venezolanos con los cuales compararlo; sin embargo, Márquez (2007), presenta los IAF

y CTF obtenidos por el autor norteamericano Chaffin (1966), que aparecen incluidos en las mencionadas Tablas 8 y 9.

## CONCLUSIONES

Al satisfacer el objetivo general se contribuye a la caracterización fisiológica de la población de mano de obra directa industrial venezolana, lo cual coadyuva a: preservar la salud y aumentar la satisfacción del trabajador, potenciar el rendimiento laboral al orientar la ubicación del trabajador en puestos acorde a su capacidad aeróbica.

La data obtenida en este estudio es una contribución referencial para las buenas prácticas ergonómicas y, partiendo del momento de su publicación se considera que no será necesario, tampoco recomendable consultar data extranjera, excepto para comparaciones.

## RECOMENDACIONES

Se considera que la información compilada en este trabajo es útil, puesto que es aplicable a la mayoría de las actividades industriales y de servicios en Venezuela.

## Futuras aplicaciones

La data autóctona obtenida en este trabajo, puede ser empleada en calidad de una guía sobre competencias personales de umbral, para dar cumplimiento a lo ordenado en la Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo, LOPCYMAT, (2005), Artículo 59, Numeral 2 y el Reglamento Parcial de la Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo (2007), Artículo 27, en situaciones como:

... “exámenes de salud periódicos, entre otros, el examen preempleo, prevacacional,

postvacacional, de egreso y aquellos pertinentes a la exposición de los factores de riesgos”.

## Futuros estudios

1. Los resultados reportados en este trabajo sobre la CAR, CAA, CPTF, CTF e IAF de trabajadores venezolanos de mano de obra directa industrial, pueden emplearse como punto de partida en futuros estudios para determinar: el coeficiente de correlación ( $r$ ) entre ellos vs los requerimientos de energía de los puestos trabajo y, además, precisar las tasas medias (%) de trabajo metabólicas exigida al trabajador respecto a la CTF media.
2. La adecuación de una alimentación balanceada, según la Ley de Alimentación para los Trabajadores y las Trabajadoras (2011), Artículo 2 y su Parágrafo Primero, del trabajador venezolano de mano de obra directa industrial y, asociado a esto programas de ejercicio físico que logren mejoras en el IMC y consecuentemente en su aptitud cardiorrespiratoria, a saber, que mejore su Capacidad de trabajo físico (CTF).

## REFERENCIAS

- Arias, F. (2012). El proyecto de investigación. Introducción a la metodología científica. 6ª Edición. Editorial Episteme. Caracas, Venezuela.
- Burgos, F. & Escalona, E. (2015). Potencia aeróbica y capacidad promedio de trabajo físico de la población laboral industrial venezolana. 1er Congreso de Investigación Doctoral en Ingeniería: Ponencia. Valencia, Venezuela. Consultado el día 05 mayo del 2015, desde <http://sivuc.uc.edu.ve/node/394>

- Business Encyclopedia. Direct and Indirect Labor Overhead Explained. 2014. Consultado el día 15 marzo del 2015, desde <https://www.business-case-analysis.com/direct-labor.html>
- Chaffin, D. (1966). The Prediction of Physical Fatigue During Manual Labor. *Journal of Methods-Time Measurements*. November/December, 1966, Vol, XI N° 5; pp 25-32.
- Dalziel, M.; Cubeiro, J; Fernández, G. & et. al. (2000). Las competencias clave para una Gestión Integrada de los Recursos Humanos. Ediciones Deusto. España.
- George, J. D., Fisher, A. G. & Vehrs, P.R. (2007). Test y pruebas físicas. 4° Edición. Editorial Paidotribo. Badalona, España.
- Heaton, J. (2008). Secondary analysis of qualitative data: an overview. In: *Historical Social Research* 33 2008. 3, pp.33-45. Consultado el día 16 julio del 2015, desde <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:0168-ssoar-191439>
- Heyward, V.H. (2010). *Advanced Fitness Assesment and Exercise Prescription*. 6° Ed. Human Kinetics. Champaign, IL. USA.
- Jetté, M.; Campbell, J.; Mongeon, J. & Routhier, R. (1976). The Canadian Home Fitness Test as a predictor of aerobic capacity. *Can Med Assoc J*. 1976 Apr 17; 114(8): 680–682. Web: 24 8 2018. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1956894/?page=2>
- Kravitz, L. (s.f.). Waist-to-Hip Ratio, Waist Circumference and BMI: What to Use for Health Risk Indication and Why?. Web: 24 08 2017. <https://www.unm.edu/~lkravitz/Article%20folder/waisttohipUNM.html>
- Ley de Alimentación para los Trabajadores y las Trabajadoras G.O. N° 39.666 del 04-May-2011 Decreto N° 8.189 - 03 de mayo de 2011. Decreto con rango, valor y fuerza de ley de Reforma Parcial de la Ley Alimentación para los Trabajadores y las Trabajadoras.
- Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo, LOPCYMAT (2005). Consultado el día 21 junio del 2014, desde [http://www.inpsasel.gob.ve/moo\\_doc/lopcymat.pdf](http://www.inpsasel.gob.ve/moo_doc/lopcymat.pdf)
- Malchaire, J. (2004). Evaluación de la carga dinámica de trabajo. Consultado el día 30 julio del 2015, desde [http://www.deparisnet.be/Ergonomie/physiologie/espagnol/cursos\\_Malchaire\\_conferencia\\_carga\\_fisica.pdf](http://www.deparisnet.be/Ergonomie/physiologie/espagnol/cursos_Malchaire_conferencia_carga_fisica.pdf)
- Márquez, M. (2007). *Ergonomía. Fundamentos de Ergonomía Industrial. Guía Práctica*. Fondo editorial UNET 2007. San Cristóbal, Estado Táchira. Venezuela.
- Moncrieff, H. (2007). Catálogo socio-demográfico de Venezuela. Reporte Venescopio n° 23. [www.venescopio.org.ve](http://www.venescopio.org.ve). CISOR. Consultado el día 20 agosto del 2015, desde <http://www.venescopio.org.ve/web/wp-content/uploads/Reporte-Venescopio-23.pdf>
- Ness-Abramof, R. & Apovian, C. M. (2008). Waist circumference measurement in clinical practice. *Nutrition in Clinical Practice*, 23(4), 397-404.
- NTP 177 (1986). La carga física de trabajo: definición y evaluación (1986). Consultado el día 02 junio del 2014, desde [http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/101a200/ntp\\_177.pdf](http://www.insht.es/InshtWeb/Contenidos/Documentacion/FichasTecnicas/NTP/Ficheros/101a200/ntp_177.pdf)

OMS (1946). Constitución. Organización Mundial de la Salud. Web: 24 8 2018. <https://www.who.int/es/about/who-we-are/constitution>

Reglamento Parcial de la Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo. (2007). Consultado el día 22 agosto del 2014, desde [http://www.inpsasel.gob.ve/moo\\_doc/regl\\_par\\_lopcymat.pdf](http://www.inpsasel.gob.ve/moo_doc/regl_par_lopcymat.pdf)

Rodríguez-Larralde, A.; Castro, D.; González-Coira, M. & Morales, J. (2001). Frecuencia génica y porcentaje de mezcla en diferentes áreas geográficas de Venezuela, de acuerdo a los grupos RH y ABO Interciencia, vol. 26, núm. 1, enero, 2001. Web: 24 8 2018. <http://www.redalyc.org/pdf/339/33905202.pdf>

Sharkey, B. J. & Davis, P. O. (2008). Hard Work. Defining Physical Work performance

Requirements. Human Kinetics. Champaign, IL. USA.

UNE-EN 28996. Evaluación de la Carga Física de Trabajo Calor metabólico. Consultado el día 04 agosto del 2014, desde [http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0011195#.Vd-qfCV\\_NHw](http://www.aenor.es/aenor/normas/normas/fichanorma.asp?tipo=N&codigo=N0011195#.Vd-qfCV_NHw)

Vinué, G. (2015). Anthropometry: An R Package for Analysis of Anthropometric Data. Consultado el día 20 agosto del 2015, desde <https://cran.r-project.org/web/packages/Anthropometry/vignettes/Anthropometry.pdf>

Welborn, T.A. & Dhaliwal, S.S. (2007). Preferred clinical measures of central obesity for predicting mortality. European Journal of Clinical Nutrition, 61, 1373-1379.

**Fecha de recepción:** 10 de Mayo de 2018

**Fecha de aceptación:** 15 de noviembre de 2018

## EVALUACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIMICROBIANA DE SALES DE AMONIO CUATERNARIO EN UN HIDROGEL

Velásquez, Ingrid<sup>1</sup>; Camacaro, Rosa<sup>1</sup> y Dasniel Dayeili<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto de Investigaciones Biomédicas, Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad de Carabobo. Maracay, Venezuela.

[vvelasquez@uc.edu.ve](mailto:vvelasquez@uc.edu.ve)

**Resumen:** Los geles comerciales basan su propiedad antimicrobiana en su contenido de alcohol; sin embargo, en esta investigación se propone la incorporación de compuestos a base sales de amonio cuaternario como agentes antimicrobianos incorporadas en un hidrogel. Se preparan tres geles dos con estas sales y uno a base alcohol. Se evalúa su acción sobre dos cepas microbianas certificadas (ATCC). Los geles también son sometidos a estímulos como variación de pH y temperatura del medio. Los resultados muestran que los geles se comportan como materiales inteligentes al responder favorablemente ante los estímulos probados, lo que se evidencio en su alta capacidad de hinchamiento. En general, todos los geles presentan un pH neutro, y buena consistencia, lo que permite su uso tópico sobre la piel. En cuanto a efecto antimicrobiano se probaron dos geles (A y B) con sales de amonio y se comparó contra un blanco a base de alcohol (Gel C), encontrándose una acción bacteriostática solo sobre la *S. aureus*, por parte del gel A que contenía Cloruro de benzalconio, mientras que para la *P. aeruginosa* ninguno de los geles tuvo un efecto sobre su crecimiento microbiano.

**Palabras clave:** Hidrogel, antimicrobianos, red polimérica, carboximetilcelulosa

## EVALUATION OF THE ANTIMICROBIAL CAPACITY OF QUATERNARY AMMONIUM SALTS IN A HYDROGEL

**Abstract:** Commercial gels base their antimicrobial property on their alcohol content; however, in this research we propose the incorporation of compounds based on quaternary ammonium salts as antimicrobial agents incorporated in a hydrogel. Three gels are prepared, two with these salts and one with an alcohol base. Its action on two certified microbial strains (ATCC) is evaluated. The gels are also subjected to stimuli such as variation in pH and medium temperature. The results show that the gels behave like intelligent materials when responding favorably to the stimuli tested, which was evidenced by their high swelling capacity. In general, all gels have a neutral pH, and good consistency, which allows their topical use on the skin. Regarding antimicrobial effect, two gels (A and B) were tested with ammonium salts and compared against an alcohol-based blank (Gel C), finding a bacteriostatic action only on *S. aureus*, by gel A that it contained benzalkonium chloride, while for *P. aeruginosa* none of the gels had an effect on its microbial growth

**Keywords:** Hydrogel, antimicrobials, polymeric network, carboxymethylcellulose

## INTRODUCCIÓN

La capacidad de los hidrogeles de contener gran cantidad de agua y formar estructura entrecruzada, les permite tener muchas aplicaciones a nivel industrial como producto de uso personal, agricultura, sensores, sistemas de liberación de medicamentos, y sorbentes entre otros (Hoffman, 2012; Ullah et al., 2015). Un hidrogel se puede definir como un grupo de materiales poliméricos cuya estructura hidrófila los hace capaces de contener grandes cantidades de agua en sus redes tridimensionales (Omidian y Park, 2012). El líquido embebido sirve como un filtro selectivo que permite la difusión libre de algunas moléculas de soluto, mientras que la red de polímero sirve como una matriz para mantener el líquido. Los hidrogeles poseen propiedades mecánicas que pueden variar y adecuarse dependiendo del propósito del material. Es posible obtener un gel con mayor rigidez aumentando el grado de reticulación (Chirani et al., 2015), la reticulación restringe el movimiento de las cadenas y aumenta la resistencia del polímero cambiando algunas propiedades mecánicas como flexibilidad, rigidez y fluidez (Balani et al., 2015)

Los hidrogeles pueden clasificarse en sintéticos y naturales, dependiendo de la materia de donde se obtenga, entre los sintéticos se encuentran el polietilenglicol, poliácridamida, ácido poli láctico y el polivinil alcohol, dentro de los naturales se encuentra la celulosa, el quitosano, ácido hialurónico, etc. (Raia et al, 2017; Wang et al., 2017). La mayoría de los geles comerciales se elaboran a partir de polímeros sintéticos (polilácticos, poliácridamida) que le proporcionan una alta estabilidad al producto. Por otra parte, también son empleados polímeros

naturales como la carboximetilcelulosa, requiriendo el uso de un agente entrecruzante para aumentar su estabilidad en el tiempo.

Los geles de carboximetilcelulosa (CMC) pueden ser favorecidos para uso comercial debido a su bajo costo. La CMC es un derivado de polímero natural aniónico y soluble en agua que se usa ampliamente en detergentes, en las industrias de alimentos, papel y textiles debido a sus propiedades que permiten aumentar la viscosidad (Mohamed et al., 2017). La capacidad de absorción de agua se atribuye a la existencia de grupos químicos como ácidos carboxílicos, amina, hidroxilo, amida, y grupos sulfónicos.

La formulación de un gel, con propiedades antimicrobianas es una alternativa en la prevención de infecciones sobre la piel, formando películas que impidan que los microorganismos patógenos presentes en ambientes intrahospitalarios y extrahospitalarios causen infecciones bacterianas. Los geles comerciales contienen solo alcohol como agente bactericida. La finalidad de esta investigación es evaluar un gel antibacterial que contiene sales de amonio como agente antimicrobiano, y estudiar su comportamiento ante variaciones de pH y temperatura del medio. La importancia de estos dos últimos parámetros radica en la influencia de estos sobre los sistemas fisiológicos, biológicos y químicos

## METODOLOGÍA

### Preparación del gel

Se preparan tres geles empleando como polímero la carboximetilcelulosa. El primer gel contiene Cloruro de alquildimetil bencil amonio (Cloruro de benzalconio) (Gel A),

el segundo contiene Cloruro de diestearildimetil amonio (Gel B), y el último gel sin antimicrobiano (Gel C). Todos los geles se prepararon de la siguiente manera: se disolvieron 3g de carboximetilcelulosa (CMC, grado técnico) en agua destilada, luego se adicionan una mezcla cloruro de sodio (NaCl) y cloruro de calcio (CaCl<sub>2</sub>) al 1% (en una proporción de 2:1) por último se adicionó 1% de alcohol isopropílico (70%), a los geles A y B se le adicionó una disolución al 1% del compuesto de sal de amonio. Se homogenizó manualmente y se dejaron reposar por 24 h a temperatura ambiente.

### Caracterización fisicoquímica del hidrogel

#### Densidad y pH

Se determinó la densidad del gel según COVENIN: 703- 2001, y el pH usando un medidor multiparámetros con electrodo (phmetro) de membrana de vidrio con compensación de temperatura y electrodo de conductividad, marca Corning modelo 240.

#### Viscosidad cinemática

Se determinó la viscosidad cinemática de acuerdo a la ley de Stoke. Este método establece que la fuerza de arrastre viscoso que se opone al movimiento de una esfera a través de un fluido, se calcula mediante la ecuación 1, la esfera empleada posee una masa de 1,2511g y un diámetro de 0,0368mm

$$\text{Viscosidad } (\eta) = \frac{2(\rho_{\text{esfera}} - \rho_{\text{hidrogel}}) * g * R^2}{9v_{\text{limite}}} \quad (1)$$

donde:  $\rho$  densidad,  $v_{\text{limite}}$  velocidad limite,  $g$  gravedad,  $R$  radio de la esfera.

Para determinar la velocidad limite se coloca una muestra del hidrogel en un cilindro graduado de 100mL, por la parte central del cilindro y en la superficie del gel se deja caer la esfera y se toma el tiempo que tarda en recorrer 70mL, la medición se realizó por triplicado.

### Capacidad de hinchamiento

Esta capacidad se determinó por gravimetría. El gel obtenido se secó a 100 °C durante 3 horas en una estufa marca Digiheat, hasta obtener un peso constante. El gel obtenido bajo estas condiciones se denomina, xerogel. De este se tomaron 2g y se colocaron en un recipiente con 20mL de agua destilada a temperatura ambiente por 3 horas, transcurrido este tiempo se elimina el exceso de agua en su superficie, y posteriormente se pesó para determinar la ganancia en agua. El procedimiento se realizó por triplicado, el agua absorbida por los geles se determinó según la ecuación 2:

$$\text{Capacidad de Hinchamiento } (W) = \frac{(W_s - W_d)}{W_d} * 100 \quad (2)$$

donde  $W_s$  es el peso del gel hinchado, y  $W_d$  el peso del gel seca (Orozco et al., 2011)

### Efecto de variaciones de pH y temperatura del medio sobre el gel

El efecto del pH sobre la capacidad de hinchamiento del gel se determinó modificando el procedimiento propuesto por Akar et al., (2011).

Para ello se utilizaron tres soluciones buffer: acetato de sodio con ácido acético para un pH ácido (pH 5), fosfato de sodio monobásico y dibásico para un pH neutro (pH 7,4) y ácido bórico, hidróxido de sodio

y cloruro de potasio para un pH alcalino (pH 9.). Se procedió a tomar seis muestras del xerogel, cada muestra de 1g, estas se colocaron en recipientes no graduados por duplicado, con 10mL de las soluciones buffer ácido, neutro y alcalino respectivamente. Las muestras se dejaron reposar por 60 min a temperatura ambiente, para posteriormente determinar su capacidad de hinchamiento.

Para evaluar el efecto de la temperatura, sobre la capacidad de hinchamiento del gel, se consideró un rango entre 10°C y 80° C, con variaciones de temperatura ( $\Delta T$ ) de 10°C. Se tomó 1g del xerogel y se sumergió en 10mL de agua destilada a la temperatura de estudio, se midió su capacidad de hinchamiento cada 30 min hasta completar 90 min. Se construyó la gráfica del porcentaje de hinchamiento en el tiempo. (García et al., 2003)

### **Efecto antimicrobiano del gel**

Para establecer el efecto antimicrobiano de los geles preparados se eligieron dos cepas certificadas, *Staphilococcus aureus* (ATCC 25923) y *Pseudomona aeruginosa* (ATCC 27853). Inicialmente las cepas son activadas al ser cultivadas a 37°C por 24 h, la *S. aureus* en agar sangre y *P. aeruginosa* en agar MacConkey. El método empleado se basó en el método de Kirby – Bauer, recomendado por el Instituto de Normas Clínicas y de Laboratorio (CLSI, siglas en inglés).

Se preparó una suspensión bacteriana de 0,5 MacFarland, y se inoculó cada placa de agar Mueller – Hinton mediante hisopado, luego se embebieron discos de papel de filtro con los 2 modelos de geles previamente preparados, cada disco impregnado con un gel distinto A, B y usando el gel C como control negativo. Las

placas se incubaron a 37°C durante 24h. Se consideró que la formación de un halo se obtendrá cuando el microorganismo en estudio es sensible al gel y no se forma halo cuando este es resistente al gel.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Características fisicoquímicas**

En la Tabla 1 se muestran algunas propiedades intensivas medida a los geles preparados (A, B, C), donde se encontró que todos los geles presentan un pH neutro y cercano al agua pura (pH 7), sin embargo, el pH de una piel normal es aproximadamente 5,5.

Para la aplicación de un producto cosmético se recomienda emplear productos con pH en un rango entre 6 y 8, para evitar daños en la estructura celular y se afecte la barrera protectora de la piel. Por lo que los geles obtenidos pueden ser aplicados sobre la piel.

En cuanto a la densidad los geles A y B, que poseen agente antimicrobiano, presentaron densidades menores a la del agua, mientras que el gel C es igual al del agua. Con respecto a la viscosidad cinemática de los geles A y B está entre 0.14 y 0.15 cP, es decir no hay una diferencia significativa entre sus viscosidades, mientras que para el gel C (solo carboximetilcelulosa) es la mitad (0.07 cP) siendo más líquida que los anteriores.

Por lo que se presume un entrecruzamiento o formación de red entre las sales de amonio cuaternario (Cloruro de alquildimetil bencil amonio y Cloruro de diestearildimetil amonio) y la carboximetilcelulosa.

**Tabla 1. Caracterización fisicoquímica de los geles obtenidos**

Gel	pH±0.01	Densidad ±0.01 (g/cm <sup>3</sup> )	Viscosidad ±0.05 (cP)
A <sup>1</sup>	7,43	0.82	0.15
B <sup>2</sup>	7,58	0.88	0.14
C <sup>3</sup>	7,36	1.03	0.07

<sup>1</sup>cloruro de benzil alquildimetil amonio, <sup>2</sup>Cloruro de diestearil dimetil amonio, <sup>3</sup>solo carboximetilcelulosa

Los geles elaborados a partir de la carboximetilcelulosa pueden entrecruzarse físicamente empleando mezcla de sales de cloruro de sodio y cloruro de calcio, obteniéndose un gel transparente con un aspecto de solido elástico. Las sales mono y divalentes inducen cambios en la estructura y presión osmótica del gel. (Horkay et al., 2001).

Sin embargo, el entrecruzamiento químico también puede ocurrir por la formación de uniones covalentes, o por fuerzas intermoleculares como las de Van der Waals y tipo puente de hidrogeno. Un gel muy entrecruzado tiene una estructura muy compacta, y esto determina su solubilidad, porosidad del material, área superficial, grado de hinchamiento y la resistencia mecánica del material (Ahmed, 2015).

### **Efecto de variaciones de pH y temperatura, del medio, sobre el gel**

La capacidad de hinchamiento es la principal propiedad que poseen los geles, puesto que está relacionada con la capacidad de absorber grandes cantidades de líquido. Esta propiedad resulta de un balance entre las fuerzas osmóticas que causan que el agua penetre entre las cadenas del polímero hidrófilo y las fuerzas cohesivas existentes entre estas cadenas que oponen resistencia a la expansión

(Soto y Oliva, 2012). En este trabajo se determinó el efecto de los cambios del pH y temperatura del medio sobre los geles A y B. No se considera el gel C dado está conformado solo por CMC.

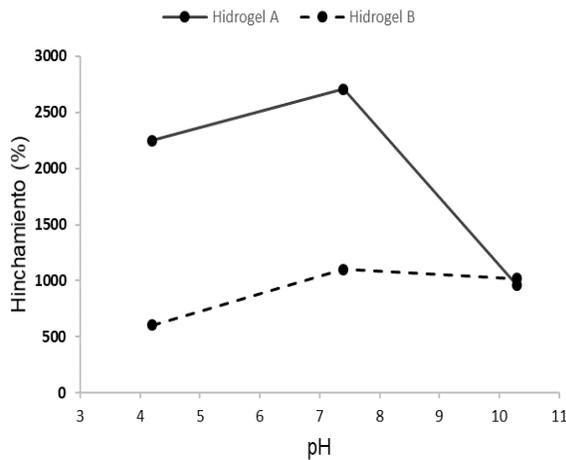
### **Efecto del cambio de pH del medio sobre el gel**

En la figura 1 se muestra la influencia del pH del medio sobre la capacidad de hinchamiento del gel A y B, encontrándose que a pH ácido el gel A (2000%) es capaz de absorber más agua que el gel B (500%). Los hidrogeles sensibles al pH están compuestos por polímeros que contienen en su cadena macromolecular, grupos ácidos (ácido carboxílico o sulfónico) o básicos (aminas presentes en las sales de amonio) capaces a aceptar o liberar protones en presencia de las variaciones del pH del medio circundante. La ionización de estos grupos deja redes poliméricas cargadas, generándose interacciones electrostáticas que producen un hinchamiento o deshinchamiento en el hidrogel.

En el caso del gel B luego del entrecruzamiento químico predominan los grupos carboxílicos, por lo que a pH bajo aceptan protones y casi no hinchan, mientras que en el caso del gel A predomina la amina de la sal de amonio, por lo que se hincha con facilidad a estos valores de pH.

Para pH neutro ambos geles (A y B) presentan su mayor porcentaje de hinchamiento, ya que a este pH los grupos se encuentran completamente disociados, y se incrementa su afinidad por el agua. Para los grupos carboxílicos (pKa = 4,6) la ionización ocurre cuando el pH del medio está por encima de su pKa, mientras que para los grupos amino (pKb = 9,2) se

ionizan por debajo de su pKa. Al cambiar el pH del medio a alcalino el gel A se hincha menos por la falta de disociación, y ahora el gel B presenta un hinchamiento parecido al encontrado a pH neutro. En este último gel, con el incremento del pH se producen repulsiones electrostáticas de los grupos carboxilatos (COO-) provocándose el hinchamiento del hidrogel.



**Figura 1. Efecto de la variación de pH del medio sobre Gel A y Gel B**

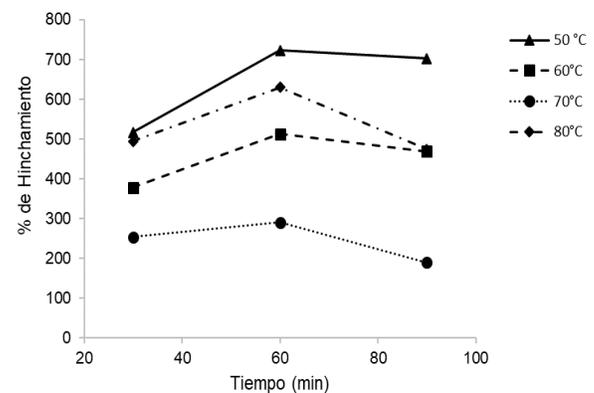
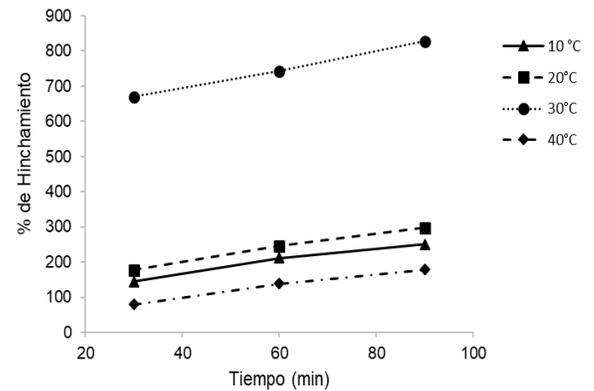
Los geles A y B son denominados geles inteligentes, ya que responden a cambios de pH del medio circundante, la cantidad de agua absorbida depende del carácter hidrofílico de los polímeros empleados y del grado de entrecruzamiento, que permite tener una red más abierta y un potencial hinchamiento (Ahmed, 2015).

**Efecto del cambio de temperatura, del medio, sobre el gel**

En la Figura 2 se observa como la temperatura del medio afecta la capacidad de hinchamiento del gel A en el tiempo, para el rango de temperatura entre 10 y 40°C se encontró que el porcentaje de hinchamiento aumenta en el tiempo,

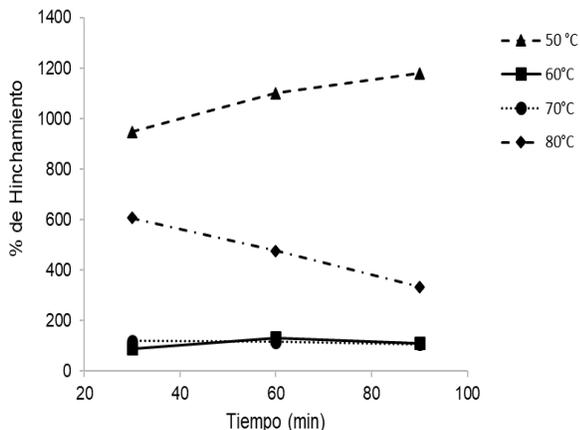
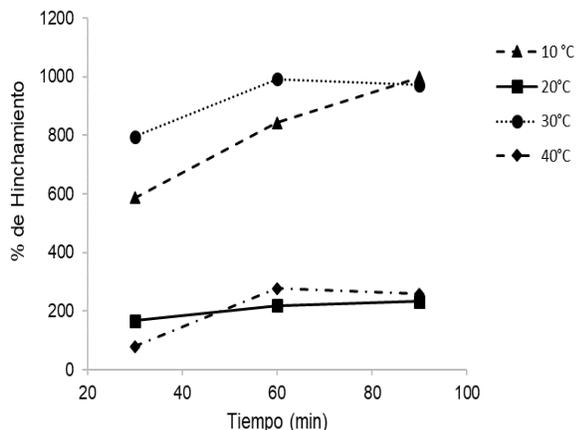
encontrándose un máximo de absorción del agua a 30°C, en los otros casos la temperatura causa una reducción de las fuerzas intermoleculares por lo que la capacidad de retención se ve afectada.

Al aumentar la temperatura entre 50 y 80°C, el gel A se sigue hinchando, pero al cabo de una hora hay una caída del porcentaje de retención de agua, esta disminución de la capacidad de hinchamiento puede atribuirse a la ruptura de los puentes de hidrogeno formados durante el entrecruzamiento entre las sales y el polímero debido a las elevadas temperaturas. Dependiendo de la temperatura el colapso de la red polimérica es más evidente, como por ejemplo a los 80°C.



**Figura 2. Efecto temperaturas del medio sobre el Gel A**

Para el Gel B el comportamiento ante los cambios de temperatura es diferente (Figura 3), experimentando un aumento del porcentaje de hinchamiento a bajas temperaturas (10 y 20 °C) en el tiempo. Para 30 y 40 °C, se observa un quiebre al transcurrir una hora y en consecuencia una disminución de su capacidad de retener agua.



**Figura 3. Efecto temperaturas del medio sobre el Gel B**

Al aumentar la temperatura entre 50 y 70°C hay un aumento del porcentaje de hinchamiento en el tiempo, sin embargo, para 60 y 70 °C el porcentaje es cercano al 100%. El gel colapsa a los 80°C

observándose una caída de su capacidad de retención luego de 30 min, es decir, hay una ruptura de la red polimérica, mucho más severa que la mostrada por el gel A.

Los geles A y B son considerados termosensibles ya que presentan respuestas distintas ante cambios de temperatura. El cambio del volumen de un gel termosensible viene caracterizado por la temperatura de miscibilidad crítica inferior (TMCI) de la cadena del polímero, la TMCI es la temperatura por debajo de la cual los componentes de una mezcla son miscibles para todas las composiciones, es el límite inferior a un intervalo de temperatura de miscibilidad parcial (Said et al., 2004). En este estudio se encontró que la TMCI para el gel A es 50°C, ya que hasta esa temperatura la red polimérica del gel permanece estable. En el caso de gel B el comportamiento encontrado no es concluyente para establecer su TMCI.

Por debajo de la TMCI, el término de entalpía, relacionado con el enlace de hidrógeno entre el polímero y las moléculas de agua, es responsable de la hinchazón del polímero. Cuando la temperatura se eleva por encima de la TMCI, el término de entropía (interacciones hidrofóbicas) domina, lo que conduce a la contracción del polímero. (Ilić-Stojanović et al., 2011).

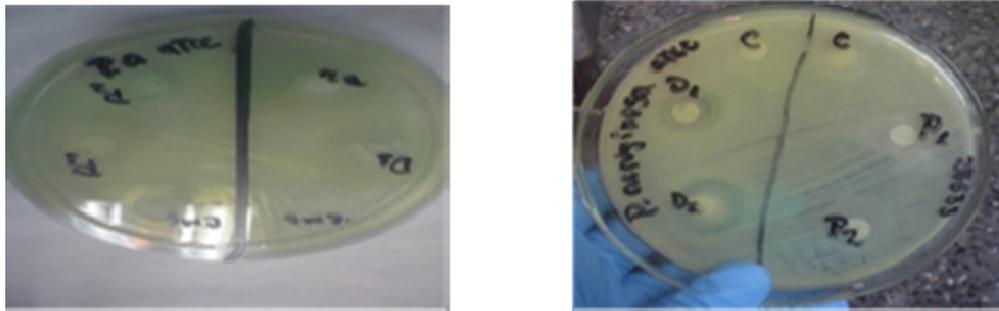
### Efecto antimicrobiano del gel

Los geles A, B y C fueron evaluados sobre dos cepas certificadas ATCC de *Pseudomonas aeruginosa* (bacteria gramnegativa) y *Staphylococcus aureus* (bacteria grampositiva). El gel C posee solo alcohol y representó el control.

Los resultados muestran que para la cepa de *P. aeruginosa*, no hubo formación de

halos de inhibición (Figura 4), es decir, los compuestos activos presentes tanto en gel A y B (sales de amino), así como en gel C (alcohol) no lograron penetrar la membrana que cubre la bacteria y causar un efecto bactericida. La *Pseudomonas* son bacilos gramnegativos, estas bacterias son resistentes a la mayoría de los antibióticos y desinfectantes, Una característica de las bacterias gram

negativo es que poseen una membrana que forma un saco rígido alrededor de la bacteria, y adicionalmente poseen un espacio periplasmático entre la membrana citoplasmática y la membrana externa (Jawetz et al., 1985), por tanto, un agente antimicrobiano debe ser capaz de difundirse a través de esta membrana para inhibir el crecimiento microbiano

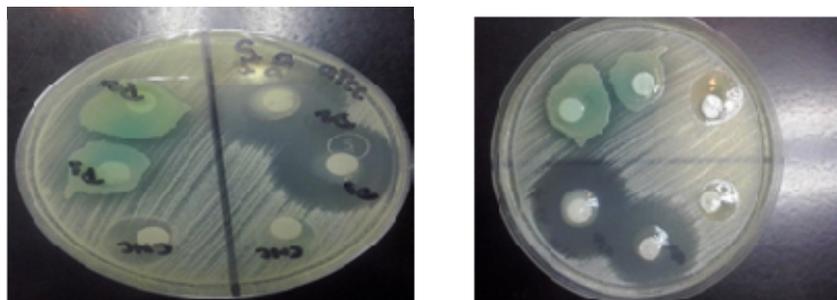


***P. aeruginosa* ATCC 27853**

**Figura 4. Efecto antimicrobiano de los geles sobre *P. aeruginosa***

Para la cepa de *Staphylococcus aureus*, se evidenció la formación de halos de 30mm y 28mm al usar el Gel A, sin embargo, para los geles B y C no hubo un efecto inhibitorio sobre esta cepa (Figura 5). La formación de este tipo de halos indica un efecto antimicrobiano, del tipo bacteriostático, en este caso el compuesto

activo (Cloruro de benzalconio) penetra la pared celular de esta bacteria, desintegrando las proteínas y ácidos nucleicos que la conforman, y ocasiona la fuga del material intracelular y en consecuencia su capacidad de reproducirse.



***S. aureus* ATCC 25923**

**Figura 5. Efecto antimicrobiano de los geles sobre *S. aureus***

Es necesario señalar que los bacilos gramnegativos como las *Pseudomona* poseen más mecanismos de resistencia que los grampositivos, por lo que son capaces de presentar dos o más mecanismos de resistencia simultáneamente (Ebrahimi, et al., 2017), lo que les confiere mayor posibilidad de sobrevivir cuando se enfrenta a compuestos biocidas como los evaluados en este estudio.

Por otra parte, el uso de concentraciones de biocidas inferiores a las requeridas para detener el crecimiento microbiano, puede inducir la resistencia de las cepas a estos compuestos. Para lograr una efectividad de los agentes antimicrobianos debe ajustarse la concentración de aplicación partiendo de la concentración mínima inhibitoria del biocida para el tipo de cepa bajo estudio.

## CONCLUSIÓN

Los geles formulados tienen como agente bactericida sales de amonio cuaternario, y presentan un pH neutro y buena viscosidad. El pH muestra que los geles pueden ser utilizados de forma tópica sobre la piel. Dependiendo del compuesto activo utilizado el gel puede verse afectado por cambios de pH y temperatura.

En esta investigación se encontró que el Gel A, cuyo compuesto activo es Cloruro de alquildimetil bencil amonio, se comporta mejor ante cambios de pH y temperatura, que el gel B (Cloruro de diestearildimetil amonio), sin embargo, ambos geles (A y B) se comportan como materiales inteligentes al responder ante los estímulos propuestos.

En cuanto a su actividad antimicrobiana, se encontró que solo el gel A logra inhibir

el crecimiento (efecto bacteriostático) del *S. aureus*. Para la cepa *P. aeruginosa* ninguno de los geles logra un efecto inhibitorio.

## REFERENCIAS

Ahmed. E. (2015). Hydrogel: Preparation, characterization, and applications: A review. *Journal of Advanced Research* 6: 105–121

Akalin G. y Pulat M. (2018). Preparation and Characterization of Nanoporous Sodium Carboxymethyl Cellulose Hydrogel Beads. *Journal of Nanomaterials* Article ID 9676949.

Akar E., Altinisik A. y Seki Y. (2012) Preparation of pH- and ionic-strength responsive biodegradable fumaric acid crosslinked carboxymethyl cellulose. *Carbohydrate Polymers* 90:1634–1641.

Balani K., Verma V., Agarwal A. y Narayan R. (2015), Physical, thermal, and mechanical properties of polymers. *Biosurfaces: A Materials Science and Engineering Perspective*, 1era Edición. Editorial: John Wiley Sons Inc; 329-344.

Chirani N., Yahia L.H., Gritsch L., Motta F., Chirani S., y Faré S. (2015). History and Applications of Hydrogels. *Journal of Biomedical Science*, 4(2):13

Ebrahimi A., Arvaneh Z., Mahzounieh M. y Lotfalian S. (2017). Antibiotic resistance induction by benzalkonium chloride exposure in nosocomial pathogens. *IntJ Infect.*4(2) :e40296.

García D., Escobar J.L, Bada N. y Casquero J. (2003). Estudio de la transición crítica a temperaturas bajas

(LCST) en hidrogeles termosensibles de poli (N-Isopropilacrilamida-co-N,N-dimetilacrilamida). Sociedad cubana de bioingeniería.

Hoffman A.S., (2012) Hydrogels for biomedical applications. *Adv Drug Deliv Rev* 64:18–23.

Horkay F., Tasaki I. y Basser P. (2001). Efect of monovalent-divalent cation exchange on the swelling of polyacrylate hydrogel in physiological salt solutions-*Biomacromolecules*, 2 (1):195-199.

Ilić-Stojanović S., Nikolić L., Nikolić V., Petrović S., Stanković M., Mladenović-Ranisavljević I. (2011). Stimuli-sensitive hydrogels for pharmaceutical and medical applications. *Physics, Chemistry and Technology*, 9 (1): 37 – 56.

Jawetz E., Melnick J., Adelberg E. (1985). *Microbiología médica*. 11a Edición. Mexico. Editorial Manual moderno S.A.

Mohamed MA, Mutalib A., Mohd A., Za H., Zain M, Mohamad AB, Minggu J., Awang NA y Salleh WN. (2017) An overview on cellulose-based material in tailoring bio-hybrid nanostructured photocatalysts for water treatment and renewable energy applications. *Int J Biol Macromol* 103:1232–1256

Omidian H. y Park K. (2012). *Fundamentals and Applications of Controlled Release Drug Delivery*: 75-106.

Orozco E, Hernández S., Gómez E., Katime, I. (2011) Estudio del hinchamiento de hidrogeles acrílicos terpoliméricos en agua y en soluciones acuosas de Ión Plumboso. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*. 2011; 10(3): 465-470

Raia N, Partlow B, McGill M, Kimmerling E, Ghezzi C y Kaplan D. (2017) Enzymatically crosslinked silk-hyaluronic acid hydrogels. *Biomaterials* 131: 58–67.

Said, H. M., Alla, G. A. y El-Naggar, A. W. (2004) Synthesis and characterization of novel gels based on carboxymethyl cellulose/acrylic acid prepared by electron beam irradiation. *Reactive & Functional Polymers* 61: 397–404.

Soto D., y Oliva H. (2012). Métodos para preparar hidrogeles químicos y físicos basados en almidón: una revisión. *Rev. LatinAm. Metal. Mat.* (2): 154-175.

Ullah F, Othman M.B., Javed F, Ahmad Z. y Akil H.M. (2015) Classification, processing and application of hydrogels: a review. *Mater Sci Eng C* 57:414–433

Wang Y., Yuan Y., Bae H., Dixon B. y Chen P. (2017) Biocompatibility of hydrogel-based scaffolds for tissue engineering applications. *Biotechnol Adv* 35(5): 530–544

**Fecha de recepción:** 01 de junio de 2018

**Fecha de aceptación:** 30 de noviembre de 2018

## FACTORES QUE DETERMINAN LA SATISFACCIÓN ESTUDIANTIL EN EDUCACIÓN SUPERIOR: ANÁLISIS DE CASO EN UNA UNIVERSIDAD COLOMBIANA

Hernández Ortiz, Yimy Alexander<sup>1</sup>; Mejías Acosta, Agustin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>MSc. Ingeniería Industrial, docente Universidad Militar Nueva Granada, Programa de Ingeniería Industrial. Bogotá, Colombia

<sup>2</sup>PhD. Ingeniería Industrial, grupo de investigación en Gestión de Calidad, Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela.

[vvelasquez@uc.edu.ve](mailto:vvelasquez@uc.edu.ve)

**Resumen:** El objetivo de esta investigación, de tipo exploratorio, es identificar los factores que determinan la satisfacción de los estudiantes de educación superior a partir de un estudio de caso en una universidad colombiana. Para este fin, se seleccionó, adaptó y aplicó un modelo de encuesta a una muestra de 100 estudiantes, a partir del cual, se realizó un análisis de factores, previa revisión de la adecuación muestral ( $KMO = 0,887$  y determinante de la matriz de correlación =  $2,68E-6$ ), obteniéndose un modelo de 20 variables agrupadas en 4 dimensiones identificadas como: Enseñanza, Servicios universitarios, Infraestructura y Participación estudiantil, con consistencias internas de  $\alpha_1=0,889$ ;  $\alpha_2=0,890$ ;  $\alpha_3=0,829$  y  $\alpha_4=0,739$ , respectivamente, que demuestran su fiabilidad; y que, explicaron el 66,9% de la varianza total.

**Palabras clave:** satisfacción estudiantil, educación superior, universidad

## FACTORS THAT DETERMINE STUDENT SATISFACTION IN HIGHER EDUCATION: CASE ANALYSIS IN A COLOMBIAN UNIVERSITY

**Abstract:** The objective of this research, exploratory type, is to identify the factors that determine the satisfaction of higher education students from a case study in a Colombian university. For this purpose, a survey model was selected, adapted and applied to a sample of 100 students, from which a factor analysis was carried out, after reviewing the sample adequacy ( $KMO = 0.887$  and determinant of the correlation matrix). =  $2.68E-6$ ), obtaining a model of 20 variables grouped into 4 dimensions identified as: Teaching, University Services, Infrastructure and Student Participation, with internal consistencies of  $\alpha_1 = 0.889$ ;  $\alpha_2 = 0.890$ ;  $\alpha_3 = 0.829$  and  $\alpha_4 = 0.779$ , respectively, demonstrating its reliability; and that, they explained 66.9% of the total variance.

**Keywords:** student satisfaction, higher education, university

## INTRODUCCIÓN

El progreso de un país depende en gran medida de la calidad educativa que brinden las universidades, y la satisfacción de los estudiantes es un indicador para evaluarla (Surdez, Sandoval & Lamoyi, 2018).

La educación superior en Colombia enfrenta retos importantes dentro de los que se destacan la ampliación de los niveles de cobertura y el mejoramiento de la calidad de las instituciones que ofrecen servicios educativos a nivel de enseñanza (Melo, Ramos & Hernández, 2017), por lo que se hace necesario medir el desempeño de las instituciones de educación superior con el fin de generar estrategias que permitan mejorar la calidad de los servicios que prestan.

El logro académico en la educación superior depende de una serie amplia de factores asociados a la institución y a los estudiantes. Dentro de estos factores se destacan el manejo administrativo de los recursos físicos, humanos y financieros, los incentivos a la investigación y la calidad del personal docente (Melo, Ramos & Hernández, 2017).

De esta manera, es fundamental para las instituciones de educación superior, identificar los factores que pueden influir en la satisfacción de sus estudiantes, de forma tal que permita la mejora continua de sus procesos.

La satisfacción del estudiante es de gran interés para las instituciones de educación superior, ya que buscan mejorar continuamente el entorno de aprendizaje para los estudiantes, cumplir con las expectativas de sus grupos constitutivos y cuerpos legislativos, y demostrar su

efectividad institucional (Rouf, Rahman & Uddin, 2016).

La satisfacción de los estudiantes se está convirtiendo en una variable cada vez más importante en el éxito de una institución educativa debido a que la reputación de la institución y el número de estudiantes potenciales inscritos depende de ello (Mihanović, Batinić & Pavičić, 2016).

El conocer y medir la satisfacción en la enseñanza universitaria representa, para muchas instituciones, el mantenimiento y su supervivencia debido a que esta información parece representar una forma fiable de identificar factores que influyen en una mejora significativa en la calidad del nivel académico de sus estudiantes, además de conocer su realidad al compararla con la de otras instituciones y analizarla a lo largo del tiempo (Osorio & Parra, 2016).

Diversos son los factores que influyen en los procesos de enseñanza-aprendizaje a nivel universitario, como son la motivación, las relaciones personales, la organización y los procesos académicos, los cuales afectan el rendimiento y el nivel de satisfacción de los estudiantes.

Bajo este contexto se planteó investigar sobre los factores determinantes de la satisfacción estudiantil universitaria, con lo cual se contribuye a la mejora de la calidad de los servicios educativos que prestan las instituciones de educación superior.

El propósito de esta investigación es identificar los factores que determinan la satisfacción de los estudiantes de Ingeniería Industrial a partir del estudio de un caso colombiano, y que sirva de referencia para otros contextos en Latinoamérica.

## SATISFACCIÓN ESTUDIANTIL

La satisfacción de los estudiantes se puede definir como una actitud a corto plazo resultante de una evaluación de la experiencia educativa, los servicios y las instalaciones de los estudiantes (Salinda, Lalitha & Fernando, 2017, p. 534); de manera global, es la percepción cognitiva y emocional del estudiante frente a las características del servicio educativo que le permite lograr sus metas, intereses y expectativas y a la vez solucionar sus necesidades y encontrar respuesta a sus deseos razonables (Sánchez, 2018, p. 24).

De acuerdo con las definiciones dadas por los diferentes autores, se puede identificar la satisfacción estudiantil como la percepción que tienen los estudiantes del servicio que presta la institución para atender sus necesidades educativas.

Esta percepción es fundamental para el éxito educativo del estudiante y su permanencia en la institución; por lo tanto, medir la satisfacción estudiantil es un aspecto clave en las instituciones de educación superior, que les servirá para responder a su compromiso social y para asegurar su supervivencia a largo plazo.

Se mide la satisfacción de los estudiantes porque son ellos el eje principal y la garantía de la existencia y mantenimiento de las organizaciones educativas. Los estudiantes son los que mejor pueden valorar la educación y, aunque puedan presentar una visión parcial y subjetiva, su opinión proporciona un referente que debe tomarse en cuenta (González, Pino & Penado, 2017, p.246). De esta manera resulta necesario contar con un instrumento que mida de forma objetiva la satisfacción de los estudiantes de educación superior.

Una medición fiable de la satisfacción en el ámbito universitario puede indicar cómo se está generando el proceso de enseñanza-aprendizaje en la institución, y a lo largo del tiempo podría considerarse como una medida de control de calidad de dicho proceso (Pérez & Pereyra, 2015).

Diversos estudios se han realizado para medir la satisfacción estudiantil en instituciones de educación superior. Estos trabajos han utilizado diferentes metodologías e instrumentos de medición para determinar la satisfacción en los estudiantes universitarios.

Mejías, Reyes & Maneiro (2006), midieron la satisfacción estudiantil de la calidad de los servicios en las instituciones de educación superior mexicana a través del instrumento Servqualing, el cual demostró fiabilidad a partir del coeficiente Alfa de Cronbach, y con análisis de factores determinaron cuatro dimensiones: elementos tangibles, planificación, atención personal y atención institucional. Los resultados de esta investigación brindaron información objetiva a los directivos para el análisis institucional y del entorno en la planificación estratégica.

En 2009, Mejías & Martínez, desarrollaron un instrumento para medir la satisfacción estudiantil en educación superior. Los autores diseñaron una encuesta de veintidós variables, tomando como referencia modelos de Universidades de México, Puerto Rico, Perú y Venezuela. A través del análisis de factores, determinaron seis dimensiones para medir la satisfacción de los estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad de Carabobo: atención del personal, aspectos académicos, empatía, oferta académica, gestión docente y aspectos complementarios.

Vergara & Quesada (2011), proponen el uso de un modelo de ecuaciones estructurales mediante la aplicación de una adaptación del modelo propuesto por Oh (1999) y la escala de medición propuesta en el modelo SERVQUAL para determinar la calidad en el servicio ofrecido por la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad de Cartagena, Colombia. Estos autores concluyen que para poder aumentar la calidad del servicio académico percibido se debe hacer énfasis en las percepciones que los estudiantes tienen de los servicios universitarios. Argumentan que, si aumenta el valor percibido por el estudiante, aumenta su satisfacción hacia los servicios que ofrece la institución.

Adicionalmente, sostienen que el precio pagado por concepto de matrícula tiene una influencia inversa con respecto al valor percibido por el estudiante. Este modelo permite identificar los puntos clave para mejorar la satisfacción de los estudiantes y facilitar de esta manera la gestión de procesos en los centros educativos.

Cadena-Badilla, et al. (2015), presentan estrategias para lograr la satisfacción estudiantil partiendo de su medición y del análisis factorial del constructo en una universidad mexicana; para ello utilizan un instrumento de medición de satisfacción estudiantil universitaria (SEUing), el cual posee fiabilidad a partir del coeficiente Alfa de Cronbach mayor a 0,70. Usando rotación Varimax, los autores identificaron cuatro dimensiones: enseñanza, organización académica, vida universitaria, infraestructura y servicios universitarios; información que sirvió para desarrollar propuestas estratégicas a través de una matriz DOFA (Debilidades, Oportunidades, Fortalezas, Amenazas) para mejorar la satisfacción del estudiante en la institución.

González, Pino & Penado,(2017) analizaron la satisfacción con la vida universitaria a través de encuestas on-line a los estudiantes de la Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED) de España. El modelo obtenido permitió identificar los elementos que influyen de manera significativa en la satisfacción de los estudiantes en relación a cuatro dimensiones: docencia, contenidos, comunicación y capacidades. La revisión de las variables implicadas en la satisfacción con la vida universitaria permitió evidenciar la necesidad de utilizar estrategias y recursos relacionados con el factor docencia para la mejora de la calidad universitaria.

## **METODOLOGÍA**

La investigación desarrollada es de tipo descriptiva no experimental. El instrumento usado es una adaptación del propuesto por Mejías & Martínez (2009), y que ha sido usado por Candelas, et al. (2013), Cadena-Badilla, et al. (2015), y Buitrago-Suescún, et al. (2017), entre otros.

El cuestionario consta de 50 variables agrupadas en 4 dimensiones y fue aplicado a 100 estudiantes de Ingeniería Industrial de una universidad colombiana seleccionados aleatoriamente, a los cuales se les explicó los objetivos de la aplicación de la encuesta. Los datos fueron recopilados por medio de un formulario en línea de Google.

Una vez recolectados los datos con el instrumento de medición, se realizó el registro de la información en una hoja de cálculo Excel de Microsoft® que luego fue importada desde el software estadístico SPSS Statistics® versión 25.0. El instrumento contiene alternativas de respuestas politómicas, como las escalas

tipo Likert (Corral, 2009), es por ello que se empleó el coeficiente Alfa de Cronbach para evaluar la confiabilidad o la homogeneidad de las preguntas.

Se utilizó la técnica de Análisis de Factores cuyo objetivo es encontrar un modo de condensar la información contenida en un número de variables originales en un conjunto más pequeño de variables (factores) con una pérdida mínima de información (Hair et al., 2010).

Para verificar si las variables originales estaban relacionadas entre sí se recurrió al índice KMO y al cálculo del determinante de la matriz de correlación.

Una vez determinada la adecuación muestral se extrajeron los factores comunes de las variables con el método de componentes principales, obteniendo la matriz factorial, que arrojó los coeficientes o cargas que tiene cada variable en cada factor. Finalmente se aplicó la rotación Varimax para una mejor interpretación de los factores iniciales.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Análisis de Fiabilidad

De acuerdo con Corral (2009), para evaluar la confiabilidad o la homogeneidad de las preguntas es común emplear el coeficiente Alfa de Cronbach cuando se trata de alternativas de respuestas politómicas, como las escalas tipo Likert. Cuanto menor sea la variabilidad de respuesta, es decir, que haya homogeneidad en las respuestas dentro de cada ítem, mayor será el Alfa de Cronbach.

Se evaluó la fiabilidad del instrumento de medición con un valor Alfa de Cronbach de

0,967, lo cual indica que el instrumento presenta consistencia interna y tiene la capacidad de medir lo que se desea.

### Análisis de Factores

Con el análisis factorial, el investigador puede identificar primero las dimensiones separadas de la estructura y entonces determinar el grado en que se justifica cada variable por cada dimensión (Hair et al., 2010).

Antes de realizar el análisis factorial se debe plantear si las variables originales están correlacionadas entre sí o no lo están. Para analizar la matriz de correlación se pueden utilizar algunos indicadores del grado de asociación entre las variables como el determinante de la matriz, el test de esfericidad de Bartlett y el índice KMO de Kaiser-Meyer-Olkin (Martín et al., 2008).

En caso de que exista adecuación de los datos a un modelo de análisis de factores, el índice KMO estará próximo a 1 (De Vicente & Manera, 2003). Un determinante muy bajo de la matriz indica que las correlaciones son muy altas (Martín et al., 2008).

En los resultados reportados se observa el estadístico KMO = 0,887 y el determinante de la matriz de correlación = 2,68E-6, los cuales evidencian una adecuación correcta de los datos a un modelo de análisis factorial.

En la tabla 1, se presentan los factores que determinan la satisfacción estudiantil para el caso en estudio de una universidad colombiana. Se define cada dimensión, y las variables que la conforman.

**Tabla 1.** Factores que determinan la satisfacción estudiantil universitaria

Dimensión	Definición	Ítems	Variable inicial
1. Enseñanza	Aspectos académicos relacionados con la docencia y el proceso de enseñanza	P4	Mis profesores me están capacitando para dominar habilidades profesionales prácticas
		P6	Mis profesores me están capacitando para resolver problemas
		P1	Mis profesores demuestran dominio acerca de la materia que imparten
		E1	La capacitación académica que estoy adquiriendo en mi pensum de estudios me capacita para competir favorablemente en el mercado laboral
		E2	Me encuentro satisfecho con los contenidos técnicos y metodológicos de las materias
		P2	Mis profesores me están capacitando para expresarme en público con seguridad y lenguaje apropiado
2. Servicios Universitarios	Aborda aspectos administrativos relacionados con la organización y los servicios que presta la institución	S11	La Institución me permite acceder a programas de intercambio y movilidad estudiantil
		S4	El personal administrativo está disponible a explicarme las normas y reglamentos de la Institución, lo que me ayuda a entender mis deberes y responsabilidades
		S7	El personal administrativo me trata con esmero y cordialidad y me ayuda a resolver los problemas que le consulto
		S5	Si tuviera que hacer una queja en esta Institución, encontraría un excelente trato
		S6	La Dirección de la Institución se preocupa por el bienestar de los estudiantes
3. Infraestructura	Comprende los aspectos relacionados con las instalaciones físicas y el equipamiento de las mismas	I5	Cuando estoy dentro de las instalaciones de la Institución me encuentro seguro
		I4	La Institución se mantiene limpia y agradable
		I11	Las aulas de clase son cómodas y adecuadas para concentrarme en mis estudios
		P11	La mayoría de mis profesores me trata con respeto y profesionalismo
		I7	Me encuentro satisfecho con el equipamiento y facilidades para el desarrollo de las actividades deportivas
4. Participación Estudiantil	Aspectos relacionados con la participación y el bienestar estudiantil	P9	Mi participación en la evaluación de los profesores contribuye a fortalecer la calidad de mi enseñanza
		P14	Mis profesores utilizan estrategias de enseñanza que facilitan mi aprendizaje
		I8	En las cafeterías de la Institución se encuentra comida balanceada y a un precio accesible
		S10	El proceso de carnetización es rápido y adecuado

**Fuente:** Elaboración propia (2018)

La reducción obtenida mediante el análisis de factores, utilizando el método de extracción de Componentes Principales, se muestra en la tabla 2. Los porcentajes de

varianza total explicada por cada factor son los resultantes de aplicar la rotación Varimax.

Se obtienen 4 factores o dimensiones que explican el 66,9% de la varianza. Estas dimensiones fueron denominadas: 1. Enseñanza, 2. Servicios universitarios, 3. Infraestructura y 4. Participación estudiantil. El primer factor hace referencia a los aspectos académicos relacionados con la docencia y educación que explican el 43,2% de la varianza total. El segundo factor aborda aspectos administrativos relacionados con la organización y los servicios que presta la institución, los cuales explican el 10,7% de la varianza. El tercer factor comprende los aspectos relacionados con la infraestructura y equipamiento de la institución, que explican el 7,5% de la varianza. El cuarto factor está relacionado con la participación y el bienestar de los estudiantes, el cual explica el 5,5% de la varianza total.

las variables originales y los 4 factores de la solución rotada, ordenados por tamaño. Los valores inferiores a 0,5 han sido eliminados para mayor claridad.

Para la fiabilidad de las dimensiones identificadas, se calcula el coeficiente Alfa de Cronbach, arrojando los siguientes resultados: para Enseñanza,  $\alpha_1=0,889$ , Servicios universitarios,  $\alpha_2=0,890$ , Infraestructura,  $\alpha_3=0,829$  y Participación estudiantil,  $\alpha_4=0,739$ , lo cual es indicativo de la consistencia interna de los factores.

**Tabla 2. Matriz de componentes rotados**

	Componentes			
	1	2	3	4
P4	,774			
P6	,759			
P1	,752			
E1	,736			
E2	,670			
P2	,646			
S11		,787		
S4		,758		
S7		,724		
S5		,706		
S6		,697		
I5			,788	
I4			,769	
I11			,768	
P11			,699	
I7			,579	
P9				,738
P14				,632
I8				,595
S10				,583

### Validez del instrumento

Un instrumento de medición es válido cuando mide aquello para lo cual está destinado. La validez indica el grado con que pueden inferirse conclusiones a partir de los resultados obtenidos (Bernal, 2010). La validez de constructo y la validez de contenido se erigen como las más importantes a la hora de comprobar la validez de un instrumento de medida (Martínez & Galán, 2014).

**Fuente:** Elaboración propia, a partir de la salida del SPSS® (2018)

El instrumento aplicado en esta investigación es una adaptación de la encuesta del modelo SEUing, propuesto por Mejías & Martínez (2009), elaborado a partir de la opinión de expertos y considerando la revisión bibliográfica relacionada con la satisfacción estudiantil universitaria, por lo que puede considerarse que la escala utilizada presenta validez de contenido.

Los valores de la matriz de componentes rotados representan las correlaciones de

Entre los procedimientos o técnicas estadísticas utilizados para la contratación de la validez de constructo destaca en mayor medida el Análisis Factorial; esta es la técnica por excelencia utilizada para la validación de constructo (Pérez-Gil, Chacón & Moreno, 2000). Para esta investigación se utilizó el análisis factorial

como técnica para medir la satisfacción de los estudiantes de educación superior con los resultados mostrados anteriormente, brindándose de esta manera la validez de constructo del instrumento de medición.

### **Discusión de resultados**

De acuerdo con los resultados obtenidos, la dimensión *Enseñanza*, que está relacionada con los aspectos académicos, es el factor principal que explica el mayor porcentaje de la varianza total. Para los estudiantes, la calidad de la educación recibida y el nivel de conocimiento y preparación de los docentes, están asociados significativamente con su satisfacción. Resultado similar reportaron Candelas, et al. (2013), para estudiantes en una institución de educación superior mexicana, quienes mostraron mayor satisfacción en la dimensión aspectos académicos. El mismo resultado se presenta en los estudios realizados por Cadena-Badilla, et al. (2015), quienes presentan como primer factor de satisfacción los aspectos relacionados con la idoneidad de los profesores y sus enseñanzas.

Estos resultados difieren de los obtenidos por Buitrago, Espitia & Mejías (2017), quienes reportan notorio el hecho que aspectos académicos o de docencia no se encuentren entre los tres primeros factores, indicando que para los estudiantes de ingeniería industrial de la UMNG sede Bogotá, son prioritarios la dignidad personal, la integralidad y el desarrollo físico.

En cuanto al segundo factor, *Servicios universitarios*, que aborda aspectos administrativos relacionados con la organización y atención del personal de la institución, se identificó satisfacción en los

estudiantes con respecto a los servicios que presta la universidad debido a la excelente atención que éstos reciben por parte del personal administrativo. Estos resultados coinciden nuevamente con los obtenidos por Candelas, et al. (2013) y Cadena-Badilla, et al. (2015), quienes reportaron satisfacción en los estudiantes por los procesos administrativos que son intrínsecos para mejorar la experiencia educativa.

En lo referente a la infraestructura y equipamiento de la institución, se evidencia satisfacción en los estudiantes debido a la calidad de la dotación de los laboratorios y las aulas de clase y al manejo adecuado de los recursos por parte de la universidad. Diferentes resultados revelan Pérez & Pereyra (2015), quienes reportan un alto grado de insatisfacción de los estudiantes respecto a la infraestructura y el equipamiento de las aulas y los laboratorios en el Departamento de Biología Celular de la Universidad Central de Venezuela.

El último factor, relacionado con la participación y el bienestar de los estudiantes, demuestra que pocos estudiantes están interesados en participar para apoyar el proceso de toma de decisiones en la gestión académico administrativa de la universidad, debido a que lo más importante para los estudiantes es la situación actual de la educación que reciben. Algunos resultados similares evidenciaron Pérez & Pereyra (2015), en donde se obtuvieron valores de satisfacción bastante dispersos acerca de la participación del propio estudiante en el desarrollo de las estrategias docentes.

Resultado éste que contraría la opinión de autores como Imbernon & Medina (2005), los cuales mencionan que la participación

de los estudiantes en las estrategias docentes es fundamental para fortalecer su proceso de aprendizaje y evitar la pasividad del aprendizaje adquirido.

## CONCLUSIONES

Para esta investigación se utilizó una adaptación del modelo de satisfacción estudiantil universitaria (SEUing) de 50 variables, el cual fue aplicado a una muestra de 100 estudiantes de ingeniería industrial en una universidad colombiana. Del análisis de la rotación de factores se obtuvo un modelo de 20 variables que permitió resumir la información disponible en 4 dimensiones que explicaron el 66,9% de la varianza total observada. Estas dimensiones agrupan las variables que tienen características en común entre sí y diferentes entre las de los otros factores.

Las dimensiones fueron nombradas con base en las variables contenidas en ellas, de tal forma que identificara cada uno de los factores de manera clara y a la vez permitiera conocer su contenido más significativo. Estos factores son: *Enseñanza, Servicios universitarios, Infraestructura y Participación estudiantil.*

Las pruebas estadísticas realizadas confirman, tanto la validez como la fiabilidad del instrumento (coeficiente Alfa de Cronbach  $\alpha=0,967$ ), y las dimensiones ( $\alpha_1=0,889$ ;  $\alpha_2=0,890$ ;  $\alpha_3=0,829$  y  $\alpha_4=0,739$ ), lo cual indica que el instrumento posee alta consistencia interna, por lo tanto, cumple con el objetivo de medir la satisfacción que tienen los estudiantes de educación superior.

El presente estudio permite identificar los factores determinantes de la satisfacción estudiantil, los cuales proporcionan un punto de partida para determinar oportunidades de mejora en las

instituciones universitarias. Esto permitirá generar planes estratégicos en aspectos relacionados con la docencia, el proceso de enseñanza-aprendizaje, la organización administrativa, los servicios que presta la institución, las instalaciones físicas y la participación y bienestar de los estudiantes.

## REFERENCIAS

Bernal, César A. (2010). *Metodología de la Investigación*. Tercera edición. Editorial Pearson Educación, Colombia.

Buitrago-Suescún, O.Y., Espitia-Cubillos, A.A. & Mejías-Acosta, A.A. (2017). Análisis de factores para la medición de la satisfacción estudiantil en educación superior: Caso ingeniería industrial, Universidad Militar Nueva Granada. *Educación en Ingeniería*, 12(24), 107-112. DOI: <http://dx.doi.org/10.26507/rei.v12n24.774>

Cadena-Badilla, M.; Mejías-Acosta, A.; Vega-Robles, A. & Vásquez-Quiroga, J. (2015). La satisfacción estudiantil universitaria: análisis estratégico a partir del análisis de factores. *Industrial Data*, 18 (1), 9-28. DOI: <http://dx.doi.org/10.15381/idata.v18i1.12062>

Candelas, C.; Gurruchaga, M.; Mejías, A. y Flores, L. (2013). Medición de la satisfacción estudiantil universitaria: un estudio de caso en una institución mexicana. *Iberoamerican Journal of Industrial Engineering*, 5 (9), 261-274. Recuperado de <http://incubadora.periodicos.ufsc.br/index.php/IJIE/article/view/2595>

Corral de Franco, Y. (2009). Validez y confiabilidad de los instrumentos de

investigación para la recolección de datos.  
Recuperado de  
<http://servicio.bc.uc.edu.ve/educacion/revisata/n33/art12.pdf>

De Vicente, M. A. & Bassa, J. M. (2003). El análisis factorial y por componentes principales. En *Análisis multivariable para las ciencias sociales* (pp. 327-360).

González-Peiteado, M.; Pino-Juste, M. y Penado-Abilleira, M. (2017). Estudio de la satisfacción percibida por los estudiantes de la UNED con su vida universitaria. RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia, 20(1), 243-260. DOI:  
<http://dx.doi.org/10.5944/ried.20.1.16377>

Hair, J.; Black, W.; Babin, B. & Anderson, R. (2010). *Multivariate data analysis* (7th ed.). Upper Saddle River, NJ: Prentice Hall.

Khan, M. & Almas, A. (2013). A Study of student satisfaction in the University of Agriculture Faisalabad. *International Journal of Intelligent Technologies and Applied Statistics*, 6(1), 21-34. Recuperado de  
<http://eds.b.ebscohost.com/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=0&sid=22017b1d-4ba3-4b23-a918-80b8e68dfcb7%40sessionmgr120>

Martín, Q.; Cabero, M. y de Paz, Y. (2008). *Tratamiento estadístico de datos con SPSS*. Thomson Editores, Madrid.

Martínez, C. & Galán, A. (2014). *Técnicas e instrumentos de recogida y análisis de datos*. Editorial UNED, Madrid.

Mejías, A. & Martínez, D. (2009). Desarrollo de un instrumento para medir la satisfacción estudiantil en educación

superior. *Docencia Universitaria*, 10 (2), 2--47. Recuperado de  
[http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev\\_docu/article/view/3704/3546](http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_docu/article/view/3704/3546)

Mejías, A.; Reyes, Ó. & Maneiro, N. (2006). Calidad de los servicios en la educación superior mexicana: Aplicación del SERVQUALING en Baja California. *Investigación y Ciencia*, 14(34), 36-41. Recuperado de  
<https://www.redalyc.org/pdf/674/67403407.pdf>

Melo, L.; Ramos, J. & Hernández, P. (2017). La educación superior en Colombia: situación actual y análisis de eficiencia. *Revista Desarrollo y Sociedad*, (78), 59-111. Recuperado de  
<http://www.scielo.org.co/pdf/dys/n78/n78a03.pdf>

Mihanović, Z.; Batinić, A. & Pavičić, J. (2016). The link between students' satisfaction with faculty, overall students' satisfaction with student life and student performances. *Review of Innovation and Competitiveness*, 2 (1), 37-60. Recuperado de <https://hrcak.srce.hr/155711>

Osorio, M. & Parra, L. (2016). La satisfacción escolar en los estudiantes del primer año de la carrera de Médico Cirujano. *Investigación en Educación Médica*, 5(17), 3-10. Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/iem/v5n17/2007-5057-iem-5-17-00003.pdf>

Pérez-Gil, J.; Chacón, S. y Moreno, R. (2000). Validez de constructo: el uso de análisis factorial exploratorio-confirmatorio para obtener evidencias de validez. *Psicothema*, 12 (Supl. 2), 442-446. Recuperado de:  
<https://idus.us.es/xmlui/handle/11441/42748>

Pérez, I. & Pereyra, E. (2015). Satisfacción estudiantil: un indicador de la calidad educativa en el Departamento de Biología Celular, UCV. *Revista de Pedagogía*, 36(99). Recuperado de <http://www.redalyc.org/html/659/65945575008/>

Rouf, A.; Rahman, M. & Uddin, M. (2016). Students' Satisfaction and Service Quality of HEIs. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 6(5), 376-390. DOI: <http://dx.doi.org/10.6007/IJARBS/v6-i5/2155>

Salinda, I.; Lalitha, R. & Fernando, S. (2017). Students' Satisfaction in Higher Education Literature Review. *American Journal of Educational Research*, 5(5), 533-539. DOI: <http://dx.doi.org/10.12691/education-5-5-9>

Sánchez, J. (2018). *Satisfacción estudiantil en educación superior: validez de su medición*. Santa Marta; Bogotá:

Universidad Sergio Arboleda. Recuperado de <http://repository.usergioarboleda.edu.co/bitstream/handle/11232/1027/SATISFACCI%C3%93N%20ESTUDIANTIL.pdf?sequence=4&isAllowed=y>

Surdez, E.; Sandoval, M. y Lamoyi, C. (2018). Satisfacción estudiantil en la valoración de la calidad educativa universitaria. *Educación y Educadores*, 21(1), 9-26. DOI: <https://doi.org/10.5294/edu.2018.21.1.1>

Vergara, J. & Quesada, V. (2011). Análisis de la calidad en el servicio y satisfacción de los estudiantes de Ciencias Económicas de la Universidad de Cartagena mediante un modelo de ecuaciones estructurales. *Revista electrónica de investigación educativa*, 13(1), 108-122.

Recuperado de <http://www.scielo.org.mx/pdf/redie/v13n1/v13n1a7.pdf>

**Fecha de recepción:** 01 de Septiembre de 2018

**Fecha de aceptación:** 30 de noviembre de 2018

## LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA ARMONIZADA A DOS TIEMPOS: CUANTITATIVA Y CUALITATIVA

García, María Carolina<sup>1</sup>; Bermúdez, Yeicy<sup>2</sup>; Barrios Marianna<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería,  
Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela.

<sup>2</sup>Centro de Investigaciones en Ingeniería Industrial: Tecnología Emergente y Productividad (CITEP). Escuela de Ingeniería Industrial, Facultad de Ingeniería,  
Universidad de Carabobo. Valencia, Venezuela

[yeicyb@gmail.com](mailto:yeicyb@gmail.com)

**Resumen:** el presente es resultado de una investigación realizada a los fines de profundizar en los paradigmas de la investigación Cualitativa y Cuantitativa. Se revisaron aspectos de metodología de investigación orientados al abordaje de cualquier tipo de investigación, iniciando con una breve disertación asociada a la epistemología de la investigación. La información es presentada desde la perspectiva cuantitativa y cualitativa, dirigida a un estudio riguroso con resultados satisfactorios dependiendo primordialmente del diseño adecuado. Este contraste resaltó aristas notables sobre epistemología, características, estado del arte, posición del investigador y justificación, así como puntos de encuentros/desencuentro de cada perspectiva. Una conclusión relevante es que el investigador debe poseer competencias y una formación sólida con dominio de la orientación cuantitativa y cualitativa; a fin de integrarlas sinérgicamente, empleando un diseño multimodo, logrando una investigación que cree conocimiento y representando el fenómeno en estudio.

**Palabras clave:** epistemología, investigación cualitativa, investigación cuantitativa

## SCIENTIFIC RESEARCH HARMONIZED IN TWO TIMES: QUANTITATIVE AND QUALITATIVE

**Abstract:** this is the result of an investigation carried out in order to deepen the paradigms of Qualitative and Quantitative research. Aspects of research methodology oriented to the approach of any type of research were reviewed, beginning with a brief dissertation associated with the research epistemology. The information is presented from the quantitative and qualitative perspective, directed to a rigorous study with satisfactory results depending primarily on the appropriate design. This contrast highlighted notable skews of epistemology, characteristics, state of the art, researcher's position and its justification, as well as their agreements/disagreement of each perspective. As a relevant conclusion, the researcher must possess competences along with a solid training and domain of quantitative and qualitative methodologies in order to integrate them synergistically, using a multi-method design, achieving research that creates knowledge and represents the phenomenon under study.

**Keywords:** Epistemology, Qualitative Investigation, Quantitative Investigation.

## INTRODUCCIÓN

En el presente estudio se indagaron aspectos relacionados a la metodología de investigación orientada bajo las perspectivas Cuantitativas y Cualitativa. Es el producto de una investigación documental, dado que se ejecuta con el fin de ampliar y profundizar un conocimiento, apoyada en trabajos previos divulgados por medios impresos, audiovisuales o electrónicos (UPEL, 2005) . Su propósito es hacer una revisión crítica del estado de conocimiento sobre las perspectivas de investigación existentes y su tendencia (Guevara, 2016). Para su elaboración se consultó e integró información científica relacionada con la metodología de investigación.

El documento inicia con una breve disertación asociada a la epistemología de la investigación enfocándose posteriormente en el planteamiento del problema, la justificación y el marco de referencia como componentes del diseño de la investigación. De acuerdo con Méndez (2007) forman parte de los aspectos asociados al objeto de conocimiento y de los aspectos de apoyo a la investigación. La información se presenta desde la perspectiva cuantitativa y cualitativa de la creación de conocimiento.

La importancia de exploraciones de este tipo radica en que el desarrollo riguroso de una investigación y su resultado satisfactorio depende en gran medida de su adecuado diseño. Lo cual resultará en la creación de conocimiento en pro de la sociedad. Debido a que la investigación busca ampliar el conocimiento existente, llenar un vacío encontrado en el conocimiento, con impacto sobre la comunidad académica, el conocimiento y sobre el bienestar de la sociedad (Centrum, 2012). Un ejemplo de esto es la tesis doctoral, la cual representa el máximo título académico que otorga una

institución universitaria y además de significar que la persona que obtiene este título es capaz de realizar investigaciones originales, es el reflejo del desarrollo de una investigación científica disciplinar que aporta conocimiento valioso en un ámbito del saber y suelen ofrecer; además, una exhaustiva revisión bibliográfica. Las tesis doctorales introducen a nuevos investigadores en un campo científico, donde los tutores ocupan un lugar relevante como agentes socializadores de los investigadores en formación desde el tiempo pre-doctoral hasta investigación propiamente dicha. (Fuentes y Arguimbau, 2010; Universitat de València, 2009; López, 2016)

## SUSTENTACIÓN

### *Epistemología de la investigación*

Es considerada la disciplina de la reflexión acerca del origen del conocimiento, de naturaleza validez del conocimiento científico, de las circunstancias históricas y sociales de su obtención y los criterios de descubrimiento y justificación de las afirmaciones científicas. (De Andrea, 2010). También se dice que se encarga del estudio del conocimiento científico, del descubrimiento y la justificación de sus teorías. Adicionalmente, se cree un conjunto de disciplinas que estudian el problema del conocimiento científico desde múltiples perspectivas; es decir, una ciencia de la ciencia.

De esto, De Andrea (2010) agrega además que la Epistemología cuenta con varias ramas: la lógica, la metodología y la ontología de la ciencia.

En este mismo orden la Epistemología proviene del griego episteme, "conocimiento" y logos, "teoría", es el conocimiento

verdadero, elabora su propio discurso, es la doctrina de los fundamentos y métodos del conocimiento científico desarrollada extraordinariamente durante los siglos XIX y XX (Martínez, 2006).

La también llamada “Filosofía de la Acción” dada su marcada influencia en trabajos de expertos en el amplio escenario científico desde la Biología hasta la Informática incluyendo las Ciencias Sociales, la Inteligencia Artificial y el Feminismo. Su origen se debe a los griegos, pero es a principios del Siglo XIX y XX cuando agarra cuerpo de la mano de:

- Auguste Comte y Durkheim (1830-1842). (Filósofos Positivista) “El Empirismo, Lo Analítico y Racionalista La Ingeniería Social”. (Vallet, 2006)
- Karl Popper, publica su famosa “Lógica de la Investigación Científica” en 1934.
- Thomas S. Khun, 1970’s “Paradigmas”.
- Feyerabend, P.K. (1970, 2000) “Anarquismo Epistemológico” Todo vale. Manifiesta la Teoría de la Acción Comunicativa de Jürgen Habermas.
- Lakatos, I. 1970 “Falsacionismo Metodológico Sofisticado”.

En este contexto, sostiene Vallet (2006), que el Padre de La Filosofía Positivista y Autor de «Série Philosophie Première. 45 Leçons» fue Auguste Comte en el Siglo XVIII. Esta filosofía manifiesta el “verdadero estadio definitivo de la inteligencia humana” cuyo carácter fundamental es “que observan todos los fenómenos como sujetos a leyes naturales invariables, que se deben descubrir de modo preciso y reducirlas al menor número posible”. Donde se busca “exponer las causas generatrices de los fenómenos, pues entonces no haríamos sino hacer retroceder la dificultad” y, consiguientemente, el esfuerzo debe “circunscribirse” a “analizar con exactitud las

circunstancias de su producción y relacionar unas con otras, atendiendo a sus relaciones normales de sucesión y similitud”.

En otro orden de ideas, Thomas Kuhn en los años 1971 y 1975 argumentó que una concepción general del objeto de estudio de ciencia, de los problemas que deben estudiarse, del explicar, interpretar o comprender, según sea el caso, los resultados obtenidos por la investigación. Dentro de sus aportes está la concepción de los paradigmas que contienen relaciones de atracción, repulsión, disyunción, implicación, exclusión, etc., entre los conceptos y categorías fundamentales que los integran, gobiernan los sistemas de ideas incluyendo las teorías científicas (Kuhn, 1971; Kuhn, 1975; Sandoval, 2013).

Los paradigmas también se han considerado endógenos al discurso que le obedece, desde donde se elaboran los procesos de inferencia, los temas de investigación no los decide el paradigma, los decide el investigador. Adicionalmente, determinan la mediación de las teorías la mentalidad y la visión del mundo, más no es formulado, es virtual, existe en sus actualizaciones, investigaciones, teorías y concepciones.

El análisis epistemológico derivado de los estudios, debe ser libre y abierto en la producción de saberes; para todos los investigadores que en ellos participen respeten la pluralidad en el fondo y forma del trabajo en desarrollo, ayudando a perfeccionarlas y no a paralizarlas, a la vez que se cumpla con la formalidad repetitiva sin impedir la creación de cosas inéditas o novedosas

### **Perspectiva cuantitativa**

Tomando en cuenta el punto de vista de De Andrea (2010), los fundamentos

epistemológicos que permiten al investigador optar por determinar la manera de ver la realidad. Pretende explicar y predecir la realidad vista desde una perspectiva externa, utilizando la estadística y el experimento como herramientas principales para la construcción del conocimiento. Se entiende la realidad, como aquellas entidades o cosas (objetos) independientes del pensamiento, por lo tanto, es una realidad objetiva, material y estable, dirigida por leyes y mecanismos naturales. Una realidad empírica.

Según la versión Paradigmática de la Investigación de Reichardt y Cook (1986), se manejan dos paradigmas: el primero sostiene que ambos tipos de investigación; suponen que las adhesiones a un paradigma proporcionan los medios adecuados y exclusivos de escoger entre los tipos de métodos. Adicionalmente, sí las concepciones sobre el mundo son distintas en ambos paradigmas, entonces también lo han de ser las opciones metodológicas empleadas. Por otra parte, el segundo supuesto es que ambos tipos de paradigmas son mutuamente exclusivos y casi exhaustivos.

Esta perspectiva paradigmática ha sido vista como un error para algunos autores; ya que, si se analiza que “Lo subjetivo” es lo influido por el juicio humano y, desde esa percepción, tanto lo cualitativo como lo cuantitativo son subjetivos. No obstante, González (2000), señala que el empirismo característico de la epistemología positivista ha sido uno de los factores que han impedido a los investigadores cualitativos reconocer la importancia de las ideas, de la producción teórica como atributo esencial de la producción del conocimiento.

En ese aspecto, no existe un choque fundamental entre los fines y las

capacidades de los métodos o datos cualitativos y cuantitativos. Se cree más bien que, cada forma de datos resulta útil tanto para la comprobación como para la generación de la teoría, sea cual fuere la primacía del énfasis” sostienen Reichardt y Cook (1986).

Lo que se puede interpretar como: los métodos cualitativos no son sólo para formular preguntas, ni los métodos cuantitativos sólo son para responderlas.

### Características del enfoque cuantitativo

Considerando a De Andrea (2010), Hernández, Fernández y Baptista (2014) y Márquez (2008), algunas de las características del Enfoque Cuantitativo de la Investigación son:

- En cuanto a los marcos generales de referencia básicos, positivismo, neopositivismo y post-positivismo.
- Su Punto de partida hay una realidad que conocer ésta puede hacerse a través de la mente.
- Realidad a estudiar es una realidad objetiva única. El mundo es concebido como externo al investigador.
- Naturaleza de la realidad, ésta no cambia por las observaciones y mediciones realizadas.
- En las investigaciones cuantitativas buscan ser objetivas.
- Las metas de la investigación se centran en describir, explicar y predecir los fenómenos (causalidad). En fin, generar y probar teorías.
- En cuanto a la recolección de datos el uso de Instrumentos estandarizados para los datos obtenidos por observación, medición y documentación de mediciones. Se utilizan instrumentos que han demostrado ser válidos y confiables en estudios previos o se generan nuevos,

basados en la revisión de la literatura y se prueban y ajustan. Las preguntas o ítems son específicos con posibilidades de respuesta predeterminadas.

- La forma de los datos para analizarlos. Se representan en forma de números que son analizados estadísticamente. Sistemático. Utilización intensiva de la estadística (descriptiva e inferencial) basado en variables. Hecho de manera Impersonal. Posterior a la recolección de los datos.

### **Estado del arte en el enfoque cuantitativo**

Bajo la perspectiva de Márquez (2008), la elaboración del contexto conceptual en la creación de conocimiento está basada en un constructo del ámbito intelectual ubicando la investigación a realizar.

Por otra parte, se plantea y formula el problema de investigación delimitado, acotado, específico y poco flexible. Se busca precisar conceptual y operativamente los términos del problema para que sobre estos se establezcan proposiciones y relaciones hipotéticas (Márquez, 2000).

### **Posición del investigador cuantitativo**

Se centra en la experiencia y el conocimiento sobre el tema adquirido por el investigador mediante la revisión documental, bibliográfica y electrónica, de su socialización académica son elementos fundamentales. Es neutral y Objetivo, según Hernández, Fernández y Baptista (2014). Toma una postura distanciada y separada con respecto al fenómeno de estudio, evitando involucrarse para que sus sesgos y tendencias no influyan en los resultados.

Sin olvidar la obtenida a través de su experiencia práctica laboral-profesional. Los papeles de los fenómenos estudiados

(objetos, seres vivos, etc.) son más bien pasivos con una estructura:

- El planteamiento del problema es delimitado, acotado, específico, poco flexible para ajustar sus postulados al mundo empírico. El uso de la teoría es generando una teoría a partir de comparar la investigación previa con los resultados del estudio siendo estos una extensión de los estudios previos.
- El papel de la revisión de la literatura es crucial una guía a la investigación fundamental para la definición de la teoría, las hipótesis, el diseño y demás etapas del proceso. Uso de la teoría para ajustar sus postulados al mundo empírico. La literatura en gran medida para buscar variables significativas que puedan ser medidas. La revisión de la literatura y las variables o conceptos de estudio.
- La perspectiva del investigador en el análisis de los datos es externa; es decir al margen de los datos. El investigador no se involucra sus antecedentes y experiencias en el análisis.
- En cuanto a los principales criterios de evaluación en la recolección instrumentos que han demostrado ser válidos y confiables en estudios previos y análisis de los datos con objetividad, rigor, confiabilidad y validez.
- La interpretación de los resultados a través de tablas, diagramas y modelos estadísticos. El formato de presentación es estándar en el que se utilizan un tono objetivo, impersonal, no emotivo.

### **Pioneros de la investigación cuantitativa en Venezuela**

En lo que respecta a la investigación Cuantitativa en Venezuela, se puede decir que, por tradición, ésta tiene basamento cuantitativo operando bajo un modelo

contenido en un Manual de Trabajo de Grado (Barrios, 2005). Dichos manuales de revisión obligada, se ajustan a los requerimientos de cada Universidad del país. Que inicialmente fue concebido bajo una óptica estructural-funcionalista (Márquez, 2000) implícitamente contempla lo empírico frente a lo teórico conceptual.

Los autores Arias, Balestrini, Baptista, Hernández-Sampieri, Fernández-Collado, Hurtado, Méndez, por nombrar algunos de sus exponentes, se consideran entre los pilares de la investigación en Venezuela cada uno como exponente en su área de especialidad pero que es imposible clasificar de forma aislada. Cada casa de estudio por su lado, los ha hecho parte de su propio Paradigma de Investigación.

### **Perspectiva cualitativa. Ontología**

De acuerdo con Teppa (2012), el propósito del paradigma cualitativo es describir e interpretar exactamente la vida social y cultural de los participantes de la investigación, hace énfasis en lo que proviene de adentro del sujeto; esto porque se busca la comprensión de la realidad de los motivos y creencias que están detrás de las acciones de los actores. Esta búsqueda se traduce en desarrollar conceptos y teorías concebidas desde el descubrimiento de realidades múltiples.

En este sentido, De Andrea (2010) se refiere a la perspectiva cualitativa como aquella que pretende comprender la realidad social, entendiendo a ésta como resultado de un proceso histórico, considerado desde la lógica y sentir de sus protagonistas.

Es decir, la realidad es epistémica. Requiere del sujeto que la conoce, de sus formas de percibir, sentir, actuar; y además, reconoce que ese sujeto es contextualizado, influido

por la cultura, el momento histórico y las relaciones sociales. Esta realidad se considera dinámica, cambiante, en movimiento.

Por ello, el conocimiento es una construcción compartida a partir de la relación del investigador y del objeto investigado. En este enfoque, la subjetividad y la intersubjetividad son herramientas a ser utilizadas, no obstáculos en la investigación.

### **Características del enfoque cualitativo**

Desde la visión de Teppa (2012), De Andrea (2010) y Pérez (2000), se interpreta que las características del enfoque cualitativo de la investigación son:

- En esta investigación es imposible repetir el mismo estudio. Debido a que la realidad social es única y depende del contexto
- La confidencialidad se vuelve un requisito difícil de alcanzar. En cambio, la validez es la fuerza mayor de estas investigaciones.
- El acento está puesto en el modo de recoger la información y las técnicas de análisis que usan.
- Su modalidad de trabajo conlleva al investigador a estar en permanente contacto con los sujetos participantes del estudio.
- Lo que caracteriza el enfoque cualitativo es su enfoque y finalidad más que el procedimiento. Si consigue con ella un acercamiento con los implicados y ver al mundo desde su perspectiva es su atractivo.
- La información se recolecta en el lugar durante largos períodos de tiempo. Se revisa, compara y analiza de manera continua. Se adecuan las entrevistas a las categorías empíricas que resultan de la misma investigación. Toda información

recolectada se interpreta en el marco conceptual de la situación estudiada.

- El proceso de análisis tiene en cuenta la realimentación y la retroalimentación permanentes.
- En el proceso de construcción de las teorías, el investigador capta información del mundo de los hechos a través de sus receptores sensoriales, la organiza y crea representaciones de lo que observa y analiza en la realidad; esta capacidad de procesamiento de información es un importante insumo en la producción de conocimiento y construcción de teorías. Estas teorías pueden ser interpretativas (explican la ocurrencia del fenómeno) o reflexivas-críticas (además de explicar predicen las transformaciones que pueden ocurrir en hechos o fenómenos).

### **Estado del arte en el enfoque cualitativo**

En concordancia con Teppa (2012); Hernández, Fernández y Baptista (2014); Hurtado y Toro (1997). En el ámbito cualitativo, no existe taxonomía los tipos de análisis aceptadas universalmente y sobre la elaboración del estado de arte. Es así como se evidencia que existen tres posiciones sobre revisar o no la literatura: radical, donde se recomienda no revisar literatura para no sesgar el punto de vista del investigador; la intermedia, donde la revisión debe ir enfocada sólo a identificar conceptos útiles y visualizar como se han descrito tales conceptos; y la integradora donde la revisión de trabajos previos es para construir el planteamiento, elaborar una perspectiva teórica, para después desprenderse de ella.

### **Posición del investigador cualitativo**

De esta forma, es importante resaltar que la posición paradigmática del investigador cualitativo, está orientada a que la experiencia y el conocimiento sobre el tema

adquirido mediante la revisión documental, bibliográfica y electrónica, de su socialización académica no son elementos fundamentales. No se circunscribe a la revisión, se basa en la recolección y análisis y hacer su propia descripción y valoración de datos. El planteamiento se va enfocando de acuerdo con la información recabada. Y la estructura general de este método se puede resumir como sigue:

- Plantear los aspectos relativos a la investigación y su contextualización.
- Definir cómo será el acceso al grupo (informantes clave, comienzo de entrevista, técnicas de recolección y registro).
- Análisis de información recabada, donde los hallazgos se proyectan de la transferibilidad (no son generalizable, pero si descriptivos o interpretativos de un contexto dado), dependencia, estabilidad de los datos, confirmabilidad, certificación de existencia de datos para cada interpretación.
- Interpretación, teorización y formulación de modelos para facilitar la comprensión, el funcionamiento y la relación directa con la realidad. Siendo este es el medio de proyección del conocimiento producido por el investigador más allá de su espacio y tiempo histórico.

### **Contraste de la justificación en las investigaciones cuantitativa y cualitativa**

El propósito de la investigación debe ser suficientemente significativo. Para ambas perspectivas es definir el porqué de la investigación. Exponer las razones y demostrar que el estudio es necesario. Es una faceta característica en la que, se exponen de manera precisa, completa y sencilla los motivos de interés en este tipo de investigación, a través de la interrogante ¿Por qué desarrollarla? ¿Para qué sirve?

¿Qué tan conveniente es? Para determinar su relevancia social: ¿cuál es la trascendencia para la sociedad? ¿Quiénes se beneficiarán de los resultados de la investigación? ¿De qué modo? ¿Qué alcance o proyección social tiene? Dar una respuesta a las razones personales, laborales o académicas que motivaron la elección de la investigación, y así obtener los argumentos sobre los beneficios y usos que se obtendrán con la misma. Esta puede incluir datos cuantitativos para dimensionar el problema de estudio.

### Justificación de una investigación cuantitativa

En el marco cuantitativo se debe definir sus **implicaciones prácticas**: ¿ayudará a resolver problema real? ¿tiene implicaciones trascendentales para una amplia gama de problemas práctico? Hernández, Fernández y Baptista (2014).

En cuanto a su **conveniencia** es saber: ¿para qué sirve? ¿Qué tan conveniente es? Para determinar su relevancia social: ¿Cuál?.

En lo correspondiente a su valor teórico se debe determinar sí: ¿se llenará algún vacío de conocimiento? ¿Se podrán generalizar los resultados? ¿La información que se obtenga puede servir para revisar, desarrollar o apoyar otra teoría? ¿Se podrá conocer en mayor medida el comportamiento de una o varias variables o la relación entre ellas? ¿Qué se espera con los resultados que no se conocían antes? ¿se pueden sugerir ideas, recomendaciones o hipótesis para futuras investigaciones?

Por último, no se puede olvidar la **utilidad metodológica** por lo que se pretende responder a las siguientes interrogantes: ¿la investigación puede ayudar a elaborar un

nuevo instrumento para recolectar o analizar datos? ¿Contribuye a definiciones, variables o relaciones entre ellas? ¿Puede mejorar la experimentación con una o más variables? ¿Sugiere como estudiar más detalladamente una población? Hernández, Fernández y Baptista (2014) Adaptadas de Ackoff (1973) y Miller Salkind (2002)

### Justificación de una investigación cualitativa

En este enfoque, al igual que en planteamiento cuantitativo se requiere demostrar que el estudio es necesario. El propósito de la investigación debe ser suficientemente significativo. Es una faceta significativa en la que, se exponen de manera precisa, completa y sencilla los motivos de interés en este tipo de investigación, a través de la interrogante ¿Por qué se desarrollarla? Dar una respuesta a las razones personales, laborales o académicas que motivaron la elección de la investigación, y así obtener los argumentos sobre los beneficios y usos que se obtendrán con la misma. Esta puede incluir datos cuantitativos para dimensionar el problema de estudio.

Por otra parte, en lo que respecta la perspectiva Cualitativa contemplan, la viabilidad es un elemento importante (tiempo, recursos y habilidades) ¿es posible llevar a cabo el estudio? ¿Se cuenta con recursos para hacerlo? a diferencia de la Cuantitativa.

Por otra parte, al igual que en el Cuantitativo, el planteamiento puede cambiarse, pero con mayor flexibilidad pues identifica conceptos esenciales para iniciar la investigación, en lugar de variable.

De nuevo, de la misma forma que bajo la perspectiva Cuantitativa, en la Cualitativa se

requiere evaluar **conveniencia** ¿para qué sirve? ¿Qué tan conveniente es?; **relevancia social**: ¿cuál es la trascendencia para la sociedad? ¿Quiénes se beneficiarán de los resultados de la investigación? ¿De qué modo? ¿Qué alcance o proyección social tiene? Dándole más ponderación a las percepciones de lo estudiado que a lo medible.

Las **implicaciones prácticas** en las investigaciones Cualitativas, contemplan preguntarse sí: ¿Ayudará a resolver problemas reales? ¿Tiene implicaciones trascendentales para una amplia gama de problemas práctico?; **valor teórico**: ¿Se llenará algún vacío de conocimiento? ¿Se generalizarán los resultados? ¿La información que se obtenga puede servir para revisar, desarrollar o apoyar otra teoría?; **utilidad metodológica**: ¿la investigación puede ayudar a elaborar un nuevo instrumento para recolectar o analizar datos? ¿Contribuye a definiciones, teorías o modelos? Volviendo con ello a cerrar el círculo y presentando similitudes en algunos puntos importantes. Hernández, Fernández y Baptista (2014); Muñoz Razo (2011); Balestrini (2005).

### **Pioneros de la investigación cualitativa en Venezuela**

Los investigadores Arias, Balestrini, Baptista, Hernández-Sampieri, Fernández-Collado, Hurtado, Méndez, se consideran entre los pilares de la investigación en Venezuela cada uno como exponente en su área de especialidad pero que es imposible clasificar de forma aislada. Cada casa de estudio venezolana por su lado, los ha hecho parte de su propio Paradigma de Investigación. Sin embargo, la Universidad Pedagógica Experimental Libertador (UPEL) se ha constituido en una de las primeras instituciones en la generación y divulgación

de conocimientos a partir de la significación y valoración intersubjetiva de los sujetos de investigación y del propio investigador. Ha incorporado en el currículo la enseñanza de la investigación cualitativa en educación como contenido pedagógico en la asignatura Investigación Educativa en pregrado.

En la mayoría de los subprogramas de la maestría de la UPEL-IPB la asignatura Investigación Cualitativa es de carácter obligatorio, por lo que ha podido apreciarse una significativa producción de trabajos de investigación en el nivel de maestría y doctorado, así como trabajos de ascenso desarrollados mediante la investigación cualitativa (Oliva y Piñero, 2011).

### **Puntos de encuentro y desencuentro de la perspectiva cualitativa y cuantitativa. La investigación holística**

#### **Sobre las características**

La modalidad cuantitativa es positiva, hipotética-deductiva, particularista, objetiva, orientada a resultados, utiliza métodos y técnicas mensurables, comprobables; privilegio de la matemática y estadística, lo empírico por encima de lo teórico, pretende estudios extensivos sobre muestras representativas del sujeto. Por su parte la modalidad cualitativa es fenomenológica, inductiva, estructuralista, subjetiva, privilegia la individualidad, subjetividad y contextualidad. Privilegia al sujeto, al autor, al punto de vista de la totalidad en lugar del de una muestra significativa (Hurtado y Toro, 1997; Hurtado, 2000).

En el diseño de la investigación cualitativa, diversos autores sugieren tomar el camino pragmático de la analogía con la investigación cuantitativa con el estilo particular cualitativo propio proveniente de criterios alternativos de cada fase (Valles,

1999). Así los métodos cuantitativos y cualitativos son compatibles (Ortiz, 2015).

### **Sobre el estado de arte**

El objeto de un estudio es el resultante de un proceso de síntesis y priorización generado por la madurez que se gesta entre el sujeto que investiga y el tema que se devela gradualmente superando su amplitud. Éste, tiene que ser escudriñado y desglosado de manera tal, que posteriormente se exprese de una forma más compleja o estructurado, darle sentido lógico y racional con precisión. Se puede decir, además que tiene un arraigo tanto a la expresión empírica de la realidad, como a producciones de carácter teórico.

La definición del objeto de estudio, no surge sin seguir un patrón teórico y filosófico que acompaña al investigador en la búsqueda del conocimiento, tal y como se recuerda en los tratados de epistemología según comenta Gianella (2008).

Sobre este particular, cabe citar también que: “Los marcos teóricos, sistemas conceptuales y orientaciones filosóficas van indisolublemente unidos a todas las fases de una investigación [...]” (Goetz y LeCompte, 1988, p. 57).

En un contraste de los procesos cuantitativos y cualitativos en cuanto a las características de la revisión de la literatura Hernández, Fernández y Batista (2014), sostienen que en lo que respecta a la perspectiva cuantitativa éstas contemplan un rol fundamental y justifican el planteamiento y la necesidad del estudio.

Por otra parte, bajo la perspectiva cualitativa, las referencias tienen un rol secundario, justificando el planteamiento y la necesidad del estudio para que tenga mayor claridad

sobre las demandas que continúan en el proceder del trabajo que ha iniciado.

### **Interpretación de los hechos**

La metodología cualitativa en su interés de explorar, analizar y reflexionar con carácter riguroso y sistémico en los fenómenos de la vida cotidiana para mostrar su complejidad, necesita en muchos casos apoyarse en la metodología cuantitativa para el conocimiento de las grandes tendencias de la realidad social, al ser esta un hecho objetivo. La combinación de ambas metodologías puede enriquecer la interpretación, obteniendo una visión más global y aproximada a la realidad. Por otra parte, en algunos estudios y dependiendo de los objetivos de la investigación no es posible, en otros casos es imprescindible. Muchas veces conviene usarlos de forma mixta y un modelo holístico que abarque el fenómeno globalmente Pérez (2000).

### **Investigación holística**

En el siglo XX se posicionaron desde diversos campos investigativos los enfoques cuantitativos y cualitativos, considerados esenciales de la investigación científica; en el siglo XXI se cuenta con un tercero que venía siendo probado y demostrado, un enfoque que se corresponde con un híbrido, es decir el enfoque mixto (Otero, 2018).

La clasificación cualitativo-cuantitativo que se ha hecho de los paradigmas es impropia, ya que esos términos aluden más bien a técnicas de recolección de información y de análisis, y no a las posturas epistémicas a las cuales quieren hacer referencia. En el caso de la holística se considera que la realidad no es ni cualitativa ni cuantitativa, esas son sólo categorías que se utilizan dentro de una lógica binaria para caracterizar los eventos (Hurtado, 2000). La forma de

investigación no necesariamente debe ser analítica, es recomendable la forma holística, integradora y totalizante como es el mundo cada vez más unidos por la comunicación, donde la verdad parece ser cualitativa producto de una realidad donde interactúan factores que no se pueden separar (Hurtado y Toro, 1997).

### **Identificación de la perspectiva de abordaje en ingeniería**

El buscar un camino por el cual transitar es complejo; ya que está repleto de factores y obstáculos que, de alguna manera u otra pueden desviar la dirección que se quiere seguir. En este sentido, el abordar un tema de investigación puede darse siguiendo diversas perspectivas. Sin embargo, la esencia de cada investigador siempre saldrá a relucir explícitamente o implícitamente, se quiera o no, de manera voluntaria o de manera inducida por otros. Entre los cuales se pueden contar el contingente de apoyo o tutor o la influencia que los pares puedan tener sobre el investigador. Se escucha con mucha frecuencia y cada vez más, que el trabajo de investigación debe ser “Original” e “Innovador” “Generador de Conocimiento”.

Entonces, se puede decir que el investigador debe ser vanguardista, arriesgado, soñador y hasta emprendedor, con la sola intención y deber moral de ser pionero en el área a investigar o en su defecto innovador en la manera de abordar el tema a estudiar.

Después de haber leído varios artículos, entre los cuales se mencionan intermitentemente a lo largo del trabajo el que quizás pueda ser afín con los Ingenieros es la perspectiva de ser Emprendedor o persona que inicia y se determina a hacer y ejecutar con resolución y empeño alguna operación considerable y ardua (Real Academia de la Lengua Española, 2014),

adicionalmente para que una actividad se considere un verdadero emprendimiento debe diferenciarse de cualquier otra actividad y debe ser impulsada por la identificación y aprovechamiento de oportunidades del entorno (Rivera-Kempis, 2018).

Profundizando un poco más, Pereira (2007) sostiene que, el campo del emprendimiento se caracteriza por mantener reflexiones epistemológicas normativas y de inspiración formal y filosófica. Opinión basada en lo argumentado por Déry y Toulouse (1994), fundamentada en que esta dirección epistemológica es contraria a las direcciones emergentes del siglo XX, las cuales, aunque principalmente orientadas en la investigación empírica, tienen una actitud descriptiva y comprensiva antes que normativa y apoyadas en estudios sociológicos e históricos que contextualizan la problemática. Argumentando lo anteriormente, es cierto que, el Ingenio es parte del atreverse a incursionar en algo nuevo y muchas veces desconocido; aun así, es válida la flexibilidad de las diversas perspectivas empleadas al abordar la problemática a plantearse.

Es justo decir, que ambas opiniones se mantienen todavía vigentes; quizás, ahora están a la disposición más herramientas para que el investigador pueda llevar el emprendimiento adelante, considerando como un emprendimiento investigativo.

Con independencia del enfoque (cualitativo, cuantitativo o mixto) un investigador dentro de su emprendimiento investigativo debe desarrollar una serie de estudios para la consecución de su investigación. Un emprendimiento investigativo es el resultado del trabajo de un investigador estratega donde presenta su aporte de algo original y novedoso relativo a una materia

determinada; donde, en este contexto, original se define como una “obra científica” que resulta de la inventiva de su autor y novedoso es introducir un cambio en la práctica común (Esqueda, Yrígoyen y Muñoz, 2015).

Quien desarrolla un emprendimiento investigativo dependiendo de su profundidad alcanza una posición avanzada en una rama del saber, pues está representada para un científico en formación, la culminación de un ciclo de aprendizaje e investigación científica de importancia que proporciona una imagen rigurosamente cierta de las nuevas vías de investigación, que más que un punto de llegada un nuevo comienzo (López, 2016; Fuentes y Arguimbau, 2010).

## CONCLUSIONES

Epistemológicamente hablando, en el primer cuartil del Siglo XXI, se ha observado que existen rupturas profundas en las estructuras paradigmáticas, la demanda en la investigación científica en sus diversos escenarios es imposible limitarse al abordaje del problema de manera unidimensional. El pensamiento sistémico, holístico, integral y de diversos abordajes es la tendencia observada en las investigaciones científicas.

Es competencia del investigador tener una formación sólida con un dominio profundo de las orientaciones metodológicas cuantitativas y cualitativas; con el fin de lograr la integración sinérgica de ambas, mediante un diseño multimétodo que permita esclarecer el camino en la búsqueda del conocimiento que se propone encontrar y una representación más real del fenómeno estudiado.

A lo largo del desarrollo de investigaciones, se ha venido observando una creciente producción intelectual. En la cual, las

integraciones de los métodos de investigación empleados pierden ese límite clasificatorio de lo cuantitativo con lo cualitativo, en el cual se habla de tres estrategias básicas: la complementación, la combinación y la triangulación. El diseño del método, contempla un arduo trabajo, que obligatoriamente debe evidenciar la formación integral del investigador en el ámbito epistemológico, teórico, metodológico y técnico.

Es decir, cuál es su dominio en cuanto a los diferentes tipos de Investigación, ubicados en diversas perspectivas (cuantitativa y cualitativa); así como también su capacidad de inventiva y creatividad. El investigador produce conocimiento dependiendo de su realidad, en el enfoque subjetivo crea sobre la base de su experiencia, en el objetivo recibe e interpreta información en un contexto. El uso de ambos enfoques proporciona un acercamiento más próximo a la realidad en estudio.

## REFERENCIAS

Balestrini, M. (2005): cómo se elabora el proyecto de investigación. BL Consultores Asociados. Servicio Editorial 7ma Edición. Caracas Venezuela.

Barrios, M. (2005): Manual de Trabajo de Grado, de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales. Caracas: Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Libertador.

Centrum. (2012). Guía para la elaboración de la tesis del programa doctoral. centrum Católica. Perú: Universidad Católica del Perú.

De Andrea, N. (2010). Perspectivas cualitativa y cuantitativa en investigación ¿Inconmemorables? Fundamentos de humanidades. I (21). Pag. 53-66

- Déry, R. y Toulouse, J.-M. (1994). La structuration sociale du champs de l'entrepreneurship: le cas du journal of business venturing [Recherche paper 94-06-02]. Montreal: Maclean Hunter Chair of Entrepreneurship, HEC, the University of Montreal Business School.
- Esqueda, N., Yrígoyen, Á. y Muñoz, G. (2015). Investigación estratégico como apología para interpretar la matriz compleja de una tesis doctoral. *Revista Multidisciplinaria Dialógica*, 12(1), 141-160.
- Feyerabend, P. (2000): *Tratado contra el Método. Esquema de una Teoría Anarquista del Conocimiento*. 4ta. Edición. Editorial Tecnos. Madrid. España.
- Fuentes, E., y Arguimbau, L. (2010). Las tesis doctorales en España (1997-2008): análisis, estadísticas y repositorios cooperativos. *Revista española de Documentación Científica*, 33(1), 63-89. doi:<http://dx.doi.org/10.3989/redc.2010.1.711>
- Guevara, R. (2016). El estado del arte en la investigación: ¿análisis de los conocimientos acumulados o indagación por nuevos sentidos?. *Folios*, 44, 165-179
- Gianella, A. (2008). Las Disciplinas Científicas y sus Relaciones, en *Anales de la Educación Común*, 2(3), 74-83. Buenos Aires, Argentina: Dirección General de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires
- González, F. (2000): *Investigación Cualitativa en Psicología. Rumbos y Desafíos*. México: International Thomson Editores.
- Goetz, J. y LeCompte, M. (1988). *Etnografía y Diseño Cualitativo en Investigación Educativa*. Madrid: Ediciones Morata
- Kuhn, T. (1971): *La Estructura de las Revoluciones Científicas*, México, FCE.
- Kuhn, T. (1975): *Tradition mathématique et tradition expérimentale dans le développement de la physique*, *Annales. Économies, Sociétés, Civilisations*. 30e année, 5, 975-998.
- López, E. (2016). Análisis de las tesis doctorales sobre tutoría: aproximación bibliométrica y tendencias temáticas. *Revista General de Información y Documentación*, 26(1), 147-164.
- Martínez, A. y Rios, F. (2006). Los Conceptos de Conocimiento, Epistemología y Paradigma, como Base Diferencial en la Orientación Metodológica del Trabajo de Grado. *Cinta de Moebio*, 25. Consultado 25 agosto 2018 desde <https://cintademoebio.uchile.cl/index.php/CDM/issue/view/2345>. ISSN: 0717-554X
- Márquez, E. (2008): *Reflexiones Sobre cómo Construir el Proyecto de Tesis Doctoral desde la Perspectiva Cualitativa*. Instituto Pedagógico de Caracas. Tierra Firme. Caracas - Venezuela 103 (XXVI), 387-405.
- Márquez, E. (2000). *Sociología de La Educación*. Caracas: Fondo Editorial de la Universidad Pedagógica Libertador.
- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación* (6ta ed.). México: McGraw-Hill/ Interamericana Editores. ISBN: 978-1-4562-2396-0.
- Hurtado, J. (2000). *Metodología de la Investigación Holística*. (3ra ed.). Caracas, Venezuela: Editorial Fundación Sytal.
- Hurtado, I y Toro, J. (1997). *Paradigmas y métodos de investigación*. Tiempos de

- cambio. Valencia, Venezuela: Episteme Consultores Asociados C.A.
- Méndez, C. (2007). Metodología. Diseño y desarrollo del proceso de investigación con énfasis en ciencias empresariales. Bogotá: Limusa S.A. de C.V.
- Muñoz, C. (2011). Cómo elaborar y asesorar una investigación de tesis. 2da edición. México: Pearson Educación
- Oliva, E. y Piñero, M. (2011). Estado del arte de la investigación cualitativa en los trabajos de grado de maestría del instituto pedagógico "Luis Beltrán prieto Figueroa". Revista Paradigma, XXXII (2); 125 -150
- Ortiz, A. (2015). Epistemología y metodología de la investigación configuracional. Ediciones de la U, Bogotá, Colombia. ISBN: 978-958-762-263-8
- Otero, A. (2018). Enfoques De Investigación: Métodos Para El Diseño Urbano-Arquitectónico. Consultado: [https://www.researchgate.net/publication/326905435\\_ENFOQUES\\_DE\\_INVESTIGACION\\_TABLA\\_DE\\_CONTENIDO\\_Contenido](https://www.researchgate.net/publication/326905435_ENFOQUES_DE_INVESTIGACION_TABLA_DE_CONTENIDO_Contenido)
- Pereira, F. (2007): la evolución del espíritu empresarial como campo del conocimiento. Hacia una visión sistémica y humanista. Consultado el 27 noviembre 2016 de: [http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/cuadernos\\_admon/article/download/4040/3016](http://revistas.javeriana.edu.co/index.php/cuadernos_admon/article/download/4040/3016)
- Pérez, G. (2000). Modelos de investigación cualitativa en educación social y animación sociocultural. Aplicaciones prácticas. Madrid, España: Narcea, S.A. de Editores
- Real Academia Española, Diccionario de la lengua española, 23. Recuperado el 18 de noviembre de 2016, de <http://dle.rae.es/?id=Qf48Xbb>
- Reichardt, Ch., y Cook, T. (1986): Hacia una Superación del Enfrentamiento entre los Métodos Cualitativos y Cuantitativos. En: Cook Td. Reichart Ch.R (Ed.) Métodos Cualitativos y Cuantitativos en Investigación Evaluativa. Madrid: Morata.
- Rivera-Kempis, Cl. (2018). El emprendimiento y sus malentendidos. Debate IESA, XXIII (3)
- Sandoval, S. (2013). Las dos revoluciones de Thomas S. Kuhn. Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS, 8 (22), 179-189. ISSN: 1668-0030
- Teppa, M. (2012). Análisis de la información cualitativa y construcción de teorías. Ediciones GEMA, C.A. Venezuela
- UPEL (2005). Manual de trabajos de grado de especialización y maestrías y tesis doctorales. Caracas, Venezuela: FEDUPEL.
- Universitat de València. (2009). Open Course Ware de la Universitat de València. Consultado el 18 de noviembre de 2016, de <http://ocw.uv.es/ciencias/2-1/material-de-clase/>
- Valles, M. (1999). Técnicas Cualitativas de Investigación Social. Reflexiones metodológica y prácticas profesionales. Editorial Síntesis, España.
- Vallet de Goytisolo, J. (2006): El positivismo científico de Augusto Comte y lo utilizado de él por la ciencia del derecho en el Siglo XX. Consultado 27/11/2016. Consultado 15 noviembre 2016 de: <http://www.racmyp.es/R/racmyp/docs/anales/A83/A83-19.pdf>

**Fecha de recepción:** 10 de Mayo de 2018

**Fecha de aceptación:** 30 de Noviembre de 2018

# NORMAS Y FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE ARTÍCULOS EN LA REVISTA INGENIERÍA Y SOCIEDAD UC

(interlineado doble en Arial 10)

Autores<sup>1,2,3</sup>, (Apellidos, Nombres; Arial 12, regular, centrado, un espacio)  
(interlineado simple en Arial 10)

Institución(es) y dirección(es). (Arial 12, un espacio, regular, centrado).

De existir más de un centro de trabajo, se indicarán superíndices al final del apellido de cada autor (1,2,3, etc.) y se indicarán al comienzo de cada centro. Ejemplo:

1. Universidad de... ;

2. Instituto de ..., etc.

Añadir el e-mail del autor principal al final (no usar notas al pie de página).  
(interlineado doble en Arial 10)

**Resumen:** Este documento contiene información para guiar a los autores en la preparación de los artículos técnicos a ser presentados en la Revista Ingeniería y Sociedad UC. El documento está escrito en el estilo requerido para la elaboración de los artículos definitivos. Los autores deben seguir cuidadosamente las instrucciones para asegurar la uniformidad de los trabajos que sean aceptados para la publicación. El papel debe ser tamaño carta y los márgenes superior e inferior deben ser de 2,5cm, el izquierdo de 2,5cm y el derecho de 1,5cm, el texto debe escribirse en doble columna (8,5cm de ancho por columna, separadas 0,5cm). Los títulos, el resumen y el abstract en una sola columna. El resumen no debe exceder de 150 palabras. El resumen debe especificar: propósito, hipótesis/supuestos, metodología, resultados, discusión de resultados y conclusiones.

**Palabras clave:** Entre tres y cinco palabras clave.

## NORMS AND FORMAT FOR ARTICLES TO BE PUBLISHED IN THE ENGINEERING AND SOCIETY UC JOURNAL

**Abstract:** This document contains information to guide authors in preparing technical articles for the Engineering and Society UC Journal. The document is written in the style required for finished articles. Authors must carefully follow the instructions to make sure that the articles are written in a uniform way. Letter-size paper must be used. Margins are to be as follows: upper and lower margins: 2.5cm; left: 2.5cm; right: 1.5cm. The text must be written in double columns (8.5cm wide, 0.5cn apart). The title, summary and abstract must be in a single column.

**Keywords:** Around 3 to 5 keywords.

## INTRODUCCIÓN

La Revista “Ingeniería y Sociedad-UC” es un órgano de divulgación del conocimiento científico y tecnológico vinculado a lo humanístico y social en la Ingeniería y en la formación del ingeniero, lo cual supone una perspectiva de inter y transdisciplinariedad, bajo la responsabilidad de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo.

El objetivo fundamental de la Revista “Ingeniería y Sociedad-UC” es la publicación semestral de las investigaciones realizadas en el campo del conocimiento científico y tecnológico vinculado a lo humanístico y social.

La Revista “Ingeniería y Sociedad-UC” tiene como objetivos servir de órgano de divulgación del conocimiento, estimular la producción intelectual de los docentes e investigadores de la Universidad de Carabobo, los Centros de Investigación Nacionales e Internacionales, y de otros centros académicos de creación y producción del conocimiento, así como propiciar el intercambio cultural a través de redes información a nivel nacional e internacional, en procura de realimentar la investigación en las áreas mencionadas.

A los fines de cumplir con sus objetivos, la Revista admite la colaboración de autores nacionales y extranjeros, cuyos criterios deberán ser expuestos y analizados bajo los principios de libertad, innovación, coherencia, ética, contribución, social y sistematización que exige el conocimiento científico.

Los artículos serán sometidos a doble arbitraje ciego, previo a la publicación de los mismos. Si el comité editorial lo considera necesario se someterá a un tercer arbitraje.

Sólo se aceptarán trabajos que puedan ser incluidos en las siguientes secciones:

- I. Investigación. Proyecto en proceso o concluido.
- II. Diseño Instruccional.
- III. Ensayo.
- IV. Información y/o Resumen de Eventos Académicos.
- V. Reseña Bibliográfica.
- VI. Autor Invitado
- VII. Divulgación de experiencias institucionales

Le corresponderá al autor(s) indicar a cual sección de las anteriormente mencionadas pertenece su trabajo.

Los trabajos deben ser originales e inéditos, en idioma español y no ser arbitrados por otras revistas. En el caso de que el trabajo fuese presentado en algún evento, se deberá suministrar los detalles correspondientes (Nombre completo, fecha, lugar, institución organizadora).

Para someter un trabajo a la consideración de la Revista, debe enviar el documento almacenado en el procesador de textos Microsoft Office Word (o compatible), vía correo electrónico a las siguientes direcciones de correo: [ingenieriaysociedad@uc.edu.ve](mailto:ingenieriaysociedad@uc.edu.ve) y [ingenieriaysociedaduc@gmail.com](mailto:ingenieriaysociedaduc@gmail.com)

La extensión de los trabajos debe tener un máximo de 15 páginas, incluida la bibliografía.

En conjunto con el ejemplar identificado debe enviarse una página de presentación, la cual debe contener título, autor(es), correo(s) electrónico(s), institución de procedencia, ciudad, una breve reseña curricular que no exceda cincuenta (50) palabras y el resumen del trabajo.

La primera página de los ejemplares sin identificación personal sólo debe tener el título del trabajo y el resumen.

El orden a seguir para la redacción de los **trabajos de investigación** es el siguiente: Portada, Introducción, Metodología o Desarrollo de la Investigación, Análisis, Discusión de Resultados, Conclusiones y Referencias Bibliográficas.

El orden a seguir para la redacción de los **ensayos** es: Presentación del tema, Sustentación, Conclusiones y Referencias.

La Portada debe contener: Título del trabajo, en idioma español y en idioma inglés; Nombre(s) del autor(es) y su(s) dirección(es) institucional(es) completa(s), correo electrónico; resumen del trabajo en idioma español y en idioma inglés (Abstract) con un máximo de ciento cincuenta (150) palabras; agregar al resumen de tres (03) a cinco (05) palabras clave.

Todos los artículos son responsabilidad de los autores y no del comité editorial ni del cuerpo de árbitros de la Revista.

## TÍTULOS

El título de cada sección se escribirá en negritas, en mayúsculas, justificado a la izquierda en el texto y sin identificación numérica.

### Subtítulos

El encabezamiento de las subsecciones se escribirá en negritas y en minúsculas a la izquierda del texto.

### Fuentes

El título del artículo debe escribirse en estilo Arial, fuente 16, negritas, con interlineado sencillo y el texto en Arial 12. Debe utilizarse fuente 10 para las leyendas de los gráficos y

cuadros, así como otros textos subordinados.

## Siglas

Las siglas deben ser identificadas en su primera aparición en el texto, con excepción del resumen.

## Tablas y Figuras

Los gráficos, fotografías, diagramas y toda la ayuda gráfica, con o sin información cuantitativa, deben denominarse figura. Deberán enumerarse consecutivamente y con números arábigos; ser incluidos en el texto correspondiente (no agrupados al final del mismo) y con su leyenda.

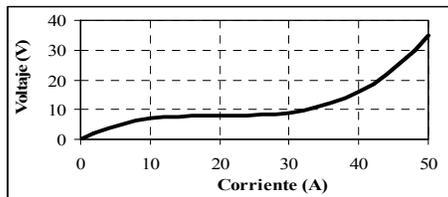
Todas las tablas y figuras deben ser mencionadas en el texto y deben tomarse las previsiones para que estén ubicadas cerca del párrafo en el cual han sido mencionadas por primera vez. Los gráficos deben ser originales (no fotocopias), nítidos y realizados en impresión de alta resolución; ser enviados en blanco y negro bien contrastados, de 17,5 cm. de ancho máximo.

El título de las tablas debe estar en la parte superior (Ver Tabla N°1). Si la tabla fue elaborada por los autores del artículo no debe indicarse la fuente.

**Tabla N°1. Tamaños y estilos de letras**

Sección	Estilo
Título principal	Mayúsculas, negrilla, 16
Título de sección	Mayúsculas, negrilla, 12
Título de subsección	Mayúsculas y minúsculas 12
Título de tabla o Figura	Mayúsculas y minúsculas, negrillas, centrados, 12
El texto dentro de una tabla	Mayúsculas y minúsculas, puede variar en un rango de 10 a 12, según sea necesario para su ajuste adecuado
Leyenda de gráficos y tablas	Mayúsculas y minúsculas, 10

El título de las figuras debe estar en la parte inferior. Un ejemplo de ello puede ser observado en la figura 1.



**Figura 1. Relación entre el voltaje y la corriente en un elemento no-lineal**

Los símbolos matemáticos deben ser muy claros y legibles. Los subíndices y supraíndices deben estar correctamente ubicados. Todas las ecuaciones deben ir en tamaño 10, enumeradas consecutivamente con números arábigos colocados entre paréntesis en el margen derecho.

$$V_P \cos \theta = \{r_Q P_Q + x_Q Q_Q + V_Q^2\}/V_Q \quad (1)$$

Las referencias citadas en el texto deben expresar apellido del autor y la fecha de publicación}. El título de la sección de referencias tampoco debe identificarse con número alguno y se colocan al final del artículo ordenadas alfabéticamente. Por ejemplo:

## REFERENCIAS

ASAMBLEA NACIONAL (2005). Ley de Reforma de la Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo. Consultado el día 5 Abril del 2007 desde [http://www.asambleanacional.gob.ve/index.php?option=com\\_dbquery&Itemid=182&task=ExecuteQuery&qid=7&leyes\\_id=20619](http://www.asambleanacional.gob.ve/index.php?option=com_dbquery&Itemid=182&task=ExecuteQuery&qid=7&leyes_id=20619).

Martínez, M. (2006). Ciencia y arte en la metodología cualitativa. México: Editorial Trillas.

Pande, P., Neuman, R. y Cavanagh, R. (2004). Las claves prácticas de Seis Sigma. Colombia: McGraw-hill/interamericana.

Rodríguez, M. (2006). Se lo que mi nota dice que sé. En Revista Ingeniería y Sociedad UC, 3 (2) ,94-101.

Sánchez, T. (1998). Nivel Educativo como un pronosticador de sucesos. Manuscrito no publicado.

Sandoval, R. (2002). Importancia de apoyar al talento científico juvenil en su formación investigativa. Tesis de maestría no publicada, Facultad de Educación, Universidad de los Andes.

En caso de agradecimiento, éste se ubicará antes de las referencias bibliográficas (extensión máxima de 50 palabras).

La impresión de los artículos se realizará en blanco y negro. Se recomienda tomar las previsiones necesarias desde el inicio, especialmente en lo referente a las figuras para garantizar su nitidez.

## NORMS AND FORMAT FOR ARTICLES TO BE PUBLISHED IN THE ENGINEERING AND SOCIETY UC JOURNAL

(double space, Arial 10)

Author(s)<sup>1,2,3</sup>, (Second name, First Name: Arial 12, regular, centered, single space)  
(single space, Arial 10)

Institution(s) & address(es). (Arial 12, regular centered single space).

If there are two or more working places, there will be superindexes on each author (1, 2, 3, etc.), and will be showed at the beginning of each center.

Eg. 1. XXX University ...

2. Institute / College ...

Add main author's e-mail at the end (Do not use foot notes)

(double space, Arial 10)

**Abstract:** This document contains information to guide authors in writing technical articles for the "Ingeniería y Sociedad - UC" Journal. This document has been written according to the requirements of the editorial board. Authors must carefully follow the instructions to make sure that the articles are written in a uniform way. Letter-size paper must be used. Margins to be used: upper and lower margins: 2.5 cm; left: 2.5 cm; right: 1.5 cm. The text must be written in double columns (8.5 cm wide, 0.5 cm apart). The title, summary and abstract must be in a single column.

**Keywords:** Approximately from 3 to 5 key words.

## NORMAS Y FORMATO PARA LA PRESENTACIÓN DE ARTÍCULOS EN LA REVISTA INGENIERÍA Y SOCIEDAD UC

**Resumen:** Este documento contiene información para guiar a los autores en la preparación de los artículos técnicos a ser presentados en la Revista Ingeniería y Sociedad UC. El documento está escrito en el estilo requerido para la elaboración de los artículos definitivos. Los autores deben seguir cuidadosamente las instrucciones para asegurar la uniformidad de los trabajos que sean aceptados para la publicación. El papel debe ser tamaño carta y los márgenes superior e inferior deben ser de 2,5cm, el izquierdo de 2,5cm y el derecho de 1,5cm, el texto debe escribirse en doble columna (8,5cm de ancho por columna, separadas 0,5cm). Los títulos, el resumen y el abstract en una sola columna. El resumen no debe exceder de 150 palabras. El resumen debe especificar: propósito, hipótesis/supuestos, metodología, resultados, discusión de resultados y conclusiones.

**Palabras clave:** Entre tres y cinco palabras clave

## INTRODUCTION

The Journal "Ingeniería y Sociedad - UC" is a popular science and technology Journal, which contains articles on science and technology as well as on social and humanistic topics applied to engineering and necessary in the training of new engineers, which means the inter and transdisciplinarity, under the responsibility of the Faculty of Engineering of the University of Carabobo.

The main goal of this journal is to achieve the six-month publication of research done on science and technology related to humanistic and social topics.

The journal "Ingeniería y Sociedad - UC" has different goals: become a popular science and technology journal, stimulate the intellectual production of the professors and researchers from the University of Carabobo, National and International Research Centers, and other academic centers of creation and production of knowledge, as well as to bring about the cultural exchange through information networks national and internationally, trying to sustain the research in the previously mentioned areas.

In order to achieve its goals, this periodical accepts national and international collaborators, which criteria must be exposed and analyzed under the principles of freedom, innovation, coherence, ethics, social contribution, and systematization demanded by the scientific knowledge.

The submitted manuscripts will be evaluated by double blind review prior to publication. In case the publishing committee considers it necessary, the article will be subjected to a third review. Articles to be accepted must be related to:

- I. Research: in process or finished.

- II. Instructional design.
- III. Essay.
- IV. Information / Summary of Academic Events.
- V. Bibliographic Review.
- VI. Invited author.
- VII. Disclosure of institutional experiences.

The author has to state the previously mentioned section, in which his manuscript will be published.

Manuscripts must be originals and unpublished, written in Spanish and must have not been previously submitted to publishing review. In case it is to be presented in any event, some information must be given: full name, date, place, organizing institution.

To submit a paper for the consideration of the Journal, you must send the document stored in the Microsoft Office Word (or compatible) word processor, via email to the following email addresses:  
[ingenieriaysociedad@uc.edu.ve](mailto:ingenieriaysociedad@uc.edu.ve) and  
[ingenieriaysociedaduc@gmail.com](mailto:ingenieriaysociedaduc@gmail.com)

Articles must have a maximum length of fifteen (15) pages.

Joined to the identified copy, there must be an introduction piece of paper that contains title, author(s), e-mails, institution, city and a profile not longer than fifty (50) words, and the abstract.

The non identified copies first page must only show the title and the abstract.

All pieces of work should follow the next order: Title page, Introduction, Methodology or Research Development, Text, Analysis, Result Discussion, Conclusions and Bibliographic References.

If it is an essay, it should have: Topic Introduction, Theoretical Support, Conclusions and References.

The title page must contain: Title of the manuscript, written in Spanish and English; Author(s) Name(s) and work place address, e-mail; Abstract in English and Spanish, maximum 150 words, with three (03) to five (05) key words.

Authors are fully responsible of all pieces of works, nor the publishing committee nor the evaluating staff.

### TITLES

Each section title will be written in bold type, capital letters, to the left of the text, no numbering.

### Subtitles

The heading of each subsection will be written in bold type and small letters to the left side of the text.

### Letter

The title of the article should be written in Arial, 16, bold type, single space, and the text in Arial 12. For the graphics and charts, use letter size 10 for legends.

### Acronym

Abbreviations should be identified at the first appearance in the text, except if it is used in the abstract.

### Charts and Figures

Graphics, photographs, diagrams, and any graphic help, with or without quantitative information, must be called Figure. They should be numbered consecutively, using Arabic numerals, and should be placed in the corresponding text, (not at the end), with its legend.

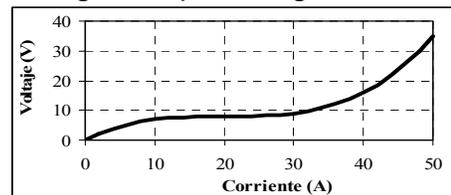
All charts and figures should be mentioned in the text and must be placed near the paragraph where it was mentioned for the first time. Graphics must be original, (not photocopied), sharp, and done in highly resolution printing definition; highly contrasted black and white, 17,5 maximum wide.

Titles for the charts must be above them (See Table N°1). If it was made by the article authors, the source must not be mentioned.

**Table N°1. Letter size and Styles**

Section	Style
Main Title	Capital, bold type letter, 16
Section Title	Capital, bold type letter, 12
Subsection Title	Capital and small letter, 12
Chart / Figure Title	Centered capital and small letter, 12
Text in the Chart	Capital and small letter, it may vary from 10 to 12 as necessary
Legend in Graphics / Tables	Capital and small letter, 10

The title of the figure must be below it. See the following example in Figure 1.



**Figure 1. Relationship between voltage and current in a non-linear element**

Mathematical symbols must be clear and readable. Sub indexes and supra indexes must be correctly placed. All equations must be in size 10, consecutively numbered,

(Arabic numerals), placed in brackets to the right side.

$$V_P \cos \theta = \{r_Q P_Q + x_Q Q_Q + V_Q^2\}/V_Q \quad (1)$$

The title in the references must not be numbered. References must be numbered, using Arabic numerals in square brackets [1], at the end, in the same order of appearance. For example:

## REFERENCES

ASAMBLEA NACIONAL (2005). Ley de Reforma de la Ley Orgánica de Prevención, Condiciones y Medio Ambiente de Trabajo. Consultado el día 5 Abril del 2007 desde [http://www.asambleanacional.gob.ve/index.php?option=com\\_dbquery&Itemid=182&task=ExecuteQuery&qid=7&leyes\\_id=20619](http://www.asambleanacional.gob.ve/index.php?option=com_dbquery&Itemid=182&task=ExecuteQuery&qid=7&leyes_id=20619).

Martínez, M. (2006). Ciencia y arte en la metodología cualitativa. México: Editorial Trillas.

Pande, P., Neuman, R. y Cavanagh, R. (2004). Las claves practicas de Seis Sigma. Colombia: McGraw-hill/interamericana.

Rodríguez, M. (2006). Se lo que mi nota dice que sé. En Revista Ingeniería y Sociedad UC, 3 (2) ,94-101.

Sánchez, T. (1998). Nivel Educativo como un pronosticador de sucesos. Manuscrito no publicado.

Sandoval, R. (2002). Importancia de apoyar al talento científico juvenil en su formación investigativa. Tesis de maestría no publicada, Facultad de Educación, Universidad de los Andes.

In case of Acknowledgement, it must be placed before the bibliographic references (maximum word length: 50 words).

Printing must be in black and white. It is highly recommended to pay special attention in order to guarantee the clearness of the graphics and figures.



<b>I</b>	<b>TITULO DEL TRABAJO:</b>

<b>II</b>	<b>EVALUACIÓN.</b> Marque con una <b>X</b> las características que a su juicio son relevantes en el artículo asignado: <b>E:</b> Excelente – <b>B:</b> Bueno – <b>R:</b> Regular – <b>D:</b> Deficiente
-----------	---

	ASPECTOS	E	B	R	D	JUSTIFICACION
1	Titulo					
2	Resumen y palabras clave					
3	Desarrollo coherente del contenido					
4	Organización de secciones					
5	Objetividad de los planteamientos enfoques					
6	Profundidad del tema					
7	Aporte al conocimiento					
8	Uso adecuado de las fuentes					
9	El artículo describe un trabajo original con aportes significativos y/o novedosos					
10	Presentación de conclusiones y recomendaciones					
11	Actualidad de las fuentes					
12	Uso adecuado de tablas y signos					
13	Apreciación general					

<b>III</b>	<b>OPINIÓN.</b> De acuerdo a la evaluación realizada, en su opinión el artículo es para:
	<input type="checkbox"/> Publicar <input type="checkbox"/> Corregir y Publicar <input type="checkbox"/> Corregir Exhaustivamente <input type="checkbox"/> No Publicar

<b>IV</b>	<b>OBSERVACIONES:</b>

<b>FECHAS DE:</b>	
Recepción Documento: _____	Envío al Árbitro: _____
Recepción por el Árbitro: _____	Evaluación: _____

Nro. CI: \_\_\_\_\_ Firma: \_\_\_\_\_

**REVISTA INGENIERÍA  
Y SOCIEDAD UC  
Índice acumulado  
Años 1-13. Nro. 1 al 26  
Junio 2006 – Diciembre 2018**

**1.- Investigación.**

Acosta, M. La entrevista en profundidad como un Instrumento para conocer los estilos de aprendizaje de los estudiantes de las ciencias experimentales. No.2 pp. 102-106. 2006.

Alvarado, C., Abreu, R.; Gutiérrez, R. Desulfonación catalítica de ácidos arilsulfónicos producidos durante la elaboración de aceite mineral. No.2 pp. 117 – 128. 2013.

Alvarado, C.; Pérez, D.; Marquina, G. Evaluación de la composición química del aceite esencial de mastranto (*hyptis suaveolens*) según su origen geográfico en el estado Yaracuy, Venezuela. No. 2 pp. 95-105. 2012.

Alvarado, C.; Pérez, H.; Saba, C. Evaluación del uso del policloruro de aluminio en conjunto con sulfato de aluminio en el proceso de coagulación de una planta de potabilización de agua en el Estado Carabobo. No.1 pp. 35-46. 2015.

Arévalo, J.; Valencia, J.; y Ballesteros, D. Evaluación de la productividad y el talento humano con base en las condiciones ambientales en la producción. No 2 pp 159-170. 2017

Arraiz, S. Estrategias gerenciales de manufactura de clase mundial (wcm) en el área de logística. Caso: Sector automotriz, Estado Carabobo. No.2 pp. 100-110. 2011.

Arraiz, S.; Zambrano, F. Eliminación sistemática del desperdicio con un enfoque concurrente. No.1 pp. 35-41. 2008.

Arteaga, Y. Sistema de indicadores de gestión para institutos de educación superior. No.2 pp. 92-102. 2007.

Artigas, G.; Suárez, A.; Miranda, R.; Sira, S. Sistema logístico para el desarrollo tecnológico de una Planta de Compostaje en la Universidad de Carabobo. No.1 pp. 62- 80. 2017.

Arvelo, J.; Investigación y Ciencia un Compromiso Social. No.1 pp. 38- 42. 2007.

Astudillo, E.; Illada, R.; Carrillo, A. La educación superior como vehículo para generar salud, bienestar y desarrollo social. No.2 pp. 72-76. 2006.

Barrera, J.; Meléndez, A.; Bermúdez, Y. Valoración de la responsabilidad social en una PYME latinoamericana. No.2 pp. 150-162. 2015.

Barrios, M.; Sira, S. El Kaizen en los procesos académicos. No.2 pp. 83-93. 2006.

Barrios M.; Zavala, B.; Ortiz, F. Diseño de herramientas para el control de procesos de producción de envases de vidrio. No.1 pp. 25-30. 2006.

Bermúdez, Y. Responsabilidad social empresarial en la pequeña y mediana empresa: una aproximación a un modelo teórico. No 2 pp 111-123. 2017

Brito, C.; Pacheco, S. Propuesta para el diseño de un sistema automatizado para evaluaciones en línea. No.2 pp. 65-76. 2007.

- Burgos, F.; Escalona, E. Redes neuronales artificiales para predecir variables antropométricas de trabajadores que laboran en postura sedente. No.2 pp. 108-123. 2015.
- Burgos F.; Escalona E. Prueba piloto: validación de instrumentos y procedimientos para recopilar data antropométrica con fines ergonómicos. No.1 pp. 31-47. 2017.
- Burgos, F.; Escalona, E. Funciones de Regresión Predictoras de la Aptitud Muscular en Trabajadores Manuales Venezolanos: Una Prueba Piloto. No.1 pp. 21-36. 2018.
- Burgos, F. y Escalona E. Índice de acondicionamiento, capacidad de trabajo físico de la mano de obra directa industrial venezolana. No.2 pp. 136-151. 2018
- Camacho, C.; García, G.; Fernández, C.; Labrador, H. Degradación del asfalto ayacucho aplicando pseudomonas aeruginosa en dos medios minerales de cultivo. No.1 pp. 35-45. 2016.
- Cantor, A. Correlación de los procesos emocionales y cognitivos en educación universitaria a través de una aproximación a un modelo matemático. Caso: estudiantes de física de ingeniería UC. No.2 pp.148-159. 2017
- Carmona, H.; Aguilera, C.; Sióncnez, J. Reducción de niveles de ruido y vibración en una planta ensambladora de vehículos. No.2 pp. 87-93. 2011.
- Carmona, H.; Rivera, C. Control y prevención de riesgos laborales en el área de calidad de una empresa fabricante de conductores eléctricos. No.2 pp. 120-129. 2014.
- Carrero, M. Factores que afectan la transformación de biomasa en bioetanol. No.1 pp. 53-60. 2013.
- Casanova L.; Jiménez M.; Zamora V.; Medina J. Fabricación de bloques huecos de concretos con mezclas poliméricas a base de policloruro de vinilo (pvc) y poliestireno (ps) reciclado. No.1 pp. 23-30. 2017.
- Chávez, Y.; Sánchez, I. Metodología para evaluar económicamente la recuperación de edificaciones públicas. Caso: módulo de servicio integral La Haciendita, Municipio Diego Ibarra, Mariara, Estado Carabobo. No.1 pp. 16-22. 2009.
- Chou, L.; Pacheco, C.; Mejías, A. Percepción de la calidad del servicio de recolección de desechos sólidos. Un estudio de caso del municipio Naguanagua, Venezuela. No.1 pp. 31-36. 2010.
- Cira, L.; Godínez, I. Modelo de Gestión Integrada Calidad –Medioambiente (CYMA). No.1 pp. 15-24. 2006.
- Colmenares, M. Bases para el manejo de sustancias químicas peligrosas, en laboratorios de docencia de la Escuela de Ingeniería Química, Universidad de Carabobo. No.1 pp. 30-42. 2014.
- Colmenarez, C.; Osto, Z. Modelo para la planificación y gestión del mantenimiento en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo. No.2 pp. 136-149. 2015.
- Correia, A.; Marcano, L. Presencia y remoción de analgésicos anti-inflamatorios no esteroideos en una planta de tratamiento de agua residuales en Venezuela. No.1 pp. 08-21. 2016.

- De Sousa, C.; Cayama, A.; Correia, A. Propuesta de un plan de recuperación de mercurio de lámparas fluorescentes desechadas. Caso estudio: Facultad de Ingeniería, Universidad de Carabobo. No.1 pp. 08-16. 2014.
- Delgado, F. Plan de mejora continua de telecomunicaciones en pro de la calidad de servicio en PDVSA. No.1 pp. 43-50. 2009.
- Duran, J.; Ordoñez, J. Propuesta de mejoras de los procesos administrativos en el programa de maestría en Ingeniería Industrial. No.1 pp. 65-77. 2015.
- El Sarrouch, E.; Peña, F. Caracterización del estilo de liderazgo femenino en el ejercicio de la ingeniería industrial. No.1 pp. 49-53. 2008.
- Espinoza, A.; Rojas, A.; Jiménez, M. Estimación del lead time de producción en el área de emulsiones de una empresa de pintura por medio de la simulación. No.1 pp. 70-84. 2013.
- Espitia, A. y Sira S. Identificación de Referentes Teóricos en Responsabilidad Social Universitaria. No. 1 pp 8 – 20. 2018.
- Fernández, H.; Martínez, C; Jiménez, M. Simulación del sistema de transporte de la Universidad de Carabobo, rutas: Centro-UC y UC- Centro. No.2 pp. 77-83. 2007.
- Figueredo, F.; Giorgi, C.; Saturno, S. Aplicación de la Filosofía Manufactura Esbelta en los Procesos de Producción y Despacho de una Empresa de Cristalería. No.1 pp. 50-65. 2018
- Figuroa, D.; Sánchez, N. Influencia de los aditivos en el desempeño del sistema base color Dupont. No.1 pp. 17-28. 2008.
- Flores Castillo Enrique Vicsael; Luque Godoy Ángel Eduardo y Gómez Ríos Marlín Angibel. Compromiso del estudiante desde una dimensión cognitiva en el uso de herramientas computacionales de simulación de procesos de flujo compresible: un caso de estudio. No.2 pp. 110-120. 2018
- Francis, C.; Navas, B. Desarrollo de un sistema de control integral en una empresa manufacturera. Caso: CVG Alucasa. No.2 pp. 72-84. 2008.
- Galleguillos, L.; Sanhueza, M.; Santelices, I. Caracterización, y perspectivas de la innovación tecnológica en Pymes de la Región Bío-Bío, Chile. No.2 pp. 103-111. 2007.
- Giraldo, M. Estrategias docentes para un aprendizaje significativo. No.1 pp. 46-51. 2006.
- González, A.; Maneiro, N. Metodología de planeación y control de inventarios en una empresa comercializadora de aislamientos térmicos. No.1 pp. 14-20. 2007.
- González, J.; Polo, M. Sistematización de aspectos jurídicos, institucionales y técnicos del estudio de impacto ambiental. Caso: Proyectos de desarrollo urbano en el Estado Carabobo. No.1 pp. 70-83. 2016.
- Guanipa, V. Diseño a escala reducida de un proceso de hidroformilación para una refinería venezolana empleando el sistema catalítico Rh/Pz/TFFMS. No.2 pp. 129-143. 2013.
- Guanipa, V. Efecto de una mezcla de aldehídos en la formulación de gasolinas G91 y G95 procedentes de una refinería venezolana. No.2 pp. 106-116. 2012.

- Guevara, A. Diseño de un sistema de control preventivo de la gestión de logística. Caso: Empresa venezolana manufacturera del sector pinturas. No.2 pp. 62-71. 2008.
- Gutiérrez, H. Importancia de la integración de decisiones en la cadena de suministro: localización y ruteo. No.2 pp. 124-139 2017
- Hernández, C.; Botín, A.; Londoño, P.; Mieres-Pitre, A. Efecto del acondicionamiento del trigo sobre la calidad de la harina panadera. No.1 pp. 29-43. 2013.
- Hernández, C.; Monagas, E.; Romero, L. Alternativas para aumentar la capacidad de transmisión. Caso estudio: circuito Arenosa-Yaguara I-II. No.2 pp. 121-136. 2016.
- Hernández, C.; Morán, E.; Niño, Z.; Mieres-Pitre, A. Selección preliminar de un adsorbente para el blanqueado de alquilatos generados en industrias de grasas y aceites lubricantes. No.1 pp. 22-34. 2016.
- Hernández, C.; Puerta, M.; Mieres-Pitre, A.; Niño, Z. Evaluación de la calidad y factibilidad financiera del proceso de granulado húmedo de una formulación antiséptica urinaria utilizando un equipo de lecho fluido. No.1 pp. 22-34. 2015.
- Hernández, R.; Osto, Z. Estudio de la localización y funcionamiento de una planta de compostaje en el Eje Occidental del Estado Carabobo. No.2 pp. 91-99. 2009.
- Hernández, Y. y Mejías, A. Factores que determinan la satisfacción estudiantil en educación superior: análisis de caso en una universidad colombiana. No.2 pp. 162-172. 2018
- Herrera, G. Reyes.; Vielma, J.; Barbat, A.; Pujades, L. Estado del conocimiento sobre metodologías de evaluación de vulnerabilidad sísmica de edificios. No.1 pp. 07-28. 2013.
- Hurtado, L.; Pérez, F.; Valdés, J.; Velasco, J. Herramienta didáctica computacional para realizar el diseño geométrico-cinemático de un sistema de leva de disco con diferentes seguidores. No.1 pp. 07-19. 2012.
- Jiménez, M. El rol de la estadística en los estudios de simulación. Una aproximación al estado del arte. No. 2 pp. 140-147. 2017
- Jiménez, M.; Gómez, E. Aplicación de la filosofía "LEAN" y análisis mediante simulación del desempeño de un almacén. No.2 pp. 124-135. 2015.
- Jiménez, M.; Pérez, E.; Hernández, M.; Nessay, L. Determinación de secuencia de producción tipo taller por medio de simulación de eventos discretos. No.2 pp. 112-119. 2014.
- León, I.; Quintero, O.; Pérez, S. Propuestas de mejoras en el proceso de empaque en una empresa de productos farmacéuticos. No.2 pp. 101-110. 2014.
- Linárez, O.; Moreno, Z. Gestión tecnológica y de la innovación en las empresas de Barquisimeto, Estado Lara, Venezuela. No.2 pp. 131-139. 2014.
- Londoño, P.; Eras, L.; Serrano, F.; Pitre, A. Estudio comparativo de engorde de aves de corral incorporando al alimento semilla de melón criollo (cucumismelo) como fuente alternativa. No.2 pp. 176-191. 2015.

- Londoño, P.; Mujica, M. Elaboración de un “benchmarking” en los servicios que prestan los laboratorios de universidades públicas de Venezuela y de otros países para autosustentarse. No.1 pp. 07-15. 2009.
- López, D.; Bruce, J.; González, N. Evaluación del sistema de concentración de ácido fosfórico con roca togo en Tripoliven C.A. No.1 pp. 21-31. 2011.
- López, J.; Bueno, A.; Gil, J. Desarrollo de estrategias de control para un sistema compensador-generator. No.2 pp. 110-120. 2016.
- López, O.; Sáenz, L. Evaluación de la susceptibilidad al agrietamiento por exposición a ácido sulfúrico sobre un acero inoxidable 316L y un acero inoxidable dúplex Saf 2205. No.1 pp. 56-69. 2016.
- López, R.; Gorrín, J.; D’Alessandro, R. Estrategias para el desarrollo de las pequeñas y medianas empresas pertenecientes al sector metalmeccánico de Capemiac. No.1 pp. 42-48. 2008.
- Mago, M.; Delgado, A. Reubicación de línea de producción de una fábrica de productos escolares. No.2 pp. 127-136. 2006.
- Mallia, A.; Dautant, R.; Niño, Z.; Sierra, A. Evaluación del proceso de desnitrificación en reactores escala piloto tipo bioactivados RDS con remoción de nutrientes. No.1 pp. 35-42. 2012.
- Marcano, L.; Elizalde, G. Dinámica del nitrato en dos suelos de la cuenca del lago de Valencia, Venezuela. No.2 pp. 72-77. 2010.
- Marcano, L.; Elizalde, G. Efecto de la aplicación de urea sobre el contenido de nitrógeno, en dos suelos de la cuenca del Lago de Valencia (Venezuela). No.2 pp. 140-155. 2014.
- Maridueña, J.; D’Armas, M. Sitios Web Como Herramientas de Apoyo para el Aprendizaje del Idioma Inglés. Estudio de Caso: Una Universidad Ecuatoriana No.1 pp. 83-93. 2018
- Marrero, S.; González, S.; Guevara, Y.; Querales, M. Capacidad analítica para la determinación de compuestos orgánicos persistentes en dos municipios del Estado Carabobo, Venezuela. No.1 pp. 56-64. 2015.
- Martínez, K.; Cazorla, A.; Escobar, J.; Alvarado, C. Preparación de un jugo clarificado de frutas utilizando un concentrado enzimático de guayaba y papaya. No.1 pp. 8-22. 2017
- Martínez, Y.; Fung, Y.; Brea, Y.; Subero, N. Evaluación del contenido de fósforo en un suelo tratado con lodo. No.1 pp. 43-49. 2012.
- Medina, E. Evaluación de las condiciones ergonómicas del niño en edad escolar. Caso: instituciones educativas del Estado Carabobo, Venezuela. No.1 pp. 35-42. 2009.
- Medina, E.; Di Domenico, C. Evaluación ergonómica de los puestos de trabajo administrativos en una empresa manufacturera de grasas y lubricantes. No.1 pp. 27-31. 2007.
- Medina, E.; Giraldo, M. Sistema de medición y control de la gestión financiera y operativa de los operadores logísticos.

- En el sector de alimentos consumo masivo. No.1 pp. 31-38. 2006.
- Medina, J.; García, F; Paricaguán, B.; Semeco, R. Preparación de pirogalato férrico para teñir cueros a partir del ácido gálico obtenido de la planta de dividivi (*caesalpinia coriaria*). No.2 pp. 192-198. 2015.
- Medina, J.; Paricaguán, B. Caracterización química de tres residuos orgánicos provenientes del Hipódromo Nacional de Valencia. No.1 pp. 61-69. 2013.
- Meijide, R.; Rubín, G.; Alvarado, C. Obtención de un concentrado de pectinasas utilizando fuentes vegetales de procedencia nacional. No.1 pp. 46-55. 2016.
- Mejías, A. Sistemas de gestión de la calidad: referentes clave para su discusión académica. . No.1 pp. 81-93. 2017.
- Mejías, A.; Guillén, P.; González, D.; Brandan, A. Factores que determinan la calidad de los servicios turísticos termales. Un caso de estudio en el contexto venezolano. No.2 pp. 166-177. 2013.
- Miquelena, M.; Sarmiento, E. Matriz de versatilidad basada en el análisis funcional. Caso: Escuela de Ingeniería Industrial. No.2 pp. 94-103. 2008.
- Modroño, M.; Rosales, M.; Baricelli, P. Influencia de la transferencia de masa gas-líquido en reacciones de hidroformilación de olefinas de una nafta ligera con el complejo hidrosoluble  $\text{rh}(\text{co})(\text{tppts})_3$ . No.1 pp. 59-68. 2012.
- Monagas, E. Indicadores de gestión en bibliotecas académicas de educación superior. No.1 pp. 32-37. 2007.
- Monagas, E.; Gómez, J. Análisis comparativo de productividad científica basado en atlas cienciométrico de redalyc. No.2 pp. 153-165. 2013.
- Mujica, V.; Velásquez, I.; Placido, N.; Guanipa, V. Incorporación de aceites esenciales de naranja (*citrus sinensis*) y mandarina (*citrus reticulata*) en la formulación de cremas de limpieza facial. No.1 pp. 47-55. 2015.
- Noguera, S.; Giraldo, M.; Amendola, L.; Depool, T. Diagnóstico de dificultades para la gestión del conocimiento en empresas constructoras. No.1 pp. 19-24. 2010.
- Ojeda, M.; Prieto, V.; Rondón, E. Validación de un instrumento para la evaluación post ocupacional de obras de infraestructura. Una aproximación mediante el análisis de factores. No.1 pp. 37-42. 2010.
- Oliva, K.; Pulido, I.; Becerra, C. Caracterización de los sistemas de planificación y control de producción de la pequeña y mediana industria metalmecánica del Estado Zulia. No.2 pp. 107-117. 2006.
- Ortiz, F.; Illada, R. Enfoque Sistémico para la mejora de procesos. No.2 pp. 77-82. 2006.
- Ortiz, F.; Maneiro, N. Dinámica de sistemas: otro enfoque para la modelación y simulación de ingeniería. No.1 pp. 06-14. 2006.
- Ortiz, J. Evaluación comparativa del rendimiento del proceso de extracción y caracterización del aceite de variedades de la semilla de pijiguo (*bactris gassipaes hbk*). No. 2 pp. 87-94. 2012.

- Osta, K. Actores clave en las franquicias venezolanas. Caso de estudio: franquicia de distribución. No.1 pp. 23-34. 2009.
- Osta, K. Estudio del mercado de franquicias en el Estado Carabobo. No.1 pp. 58-63. 2006.
- Osta, K. Evolución histórica de las franquicias y su impacto en la economía mundial. No.2 pp. 118-126. 2006.
- Otero Gorotiza, Tomas V., Mite Calero, Wenceslao A. y Anchundia Santana, Luis A La motivación y el liderazgo en la seguridad y salud de los trabajadores como determinante de la productividad laboral. . No.2 pp. 121-135. 2018
- Oviedo, E.; Hernández, C.; Mieres, C. Modelaje de la extracción de aceite asistida por microondas y con solvente de la almendra del corozo (acromia aculeata). No.2 pp. 78-83. 2010.
- Pacheco, E.; Osto, Z. Estudio de la factibilidad técnico económico para gestionar el mantenimiento de la Autopista Regional del Centro mediante microempresas. Caso: Instituto Autónomo de Vialidad del Estado Carabobo (INVIAL). No.1 pp. 39-45. 2006.
- Palmero, D.; Rodríguez, I.; Osto, Z. Lineamientos para la aplicación del costeo basado en las actividades en una empresa manufacturera. Caso: Departamento de Logística. No.1 pp. 29-34. 2008.
- Paricaguán, B.; Cartes, P.; Pinto, G.; Muñoz, J.; Arruti, A. Desarrollo de un recubrimiento de epóxido reducible en agua. No.2 pp. 103-111. 2007.
- Parra, H.; Vásquez, S.; Geant, C.; Mujica, V. Determinación de los cambios fisicoquímicos presentes durante la fabricación de pinturas emulsionadas arquitectónicas. No.2 pp. 84-94. 2010.
- Pérez, V. Principios Tero tecnológicos en Gestión de Activos para Aplicaciones Industriales. No.1 pp. 66-79. 2018.
- Piñero, A.; Arzola, M.; Rodríguez-Monroy, C. Estrategias de políticas públicas de innovación para el desarrollo de las capacidades de las I+D+i, en las Pymis del Estado Bolívar, Venezuela. No.1 pp. 32-41. 2011.
- Quintero, A. Modelo simplificado de gestión estratégica para el sector pyme. Caso: Sector químico de pinturas. No.2 pp. 104-115. 2008.
- Ramos, K.; Albuja, J.; Armado, A. Alternativas de depuración de desechos tóxicos generados en un Laboratorio Químico de docencia. No.1 pp. 52-63. 2014.
- Ríos A; Mora, C. Evaluación de la calidad de servicio al programa de especialización en Gerencia de Calidad y Productividad del área de postgrado de FACES de la Universidad de Carabobo. No.1 pp. 17-29 2014.
- Rodríguez, A.; Mujica, M. Influencia de la cultura organizacional en la competitividad de las PyMEs del municipio Diego Ibarra, estado Carabobo. No.2 pp. 117-127. 2012.
- Rodríguez, A.; Mujica, M. Influencia de la metodología de implantación de los sistemas de calidad en la cultura de las PyMEs. No.1 pp. 42-50. 2011.
- Rodríguez, A; Suarez, A; Cruz; M. Cambio de la estructura organizacional y su impacto en el clima laboral. Caso:

- empresas manufactureras de alimentos. No.1 pp. 43-51. 2014.
- Rodríguez, E. Ergonomía en la distribución de bebidas, un estudio integral. No.2 pp. 83-90. 2009.
- Rodríguez, E.; Aravena, E.; Vargas, E.; Cachutt, C. Estudio comparativo de dos métodos de valoración del riesgo a lesiones músculo esqueléticas. No.2 pp. 60-64. 2007.
- Rodríguez, E.; Fernández, S.; Verde, D. Estudio integral en el área de noyería de una empresa metalúrgica. No.1 pp. 06-13. 2007.
- Rodríguez, J.; Altomare, V.; Correia, A. Obtención del aceite de cucurbita máxima y su evaluación en un sistema polifásico emulsionado para fines cosméticos. No.1 pp. 44-52. 2013.
- Rodríguez, M. ¿Sé lo que mi nota dice que sé? No.2 pp. 94-101. 2006.
- Rodríguez, M. Viabilidad de un sistema de aprovechamiento de biosólidos mediante vermicompostaje. No.2 pp.101-109. 2016.
- Rodríguez, M.; Mujica, V.; Geant, C.; López, J.; Betancourt, V. Evaluación de las rocas fosfáticas para la producción de ácido fosfórico y tripolisfosfato de sodio en una empresa de productos asociados al fósforo. No.2. pp. 100-108. 2009.
- Romanello, A.; Salomón, Y.; Barrios, M. Evaluación interna y externa de un sistema de servicio. No.2 pp. 109-116. 2009.
- Romero, I.; Moreno, R.; Rodríguez, J. Propuesta de un sistema de aprovechamiento de aguas pluviales en el laboratorio de Ingeniería Química. No.2 pp. 137-153. 2016.
- Sáenz, L.; Demoor, M.; Medina, J.; Méndez, J. Evaluación de la tenacidad de impacto del acero inoxidable dúplex saf 2507 expuesto al ácido nítrico. No.2 pp. 102-116. 2013.
- Salama, M. Diseño de un programa de estrategias ecoeficiente para aliados comerciales de Pirelli de Venezuela, C.A. Caso de estudio: tiendas de distribución del Estado Carabobo. No.2 pp. 163-175. 2015.
- Salama, M.; Parra, H.; Centeno, C. Diseño de una metodología para evaluar económicamente la creación de una facultad de educación superior. Caso: Facultad de turismo y recreación de una universidad de carácter privado. No.1 pp. 07-18. 2010.
- Sánchez, N.; Marcano, L. Modelo matemático para describir la dinámica del nitrógeno en suelos de Venezuela. No.1 pp. 48-61. 2017.
- Sánchez, N.; Subero, N.; Windevoxhel, R. Adsorción de fósforo en suelos ácidos venezolanos de uso agrícola. No.1 pp. 25-30. 2010.
- Siado, M.; Mejías, A. Evaluación de la calidad de servicio percibida por los clientes de alto consumo de una empresa de servicios eléctricos. No.1 pp. 21-26. 2007.
- Sira, S. Autogestión del conocimiento aplicado a la asignatura de Ingeniería de Métodos I (Escuela de Ingeniería Industrial). No.1 pp. 52-57. 2006.
- Sira, S. Aplicación práctica de la descomposición de las medidas de eficiencia en empresas del sector construcción. No.2 pp. 85-93. 2008.

Ugel, R.; Herrera, I.; Vielma, J.; Pujades, L. Análisis de escenarios de riesgo sísmico para toma de decisiones. Aplicación a edificio aporticado de concreto armado en el municipio Valencia. No.1 pp. 20-34. 2012.

Vásquez, S.; Mejías, A. Propuesta de mejoras del proceso productivo en una empresa del sector químico bajo el enfoque de manufactura esbelta. No.2 pp. 154-162. 2016.

Velasco, L.; Goyos, L.; Nicolás, F.; Naranjo, C. Investigación y desarrollo de aislantes térmicos naturales basados en residuos de biomasa para su aplicación en la mejora de la eficiencia energética de las edificaciones en América Latina. No.1 pp. 08-21- 2015.

Velásquez, I.; Argote, D.; Navarro, J.; Mujica, V. Harina de pijiguao (*bactris gassipaes hbk*) como suplemento en la elaboración de un alimento balanceado para aves. No.2 pp. 79-86. 2011.

Velásquez, I., Camacaro, R. y Dasniel D. Evaluación de la capacidad antimicrobiana de sales de amonio cuaternario en un hidrogel. No.2 pp. 152-161. 2018.

Villanueva, A.; Ramos, P.; Jiménez, M. Simulación: herramienta para gestionar cadenas de suministros. No.1 pp. 50-58. 2012.

Villegas, I. Movilidad Sostenible, Eficiencia Social Y Desarrollo. No.1 pp. 37 - 49. 2018.

Windevoxhel, R.; Bastardo, H.; Sánchez, N.; Pérez, J. Evaluación de la bioaumentación para la aplicación de un biotratamiento a suelos contaminados con

aceites lubricantes. No.2 pp. 144-152. 2013.

Windevoxhel, R.; Sánchez, N.; Bastardo, H.; Malaver, N. Biorremediación de un suelo petrolizado empleando humus del río Caroní. No.2 pp. 94-99. 2011.

## **2.-Divulgación de Experiencias Institucionales.**

Cruz, M.; Rafeh, S. Propuesta para la creación de la especialización en Mecatrónica en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo. No.2 pp. 95-107. 2010.

Delgado, D.; Palmero, W.; Perozo, R.; Ortiz, F. Sistema integrado de videoconferencias Universidad de Carabobo (SIVUC). No.2 pp. 118-126. 2011.

Monagas, E. El servicio bibliotecario de la Universidad de Carabobo ante la calidad, la internacionalización y la acreditación. No.1 pp. 51-59. 2009.

Torres, M. Operacionalización de la función extensión en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Carabobo. No.2 pp. 116-127. 2008.

## **3.- Ensayos.**

Barrios, M. Fisonomía de la localización industrial y de la distribución de planta. No.1 pp. 58-64. 2011.

Cachutt, C. Visión actual de la logística de operaciones. No.2 pp. 117-125. 2009.

Del Canto, E.; Araujo, E.; Ferrer, Y.; Fernandes, V. Gestión del conocimiento y

tics como generador de éxito en las organizaciones. No.2 pp. 163-173. 2016.

Fernandes, V.; Barbosa, A.; Mendes, E.; Del Canto, E. Sistema de costeo ABC en la gestión de los hospitales: una reflexión. No.1 pp. 78-87. 2015.

García, M. C., Bermúdez, Y. y Barrios M. La investigación científica armonizada a dos tiempos: cuantitativa y cualitativa. No.2 pp. 172-185. 2018.

Jaramillo, A. Impacto de la obsolescencia de inventarios en la gestión empresarial. No.2 pp. 137-145. 2012.

Jaramillo, A. Los costos de los departamentos de servicios, su tratamiento al valorar la producción. No.1 pp. 71-83. 2014.

Medina, E. Una mirada hacia el pasado, presente y futuro de la gestión de proyectos. No.1 pp. 43-50. 2010.

Medina, E. La programación lineal en la ingeniería industrial. No.2 pp. 111-117. 2011.

Rivas, G. Responsabilidad social empresarial: algunas consideraciones teóricas para su comprensión. No.2, pp. 128-136. 2012.

Rodríguez, E. Planificación, programación y control de la producción. No.2 pp. 108-117. 2010.

Rojas, M; Páez, H. Resiliencia docente en la virtualidad para la transformación educativa. No.1 pp. 64-70. 2014.

Sira, S. Equilibrio entre las funciones de docencia, investigación y extensión en ingeniería. Desarrollo histórico. No.1 pp. 51-57. 2011.

#### **4.- Autor Invitado.**

Anderi, S. Los sistemas productivos y sus efectos en los puestos de trabajo y en la satisfacción laboral. No.1 pp. 7-16. 2008.

Falcón, V. Los proyectos y la proyección del ingeniero en la sociedad. No.2 pp. 50-58. 2007.

Loyo, Y. Algoritmos evolutivos dinámicos estocásticos como apoyo en la toma de decisiones. No.2 pp. 65-71. 2010.

Rojas, M. De la enseñanza basada en procesos mentales al neuro aprendizaje; evidencias biológicas. No.2 pp. 50-58. 2009.

Sáenz, L. Naturaleza fractal de la deformación plástica en un acero inoxidable dúplex envejecido. No.1 pp. 7-20. 2011.

#### **5.- Diseño Instruccional.**

Severian, N. Diseño de un módulo educativo computarizado para el aprendizaje de la asignatura Dibujo I de Ingeniería de la UC. No.2 pp. 156-174. 2014.

Sierra, A. Software educativo como apoyo para la enseñanza y el aprendizaje de los números complejos y fasores. No.2 pp. 175-184. 2014.



Universidad de  
Carabobo

***Ingeniería y  
Sociedad – UC***

**Vol 13, No. 2  
Julio-Diciembre 2018**

Online ISSN: 2665-0185

Print ISSN: 1856-352X



Facultad de  
Ingeniería



Universidad de  
Carabobo



Facultad de  
Ingeniería



Ingeniería  
y Sociedad-UC