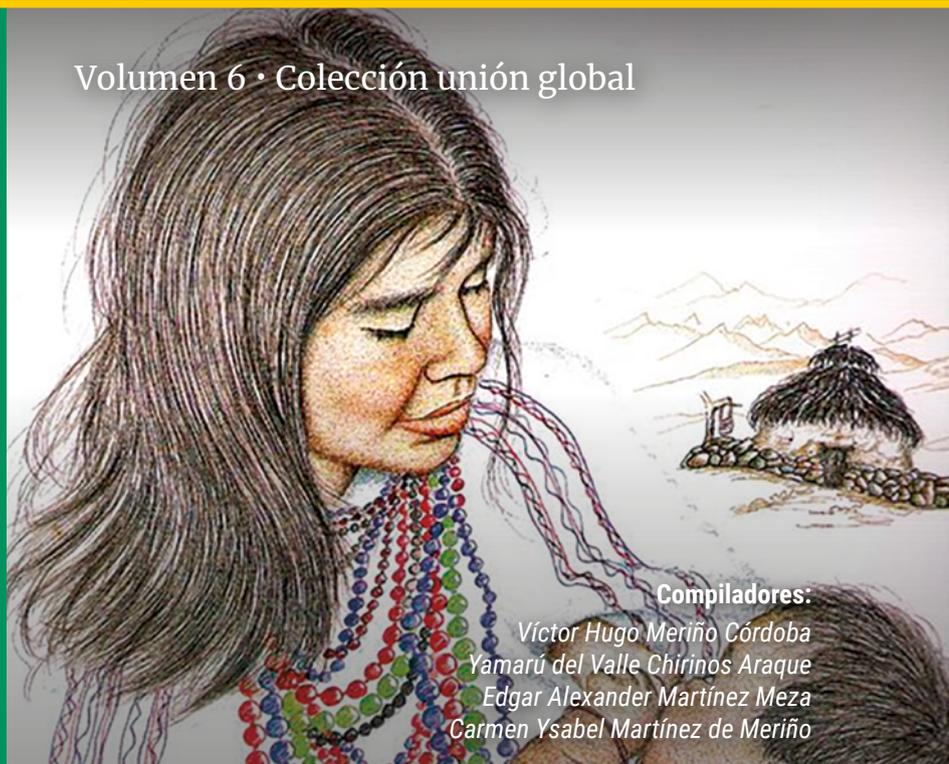


# Gestión del Conocimiento

## *Perspectiva Multidisciplinaria*

Volumen 6 • Colección unión global



**Compiladores:**

Víctor Hugo Meriño Córdoba  
Yamarú del Valle Chirinos Araque  
Edgar Alexander Martínez Meza  
Carmen Ysabel Martínez de Meriño



REPÚBLICA DEL ECUADOR  
MINISTERIO DE EDUCACIÓN  
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA  
TERRITORIAL DE FALCÓN  
ALONSO GAMERO



Universidad Nacional Experimental del Lago  
"Jesús María Sempurn"  
La Casa de los Saberes del Pueblo



Libro resultado de investigación







REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA LA  
EDUCACIÓN UNIVERSITARIA, CIENTÍFICA Y TECNOLOGÍA  
SANTO ANTON DE CORDO - ESTADO FALCÓN  
**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA  
TERRITORIAL DE FALCÓN  
ALONSO GAMERO**



Universidad Nacional Experimental Sur del Lago  
"Jesús María Semprum"  
*La Casa de los Saberes del Pueblo*



# Gestión del Conocimiento

## *Perspectiva Multidisciplinaria*

Volumen 6  
Colección unión global

Compiladores:

*Víctor Hugo Meriño Córdoba*  
*Yamarú del Valle Chirinos Araque*  
*Edgar Alexander Martínez Meza*  
*Carmen Ysabel Martínez de Meriño*

Libro resultado de investigaciones

El libro "Gestión del Conocimiento. Perspectiva Multidisciplinaria", Volumen 6, de la Colección Unión Global, es resultado de investigaciones. Los capítulos del libro, son resultados de investigaciones desarrolladas por sus autores, fueron arbitrados bajo el sistema doble ciego por expertos externos en el área, bajo la supervisión de los grupos de investigación de: Universidad Sur del Lago "Jesús María Semprúm" (UNESUR), Zulia – Venezuela; Universidad Politécnica Territorial de Falcón Alonso Gamero (UPTFAG), Falcón – Venezuela; Universidad Autónoma Chapingo (UACH), Sonora - México, Universidad de Guanajuato (UG) - Campus Celaya - Salvia - Tierra - Cuerpo Académico de Biotecnología y Bioeconomía en las Organizaciones y Políticas Públicas (C.A.B.B.O.P.P), Guanajuato – México; Alianza de Investigadores Internacionales SAS (ALININ), Antioquia - Colombia, Centro de Altos Estudios de Venezuela (CEALEVE), Zulia – Venezuela, Centro de Integral de Formación Educativa Especializada del Sur (CIFE - SUR), Zulia – Venezuela y el Centro de Investigaciones Internacionales SAS (CIN), Antioquia - Colombia.

© Víctor Hugo Meriño Córdoba: Coordinador - Editor  
© 2018 Gestión del Conocimiento. Perspectiva Multidisciplinaria.

**Sexto volumen**  
COLECCIÓN UNIÓN GLOBAL

**Compiladores:**  
Víctor Hugo Meriño Córdoba  
Yamaru del Valle Chirinos Araque  
Edgar Alexander Martínez Meza  
Carmen Ysabel Martínez de Meriño

**Autores:**  
© Víctor Hugo Meriño Córdoba, © Yamaru del Valle Chirinos Araque © Carmen Martínez de Meriño,  
© Edgar Alexander Martínez Meza, © Jhonatan Andrés Rodríguez Manrique,  
© Carlos Segundo Cohen Manrique, © Rafael Humberto Merlano Porto,  
© Jorge Bernal Peralta, © Ernesto Leo Rossi, © Enrique Cabellos Barboza,  
© Luz Stella Fuentes Fuentes, © Katerine del Carmen Vega Olivero,  
© Daniela Isabel Restrepo Batista, © Katy Luz Salgado Herrera, © David Albeiro Andrade Yejas,  
© Jennifer Lafont Mendoza, © Lina María Mazo Espinosa, © Yamil Enrique Molina Rodríguez,  
© David de Jesús Acosta Meza, © Isabel Cristina Rincón Rodríguez, © Jorge E. Chaparro Medina,  
© María del Mar Restrepo Villarroel © Gustavo Adolfo Piedrahita Vanegas, © Jael Flórez Cotera,  
© Ingrid Martínez Mora © Heydy Rodríguez Castro, © Gilmar Santafé Patiño,  
© Rodrigo Daniel Salgado Ordosgoitia, © Mario Frank Pérez Pérez, © Olga Soto Montaña,  
© Marco Rodríguez Sandoval, © Rafael Vílchez Pírela, © Alexander González García,  
© César José Vergara Rodríguez, © Guillermo Carlos Hernández Hernández,  
© Sergio Luis Arroyo Morales, © Julia María Moreno Macea, © Gean Pablo Mendoza Ortega,  
© César Galindo Ángulo

**Versión impresa**  
Depósito legal: FA2018000058  
ISBN: 978-980-7494-63-2  
**Versión digital**  
Depósito legal: FA2018000059  
ISBN: 978-980-7494-64-9

**Fondo Editorial Universitario de la Universidad Nacional Experimental Sur del Lago Jesús María Semprúm**

**Coordinador:** Dr. Miguel Rosario  
Santa Bárbara del Zulia, Estado Zulia, Venezuela  
**Portada y diagramación:** Editorial Artes y Letras S.A.S.  
**Cuadro de la portada:** indígena Wayuú, , Guajira, Colombia.  
**Pintor:** Chicho Ruiz, Valledupar, Cesar, Colombia.

## Catalogación de la fuente

Gestión del Conocimiento. Perspectiva Multidisciplinaria. Colección Unión Global / Víctor Hugo Meriño Córdoba, Yamarú del Valle Chirinos Araque, Edgar Alexander Martínez Meza y Carmen Ysabel Martínez de Meriño, compiladores – Sexto Volumen – Santa Ana de Coro, Falcón – Venezuela: Fondo Editorial Universitario Servando Garcés de la Universidad Politécnica Territorial de Falcón Alonso Gamero (UPTFAG), Grupos de investigación de: Universidad Sur del Lago "Jesús María Semprúm" (UNESUR), Zulia – Venezuela; Universidad Politécnica Territorial de Falcón Alonso Gamero (UPTFAG), Falcón – Venezuela; Universidad Autónoma Chapingo (UACH), Sonora - México, Universidad de Guanajuato (UG) - Campus Celaya - Salvatierra - Cuerpo Académico de BIODesarrollo y Bioeconomía en las Organizaciones y Políticas Públicas (C.A.B.O.P.P), Guanajuato – México; Alianza de Investigadores Internacionales SAS (ALININ), Antioquia - Colombia, Centro de Altos Estudios de Venezuela (CEALEVE), Zulia – Venezuela, Centro de Integral de Formación Educativa Especializada del Sur (CIFE - SUR), Zulia – Venezuela y el Centro de Investigaciones Internacionales SAS (CIN), Antioquia - Colombia..2018, 290 páginas. 22 cm. Versión digital con Depósito legal: FA2018000059 e ISBN: 978-980-7494-64-9; Versión impresa con Depósito legal: FA2018000058 e ISBN: 978-980-7494-63-2



.....

# Universidad Politécnica Territorial de Falcón

## Alonso Gamero

### UPTFAG

*Rafael Pineda Piña*  
Rector

*Emma Paola García*  
Vicerrectora Académica

*Víctor Piñero Cruz*  
Vicerrector de Desarrollo Territorial

*Eugenio Petit*  
Secretario General

*Oneida Jordán*  
Coordinadora de Creación Intelectual  
y Desarrollo Socioproductivo



.....

# Universidad Nacional Experimental Sur del Lago “Jesús María Semprúm”

**UNESUR**

*Edgar Alexander Martínez Meza*  
Rector

*Luz Marvella Sanabria de Salcedo*  
Vicerrectora Académica

*Ángel Antonio Watts Godin*  
Vicerrector de Desarrollo Territorial

*Diomer Antonio Galán Rincón*  
Secretario General



.....

# Universidad Autónoma Chapingo

## UACH

*José Sergio Barrales Domínguez*  
Rector

*Edgar López Herrera*  
Director General Académico

*José Luis Romo Lozano*  
Director General de Investigación y Posgrado

*María Patricia Vera Caletti*  
Director General de Administración

*Elida E. Treviño Siller*  
Director General de Patronato Universitario

*Fabián García Moya*  
Director de la Dirección de Centros Regionales Universitarios

*Adán Guillermo Ramírez García*  
Subdirector del Centro Regional Universitario del Noroeste



.....

**Cuerpo Académico de Biondesarrollo  
y Bioeconomía en las Organizaciones  
y Políticas Públicas.  
Campus Celaya - Salvatierra - Guanajuato  
México**

**C.A.B.B.O.P.P**

*Dr. Mario Jesús Aguilar Camacho*  
Responsable

Miembros

*Dr. José Enrique Luna Correa*

*Dr. Saúl Manuel Albor Guzmán*

*El Dr. Roberto Godínez López*

*Dra. Eva Lozano Montero*

*Dr. Eduardo Barrera Arias*

*Dra. Alba María del Carmen González Vega*

*Julio Cesar Montiel Flores*



.....

**Alianza de Investigadores Internacionales SAS**  
**ALININ**

*Yamarú del Valle Chirinos Araque*  
Directora General

**Centro de Altos Estudios de Venezuela**  
**CEALEVE**

*Víctor Hugo Meriño Córdoba*  
Director General

**Centro Integral de Formación Educativa**  
**Especializada del Sur**  
**CIFE - SUR**

*Edgar Alexander Martínez Meza*  
Director General

**Centro de Investigaciones Internacionales SAS**  
**CIN**

*Víctor Hugo Meriño Córdoba*  
Director General



.....

## Autores, Universidades y Países participantes

### Chile

*Jorge Bernal Peralta*  
Universidad de Tarapacá

### Colombia

*Víctor Hugo Meriño Córdoba*  
Universidad Católica Luis Amigó

*Yamarú del Valle Chirinos Araque*  
Universidad Católica Luis Amigó

*Carmen Martínez de Meriño*  
Universidad Católica Luis Amigó

*Jhonatan Andrés Rodríguez Manrique*  
Corporación Universitaria del Caribe

*Carlos Segundo Cohen Manrique*  
Corporación Universitaria del Caribe

*Rafael Humberto Merlano Porto*  
Corporación Universitaria del Caribe

*Luz Stella Fuentes Fuentes*  
Corporación Universitaria del Caribe

*Katerine del Carmen Vega Olivero*  
Corporación Universitaria del Caribe

*Daniela Isabel Restrepo Batista*  
Corporación Universitaria del Caribe

*Katý Luz Salgado Herrera*  
Corporación Universitaria del Caribe

*David Albeiro Andrade Yejas*  
Universidad Autónoma de Bucaramanga

*Jennifer Lafont Mendoza*  
Universidad de Córdoba

*Lina María Mazo Espinosa*

Institución Educativa María Auxiliadora, San Benito Abad

*Yamil Enrique Molina Rodríguez*

Institución Educativa de Santiago Apóstol, San Benito Abad

*David de Jesús Acosta Meza*

Corporación Universitaria del Caribe

*Isabel Cristina Rincón Rodríguez*

Universidad del Sinú

*Jorge E. Chaparro Medina*

Universidad del Sinú

*María del Mar Restrepo Villarroel*

Fundación Universitaria del Área Andina

*Gustavo Adolfo Piedrahita Vanegas*

Fundación Universitaria del Área Andina

*César Galindo Ángulo*

Universidad Popular del Cesar

*Jael Flórez Cotera*

Universidad de Córdoba

*Ingrid Martínez Mora*

Universidad de Córdoba

*Heydy Rodríguez Castro*

Universidad de Córdoba

*Gilmar Santafé Patiño*

Universidad de Córdoba

*Rodrigo Daniel Salgado Ordosgoitia*

Corporación Universitaria del Caribe

*Mario Frank Pérez Pérez*

Corporación Universitaria del Caribe

*Olga Soto Montaña*

Corporación Universitaria del Caribe

*Marco Rodríguez Sandoval*

Corporación Universitaria del Caribe

*Rafael Vílchez Pírela*

Corporación Universitaria del Caribe

*Alexander González García*

Universidad Libre

*César José Vergara Rodríguez*  
Corporación Universitaria del Caribe

*Guillermo Carlos Hernández Hernández*  
Corporación Universitaria del Caribe

*Sergio Luis Arroyo Morales*  
Corporación Universitaria del Caribe

*Julia María Moreno Macea*  
Corporación Universitaria del Caribe

*Gean Pablo Mendoza Ortega*  
Corporación Universitaria del Caribe

## **Perú**

*Ernesto Leo Rossi*  
Escuela de Postgrado Neumann Business School, Tacna

*Enrique Cabellos Barboza*  
Instituto John Von Neumann, Tacna



# Índice

Presentación.....	23
Perfil de los emprendedores de la Facultad de Ciencias Administrativas, Económicas y Contables de la Universidad Católica Luis Amigó <i>Víctor Hugo Meriño Córdoba / Yamarú del Valle Chirinos Araque / Carmen Martínez de Meriño.....</i>	25
Mecanismos ingenieriles para el estudio de la transferencia de masa durante operaciones unitarias de secado <i>Jhonatan Andrés Rodríguez Manrique / Carlos Segundo Cohen Manrique / Rafael Humberto Merlano Porto .....</i>	45
Factores críticos de éxito en el desempeño de las instituciones microfinancieras <i>Jorge Bernal Peralta / Ernesto Leo Rossi / Enrique Cabellos Barboza .....</i>	63
El software de letras “ABC letrado” para favorecer la escritura en estudiantes de Educación Básica <i>Luz Stella Fuentes Fuentes / Katerine del Carmen Vega Olivero / Daniela Isabel Restrepo Batista / Katy Luz Salgado Herrera.....</i>	81
Innovación tecnológica como estrategia de ciudades inteligentes <i>David Albeiro Andrade / Yejas Jennifer Lafont Mendoza .....</i>	93
Desempeños de los estudiantes en las prueba SABER de los grados: 5°, 9° y 11° en el área de ciencias naturales <i>Lina María Mazo Espinosa / Yamil Enrique Molina Rodríguez / David de Jesús Acosta Meza .....</i>	111
Diseño e implementación de un prototipo domótico utilizando un controlador lógico programable <i>Carlos Segundo Cohen Manrique / Jhonatan Andrés Rodríguez Manrique / Rafael Humberto Merlano Porto.....</i>	137

Una aproximación a la gestión del conocimiento organizacional basada en los recursos: un análisis de la literatura y aproximación a un estudio de caso <i>Isabel Cristina Rincón Rodríguez / Jorge E. Chaparro Medina</i> .....	159
Análisis del desempeño de los costos de Stroke de producción para una cadena de suministro <i>Rafael Humberto Merlano Porto / Jhonatan Andrés Rodríguez Manrique / Carlos Segundo Cohen Manrique</i> .....	183
El problema de la innovación tecnológica en educación y la formación superior en el Municipio de Valledupar, Colombia <i>María del Mar Restrepo Villarroel / Gustavo Adolfo Piedrahita Vanegas / César Galindo Ángulo</i> .....	211
Identificación de sapogeninas presentes en las especies de ñame criollo, espino y diamante 22, cultivadas en el Departamento de Sucre de Colombia <i>Jael Flórez Cotera / Ingrid Martínez Mora / Heydy Rodríguez Castro / Gilmar Santafé Patiño / Rodrigo Daniel Salgado Ordosgoitia / Mario Frank Pérez Pérez</i> .....	219
Fortalecimiento académico como estrategia impulsora de habilidades cognitivas en estudiantes universitarios con bajos desempeños académicos <i>Olga Soto Montaña / Marco Rodríguez Sandoval / Rafael Vilchez Pírela</i> .....	233
Étude sur l'accompagnement éducatif et la formation affective dans un collège jésuite <i>Alexander González García</i> .....	255
Construcción de horarios académicos en Instituciones de Educación Superior teniendo en cuenta condiciones de confort térmico <i>César José Vergara Rodríguez / Guillermo Carlos Hernández Hernández / Sergio Luis Arroyo Morales / Julia María Moreno Macea</i> .....	279
Modelo de localización de múltiples almacenes en la cadena de suministro agroalimentaria de la yuca en el Departamento de Sucre <i>Gean Pablo Mendoza Ortega / Rodrigo Salgado Ordosgoitia / César José Vergara Rodríguez / Jhonatan Andrés Rodríguez Manrique</i> .....	301

# P

---

## Presentación

El libro “Gestión del Conocimiento. Perspectiva Multidisciplinaria”, Volumen 6, de la Colección Unión Global, es resultado de investigaciones. Los capítulos del libro, son resultados de investigaciones desarrolladas por sus autores. El libro es una publicación internacional, seriada, continua, arbitrada de acceso abierto a todas las áreas del conocimiento, que cuenta con el esfuerzo de investigadores de varios países del mundo, orientada a contribuir con procesos de gestión del conocimiento científico, tecnológico y humanístico que consoliden la transformación del conocimiento en diferentes escenarios, tanto organizacionales como universitarios, para el desarrollo de habilidades cognitivas del quehacer diario. La gestión del conocimiento es un camino para consolidar una plataforma en las empresas públicas o privadas, entidades educativas, organizaciones no gubernamentales, ya sea generando políticas para todas las jerarquías o un modelo de gestión para la administración, donde es fundamental articular el conocimiento, los trabajadores, directivos, el espacio de trabajo, hacia la creación de ambientes propicios para el desarrollo integral de las instituciones.

La estrategia más general de la gestión del conocimiento, consiste en transformar los conocimientos personales y grupales en conocimiento organizacional. También se debe tener en cuenta los conocimientos altamente especializados de personas del entorno de la empresa para tratar de incorporarlos al conocimiento de la entidad, lo cual ha de incluirse en las estrategias. La gestión estratégica del conocimiento vincula la creación del conocimiento de una organización con su estrategia, prestando atención al impacto que pueda generar.

En este sentido, se presenta a la comunidad internacional el libro “Gestión del Conocimiento. Perspectiva Multidisciplinaria”, Volumen 6, de la Colección Unión Global, es resultado de investigaciones. Los capítulos del libro, son resultados de investigaciones desarrollados por sus autores, con aportes teóricos y prácticos de autores, cuyos resultados de trabajos de investigación, son análisis de diversas teorías, propuestas,

enfoques y experiencias sobre el tema de gestión del conocimiento, lo cual permite el posicionamiento de las organizaciones en la utilización del conocimiento, su apropiación y transformación. Los conceptos o criterios emitidos en cada capítulo del libro, son responsabilidad exclusiva de sus autores.



## **Perfil de los emprendedores de la Facultad de Ciencias Administrativas, Económicas y Contables de la Universidad Católica Luis Amigó en Medellín**

### *Víctor Hugo Meriño Córdoba*

Licenciado en Matemáticas de la Universidad del Zulia. Magister en Docencia Universitaria de la Universidad Nacional Experimental Rafael María Baralt, Doctor en Educación de la Universidad Dr. Rafael Belloso Chacín. Investigador Senior categorizado por Colciencias. Docente investigador del grupo: GORAS de la Universidad Católica Luis Amigó, Medellín – Colombia. Correo: victor.merino@amigo.edu.co ORCID ID. 0000-0001-8911-7202

### *Yamarú del Valle Chirinos Araque*

Licenciada en Administración Industrial, de la Universidad Nacional Experimental Rafael María Baralt. Magister en Docencia Universitaria de la Universidad Nacional Experimental Rafael María Baralt, Doctora en Gestión de la innovación, de la Universidad Privada Dr. Rafael Belloso Chacín. Investigadora Asociada categorizada por Colciencias. Docente investigadora del grupo: GORAS de la Universidad Católica Luis Amigó, Medellín – Colombia. Correo: yamaru.chirinosar@amigo.edu.co ORCID ID. 0000-0003-0471-9859.

### *Carmen Ysabel Martínez de Meriño*

Licenciada en Comercio del Instituto Universitario Pedagógico Monseñor Arias Blanco, Magister en Docencia Universitaria de la Universidad Nacional Experimental Rafael María Baralt, Doctora en Educación de la Universidad Dr. Rafael Belloso Chacín. Investigadora Categorizada Asociada por Colciencias. Docente Investigadora del grupo: Educación,

Infancia y Lenguas Extranjeras de la Universidad Católica Luis Amigó,  
Medellín – Colombia. Correo: carmen.martinezde@amigo.edu.co OR-  
CID ID. 0000-0002-8134-2306.

## Resumen

El presente trabajo busca determinar el perfil de los emprendedores de la Facultad de Ciencias Administrativas, Económicas y Contables de la Universidad Católica Luis Amigó en Medellín, desde los enfoques de Gonzalo, Federico & Kantis (2013); Parra, Rubio & López (2017), Rodríguez & Gómez (2014); Kadam & Ayarekar (2014); Kalnins & Williams (2014); Babu & Kasilingam (2015), Sepúlveda & Reina (2016), entre otros. La investigación está orientada bajo el paradigma cuantitativo, de tipo descriptivo, transaccional no experimental de campo. La población quedó conformada por 20 PYMES del Municipio Medellín, donde se entrevistaron 20 gerentes mediante un instrumento. Entre las conclusiones tenemos: en cuanto a la edad de los empresarios al momento de crear la empresa, se encontró que el 100 % son personas entre 25 y 35 años de edad. En referencia al estado civil, el 30 % de los emprendedores son casados; el 30 % se encuentran en unión libre; el 30 % son divorciados y el 10 % son solteros. El 100 % de los emprendedores manifestó contaban con experiencia laboral a la hora de crear su empresa. El 100 % le da mucho valor a la palabra. El 100 % considera tener capacidad para resolver problemas. En cuanto al nivel educativo de los emprendedores, se evidenció que el 100 % son profesionales

**Palabras clave:** emprendimiento, perfil de los emprendedores.

## *Profile of the employees of the faculty of administrative, Economic and Accounting Sciences of the Catholic University Luis Amigó in Medellín*

### Abstract

The present work seeks to determine the profile of entrepreneurs of the Faculty of Administrative, Economic and Accounting Sciences of the

Luis Amigó Catholic University in Medellín, from the approaches of Gonzalo, Federico & Kantis, 2013; Parra, Rubio & López (2017), Rodríguez & Gómez (2014); Kadam & Ayarekar, 2014), Kalnins & Williams (2014); Babu & Kasilingam (2015), Sepúlveda & Reina (2016), among others. The research is oriented under the quantitative paradigm, descriptive, non-experimental field transactional. The population was made up of 20 SMEs from the Municipality of Medellín, where 20 managers were interviewed through an instrument. Among the conclusions we have: regarding the age of the entrepreneurs when creating the company, it was found that 100% are people between 25 and 35 years of age. In reference to marital status, 30% of entrepreneurs are married; 30% are in free union; 30% are divorced and 10% are single. 100% of the entrepreneurs said they had work experience when creating their company. 100% gives a lot of value to the word. 100% consider having the ability to solve problems. Regarding the educational level of the entrepreneurs, it was evidenced that 100% are professionals

**Keywords:** entrepreneurship, profile of entrepreneurs

## Introducción

El emprendimiento es un tema de creciente relevancia en el contexto global, ya que el crecimiento económico de los países depende de la capacidad competitiva de las empresas, que está fundamentada en las habilidades de los innovadores, quienes mediante el aprovechamiento de oportunidades en el entorno generan dinamismo en la economía (Parra, Rubio & López, 2017).

En esta línea de pensamiento, Messina & Hochsztain (2015), sostienen que el emprendimiento, es considerado cada vez un factor más importante para contribuir al desarrollo económico, generación de puestos de trabajo, inclusión social, reducción de la pobreza y desarrollo de la innovación. Eso ha llevado al interés de políticos, académicos y organismos internacionales en el proceso de creación de nuevas compañías.

Es por esto, que la Organización de Naciones Unidas (ONU), aprobó por unanimidad la resolución 67/2012, que dice: "emprendimiento para el desarrollo", que reconoce formalmente que la innovación es una he-

ramienta importante para la reducción de la pobreza, la creación del desarrollo sustentable y la revitalización del entorno. En tal sentido, el presente estudio se deriva de dos cuestionamientos orientadores: ¿qué hace que un emprendedor triunfe en su proceso? y una vez constituida la empresa, ¿qué la hace permanente? Partiendo de estas interrogantes, se discierne que existe un conjunto de características y acciones que deberían cumplirse con el fin de alcanzar el triunfo en la creación y sostenimiento de una empresa; a estas acciones se les denomina perfil de los emprendedores (Gonzalo, Federico & Kantis, 2013).

El perfil de los emprendedores puede variar dependiendo del mercado en el que se encuentra una empresa; por otro lado, el fenómeno del emprendimiento es resultante de la interacción de cuatro variables: el individuo, el entorno, el proceso y el tipo de negocio, por lo tanto, no es posible universalizar los rasgos de los innovadores, dado que los emprendedores y las compañías son un grupo bastante heterogéneo y los componentes del perfil pueden diferir dependiendo de las variables mencionadas anteriormente (Rodríguez & Gómez 2014).

De acuerdo con lo expresado anteriormente, el estudio se enfoca en empresas constituidas por los egresados de la Facultad de Ciencias Económicas, Administrativas y Contables de la Universidad Católica Luis Amigó, es por esto que Parra, Rubio & López (2017), consideran que este tipo de compañías son de gran interés dado su alto potencial de crecimiento, capacidad de contribución al desarrollo económico de un país, posibilidad de encadenamiento con otros sectores de la economía, generación de valor agregado y ventajas competitivas basadas en conocimiento e innovación.

Una vez conocido el perfil de los emprendedores, es necesario tener un marco de trabajo que permita complementar el análisis de las empresas constituidas por los egresados de la Facultad de Ciencias Económicas, Administrativas y Contables de la Universidad Católica Luis Amigó en Medellín; de este modo se hace posible establecer la relevancia de los elementos encontrados en cada una de las etapas del proceso emprendedor.

Desde esta perspectiva, para Mungaray, Osuna, Ramírez, Ramírez & Escamilla (2015), el emprendimiento es una temática en constante intercambio con otras áreas de conocimiento y cuyo cuerpo teórico se encuentra

en permanente construcción. En el caso particular colombiano, existe interés académico frente al tema, el cual ha seguido una tendencia creciente al observar la cantidad de grupos de investigación relacionados con la temática, los cuales en su mayoría han sido creados durante los últimos diez años (Babu & Kasilingam, 2015). En esta línea de acción, García, García & Días (2015), afirman que la educación universitaria cumple un rol fundamental en el proceso de desarrollo emprendedor. La universidad pasó de ser una institución de conservación, preservación y transmisión cultural y del conocimiento, tarea que mantuvo por más de seis siglos, a una institución que incorporó como propósito promover la transferencia de los resultados de la investigación a productos y nuevas empresas.

Además, del interés académico por el tema del emprendimiento en el país, Parra, Rubio & López (2017), indican que desde la política pública se han establecido mecanismos de apoyo destinados a fomentar la cultura innovadora en Colombia y encaminar las voluntades institucionales al respecto; adicionalmente, se han implementado esfuerzos para desarrollar la integración entre universidad-empresa-estado, tales como los Comités Universidad-Empresa-Estado propuestos por Colciencias, los cuales han materializado su propósito a través del desarrollo de actividades de ciencia, tecnología e innovación; en el ámbito regional se cuenta con diversas instituciones universitarias, públicas y privadas, fundaciones municipales y departamentales, que han propiciado un mayor acercamiento y trabajo conjunto entre los tres actores; sin embargo, aún quedan retos pendientes como: el fortalecimiento de la normatividad que responda a las necesidades en investigación, escasa infraestructura de ciencia y tecnología, más inversión del PIB en actividades de innovación, la fuga de cerebros y el fortalecimiento de los lazos de confianza entre los tres actores (Gonzalo, Federico, & Kantis, 2013).

El presente trabajo de investigación se propone como un aporte para ampliar la integración entre la investigación y las instituciones de fomento al emprendimiento, al analizar el perfil de los emprendedores en las empresas constituidas por los egresados de la Facultad de Ciencias Económicas, Administrativas y Contables de la Universidad Católica Luis Amigó en Medellín; de esta forma se posibilita a las entidades de emprendimiento e innovación de Antioquia tomar decisiones informadas frente a los esfuerzos y estrategias que se deben encaminar hacia puntos críticos que mejoren las probabilidades de triunfo de los empresarios.

## Desarrollo

### Emprendimiento

Según la visión de Mungaray, Osuna, Ramírez, Ramírez & Escamilla (2015), el emprendimiento es una iniciativa de negocio que tiene por objetivo un proceso de creación de algo nuevo con valor, dedicando tiempo, así como esfuerzo necesario, asumiendo riesgos financieros, psicológicos y sociales, obteniendo las recompensas resultantes de satisfacción e independencia económica y personal.

Por su parte, Rodríguez & Gómez (2014), conceptualizan el emprendimiento, como la combinación de tres factores básicos: 1) la idea, 2) los recursos para llevar a cabo la idea y 3) el empresario que promueve y transforma en realidad la oportunidad. Estos tres elementos se consolidan en un plan estructurado, dando por resultado una nueva innovación.

### Emprendimiento sostenible

Para Chirinos, Pérez, Martínez & Meriño (2017), el emprendimiento sostenible involucra tres términos fundamentales como son: 1) el eco-emprendimiento, 2) emprendimiento social y 3) emprendimiento empresarial; el primero, referido a lo medioambiental, implica productos limpios, eco-eficiencia, desarrollo tecnológico sustentable, eco-diseño, lo que lleva a generar iniciativas de negocios responsables y comprometidas con el medio ambiente, en segundo lugar, el aspecto social del mismo, tiene que ver con el comportamiento de las compañías en ámbitos sociales y éticos, como la gestión del talento humano, derechos humanos, trabajo infantil, género, discriminación, participación de los trabajadores en beneficio de la empresa, esto promueve un mayor rendimiento en las operaciones haciéndolas más productivas debido que las personas se sienten parte de la misma y se les crea el sentido de pertenencia; el tercer aspecto tiene que ver con los resultados financieros del negocio, donde se evidencia la gestión, dirección, organización, planificación y control para obtener altos niveles de rentabilidad.

Es por esto, que el emprendimiento sostenible, es una forma de organización que permite, el avance económico y el desarrollo local, trayendo consigo la generación de empleo, la creación de bienes y servicios que aportan al crecimiento de las comunidades donde se desarrollen las

iniciativas de negocios, en consecuencia, proporciona rentabilidad para el emprendedor, a su vez impulsa el mercado de competencias donde se identifiquen la oferta y la demanda, que los consumidores tengan posibilidad de elección entre un innovador y otro, para estabilizar la economía de la localidad (Chirinos, Pérez, Martínez & Meriño, 2017)

## **El emprendimiento sostenible en el desarrollo económico y social**

Ruiz, Sanz & Fuentes (2015), sostienen que el desarrollo económico es "la variable en el criterio general que indica el progreso en la economía". De igual forma el concepto "se centra en el progreso económico del país, lo cual coadyuva al incremento de su ingreso per cápita".

Considerando el desarrollo económico desde el punto de vista macro, se afirma que los gobiernos alrededor del mundo tienen como uno de sus principales objetivos generar crecimiento económico y social para mejorar las condiciones y la calidad de vida de sus habitantes. En esta línea de pensamiento, Mungaray, Osuna, Ramírez, Ramírez & Escamilla (2015), plantean que los "países que han centrado sus modelos económicos, políticas e instituciones en la creación de empresas, son países que crecen, que se desarrollan y mejoran la calidad de vida de sus pobladores"; por lo tanto, el ecosistema de emprendimiento de un país cobra especial relevancia, ya que es posible generar crecimiento económico y social a través de un círculo virtuoso el cual, partiendo de la educación y fomento del espíritu de negocios, motive a las personas a seguir la carrera de dueños, quienes se encargan de sustentar el tejido empresarial que genera valor y bienestar para una nación.

## **Características de los emprendedores**

Desde la perspectiva de las características del innovador, el emprendimiento requiere de competencias, es decir, las personas que promueven una idea de negocio deben poseer determinados rasgos, entre ellos habilidades, destrezas, aptitudes y capacidades. Entre las capacidades se destacan la conformación de redes competencia para la resolución de problemas, orientación al logro, asumir riesgos, trabajo en equipo, creatividad, autonomía e iniciativa, generar ideas y convertirlas en algo novedoso para transformar su vida y su entorno, la edad, la experiencia y la formación son las habilidades y rasgos de un emprendedor que

generalmente ayudan a la sostenibilidad de una compañía en el tiempo. Rodríguez & Gómez (2014), Kadam & Ayarekar (2014), Kalnins & Williams (2014); Babu & Kasilingam (2015) y Sepúlveda & Reina (2016),

## **Motivación empresarial**

Hoy día la motivación ya no se concibe como la satisfacción de necesidades, sino como la activación de conductas orientadas a fines y metas definidas por las características propias del individuo y de la coordinación social. Por tal razón, Sastre (2013), plantea que la decisión de creación y puesta en marcha de una compañía se ve como el producto de los motivos e intenciones que presenta el individuo de acuerdo a sus particulares rasgos de personalidad y habilidades empresariales, el autor sostiene que existen tres impulsos que influyen en la motivación de las personas: 1.- Necesidad de logro, 2.- Necesidad de poder y 3.- Necesidad de afiliación. Con respecto al primero, hace referencia a lo que inspira a las personas para que hagan todo lo posible por alcanzar las metas. En relación al segundo, expone que es la manera de influir en las demás personas para alcanzar las metas, y por último, el tercer, es el que lleva a las personas a relacionarse socialmente con los demás.

## **La universidad generadora de emprendimiento sostenible**

Es relevante, la posición de Chirinos (2014), al destacar la influencia de las universidades como entes generadores de conocimiento, donde se estudie la mejor opción, para implementar planes o programas que incentiven a los individuos a desarrollar por voluntad propia, de forma responsable y con plenos conocimientos tanto científicos, técnicos y empíricos emprendimientos sostenibles.

Por lo tanto, el Estado es responsable de propiciar el ambiente para desarrollar el emprendimiento sostenible, ya que éste se articula como mecanismo al sistema político para la generación de desarrollo económico y social en el país (Chirinos, 2014). De tal manera, que incorporar las universidades es de suma importancia para facilitar el proceso de crear cultura de innovación, incrementar el pensamiento creativo y transformador en los individuos, por tanto, es necesario incluir cambios en el sistema de educativo en todos sus niveles, con la finalidad de impulsar el desarrollo de innovaciones, que sea visto como una opción de crecimiento económico (Chirinos, 2014).

## Pequeñas Y Medianas Empresas

Según Mungaray, Osuna, Ramírez, Ramírez & Escamilla (2015), para definir las Pequeñas Y Medianas Empresas (PYMES), hay que ubicarlas dentro de las características de la economía nacional, ya que no existe homogeneidad a nivel internacional en los parámetros utilizados para conceptualizarla.

En términos generales, para Chirinos, Pérez, Martínez & Meriño (2017), las PYMES, son aquellas compañías que, cualesquiera sean las actividades que realiza y el sector al que pertenece, no ocupan una opción dominante en su ramo, no disponen de elevados recursos económicos, poseen una plantilla reducida de personal, dirigidas por sus propietarios, no están vinculada directa o indirectamente a grupos financieros, su cifra de facturación anual y su capital es reducido. Cualquiera de las definiciones que se asuman comprenderá dos grandes aspectos, claramente interrelacionados y que se refuerzan entre sí: a) Un aspecto técnico, vinculado directamente con el tamaño, que responde a la estructura industrial alcanzada por cada país, y que se obliga a definir políticas diferenciadas de fomento y protección para este estrato. b) Un aspecto de política económica, relacionado con el del estrato dentro del modelo económico general, y que establece sus responsabilidades económicas, políticas y sociales dentro del desarrollo general de cada país.

En Colombia, de acuerdo con la definición de la Ley 590 del 2000 y la Ley 905 de 2004, la micro-empresa es toda unidad de explotación económica realizada por persona natural o jurídica en actividades empresariales, agropecuarias, industriales, comerciales o de servicios, rural o urbana, con planta de personal de hasta 10 trabajadores y activos de menos de 501 salarios mínimos legales mensuales vigentes. Según la Ley 905 de 2004, la pequeña empresa, es aquella con una planta personal entre 11 y 50 trabajadores o activos entre 501 y 5000 salarios mínimos legales mensuales vigentes; por último, la mediana empresa es aquella que cuenta con una planta de personal entre 51 y 200 trabajadores o activos totales entre 5001 y 30.000 salarios mínimos legales mensuales vigentes (Chirinos, Pérez, Martínez & Meriño, 2017).

## Metodología

La investigación se ubica en el racionalismo científico, donde la fuente de conocimientos reales está en el uso de procedimientos objetivos determinados por la razón, como fin de producción de conocimientos fiables, tal como refiere Sabino (2014), las proposiciones son conjuntos ordenados de enunciados que aspiran a formar sistemas teóricos congruentes. En tal sentido, el presente estudio está orientado bajo el paradigma cuantitativo, el tipo de investigación fue descriptivo, transeccional no experimental de campo debido a que en ella se describen situaciones que se pretenden medir en los diversos aspectos del fenómeno a investigar.

## Población

El estudio está dirigido a una población de 20 Pequeñas y Medianas Empresas (PYMES), del municipio Medellín, Antioquia – Colombia, las cuales fueron tomadas al azar registradas en la cámara de comercio del municipio Medellín, son contribuyentes formales, tienen registrados de 1 a 100 trabajadores, su actividad económica es desarrollada en la geografía de la mencionada jurisdicción. Se asume toda la población como objeto de estudio ya que la misma es de fácil acceso y manejo, por su cercanía a la Universidad Católica Luis amigo, en el sentido que los propietarios y gerentes de las mismas son egresados de la mencionada universidad, donde los investigadores desarrollan actividades de docencia e investigación, se entrevistaron 20 gerentes a los cuales se aplicó un instrumento como fue el cuestionario.

## Técnicas e instrumento de recolección de datos

La recolección de datos se realizó a través del cuestionario autoadministrado, en un periodo de dos meses, durante el primer semestre del 2018, la recolección de la información se llevó a cabo mediante la aplicación de un cuestionario, contentivos de 83 ítems, bajo los parámetros de la escala de Likert con un escalamiento de cinco (5) alternativas de respuestas (5: siempre; 4: casi siempre; 3: algunas veces; 2: casi nunca; 1: nunca), las puntuaciones oscilan entre 83 y 415 puntos.

## Procedimiento

El procedimiento consiste en determinar el perfil de los emprendedores de la Facultad de Ciencias Administrativas, Económicas y Contables de la Universidad Católica Luis Amigó en Medellín, Antioquia – Colombia. Se trata de una investigación aplicada para comprender y resolver alguna situación, necesidad o problema en un contexto determinado Sabino (2014).

## Resultados y discusiones

De acuerdo con el marco teórico planteado se extrajeron los atributos señalados por los diferentes autores y que, según ellos, deben poseer los directivos empresariales, con el fin de contrastarlos con los veinte empresarios seleccionados para conocer sus rasgos distintivos.

### Perfil del emprendedor

A continuación, se destaca el perfil del emprendedor, se analizaron variables como: año de creación de la empresa, número de empleados, sector al cual pertenece la empresa, origen del emprendedor, lugar de residencia, edad, sexo, estado civil, lo que permitirá conocer que tanto incidieron estos aspectos en la creación de sus empresas. Seguidamente se muestran los resultados que arrojó la investigación.

Con respecto al año de creación de las compañías, el 80 % tienen entre 1 y 5 años de fundadas, el 20 % llevan entre 6 y 10 años de estar funcionando en el mercado. Según las entrevistas realizadas, se identifica que los emprendedores han logrado la permanencia y perdurabilidad de sus organizaciones a través del tiempo, no obstante, las adversidades que han tenido que afrontar. Este hecho coincide con lo planteado por Parra, Rubio & López (2017), Kalnins & Williams (2014), quienes sostienen que las empresas que sobrepasan más de 5 años de haber sido establecidas, por lo general son constituidas por personas mayores de 30 años de edad que cuentan con un conocimiento y experiencia en el mundo laboral.

En cuanto a la edad de los empresarios al momento de crear la empresa, el 100 % son personas entre 25 y 35 años de edad, tal como lo plantean Parra, Rubio & López (2017) y Global Entrepreneurship Monitor-GEM

(2016, p. 23), cuando señalan que las nuevas actividades emprendedoras, por oportunidad y por necesidad para cada uno de los grupos de edad en Colombia, se encuentran entre los 18-24 y 25-34 años de vida.

El 100 % de los emprendedores encuestado creó su empresa. Para iniciar una compañía se requiere mucha pasión, ya que este proceso es muy difícil; si no hay emoción, cualquier persona razonable podría fracasar. Quien no ama lo que hace, en cualquier momento podrá naufragar. Este resultado está relacionado con lo que plantean Parra, Rubio & López (2017), cuando afirman que para fundar organizaciones se debe tener iniciativa, creatividad, sentimiento y mucha tenacidad para lograr sobrevivir en un mundo empresarial tan complejo y competitivo.

En lo pertinente al número de empleos que generan estas empresas, se encontró que el 100 %, genera entre 5 y 15 empleos directos. Los autores Parra, Rubio & López (2017) y Sepúlveda & Reina (2016); García et al. (2015), mencionan que las pequeñas y medianas empresas contribuyen con la generación de empleo, crecimiento del PIB y desarrollo económico de una región.

Los resultados del estudio muestran que el 50 % de las empresas creadas por los emprendedores se encuentran en el sector de los servicios; el 30 %, en el sector de las manufacturas y el 20 %, en el sector comercial. La realidad nacional muestra coherencia con estos datos, teniendo en cuenta que el sector de servicios en Colombia contribuye con el 57,5 % del PIB nacional y que cuenta con un gran potencial de crecimiento; por ello se ha convertido en una de las mayores apuestas comerciales para el país (Procolombia, 2017). No obstante, el potencial que tiene el sector servicios para Colombia Parra, Rubio & López, (2017), Mungaray, Osuna, Ramírez, Ramírez & Escamilla (2015); Shapiro & Mandelman (2014), afirman que independientemente del sector en el que se desarrollen las iniciativas de negocio, aportan al crecimiento y desarrollo económico de un país.

Por otro lado, se encontró que el 80 % de los emprendedores nacieron en el Departamento de Medellín, mientras que el 20 % provienen de otros Departamentos. Sin embargo, el 100 % de los empresarios se quedaron viviendo en esta ciudad, porque vieron en la ubicación una oportunidad estratégica para crear empresas.

En relación con el género, se encontró que el 80 % de los emprendedores son del género masculino y el 20 % son mujeres. En lo que hace referencia al estado civil, el 30 % de los emprendedores son casados; el 30 % se encuentran en unión libre; el 30 % son divorciados y el 10 % son solteros, resultados que coinciden a los reportados por Parra, Rubio & López (2017).

En cuanto al nivel educativo de los innovadores, se evidenció que el 100 % son profesionales, esto confirma lo planteado en el Informe Global Entrepreneurship Monitor (2016, p. 28), donde muestra que la mayor tasa de actividades emprendedoras nacientes y nuevas se da en el grupo de personas con educación universitaria, seguida de las personas con estudios secundarios. Parra, Rubio & López (2017), Sepúlveda & Reina (2016) y Gonzalo, Federico & Kantis (2013), señalan que para ser competitivos a nivel de negocios, se debe tener una formación y experiencia, ya que se consideran aspectos fundamentales en el éxito de las compañías.

El 100 % de los emprendedores manifestó que sí contaban con experiencia laboral a la hora de crear su compañía. Habían trabajado en empresas ocupando cargos directivos o habían desempeñado otros cargos, lo que les permitió adquirir experiencia y conocimientos para iniciar sus propios negocios. Parra, Rubio & López (2017), plantean que es trascendental que una persona a la hora de iniciar un proyecto empresarial, cuente tanto con experiencia laboral como de emprendimiento, dado que eso los hacen más conocedores del mundo de los negocios y la forma como deben actuar ante diversas circunstancias.

El 70 % de los innovadores expresaron que a la hora de crear su empresa contaban con una mínima incursión en el campo del emprendimiento y el 30 % tenía mucha más experiencia, después de haber creado algunos pequeños negocios lo que los hacía conocedores del proceso. Según Gonzalo, Federico & Kantis (2013), para iniciar una empresa se debe tener un conocimiento mínimo en emprendimiento para no ir a fracasar o, por lo menos, hay que tener asesorías de expertos en el tema. Es importante señalar que cuando se principia por necesidad, se requiere contar con poca experiencia (GEM, 2016). Igualmente, el 50 % de los emprendedores manifestó que sus empresas fueron creadas por oportunidad y el otro 50 % por necesidad.

## Estrategias empresariales

Sobre el origen de los fondos para iniciar la empresa, se encontró que el 40% de los emprendedores financió el inicio de operaciones con fondos provenientes de recursos propios y préstamos bancarios; el 30 % optó solamente por el préstamo bancario, y finalmente el otro 30 % recurrió a préstamos de la familia. Esto deja ver la importancia que los instrumentos de financiación tienen para la generación de proyectos productivos, lo cual de hecho genera un mayor compromiso por parte de sus creadores por el alto valor a pagar en las obligaciones contraídas.

## Conclusiones

Toda empresa nace en la mente de una persona emprendedora, su crecimiento se debe a factores financieros y al compromiso de los empleados y a las características de sus propietarios. Los innovadores que crean compañía tienen valores y atributos que se reflejan en las prácticas de gestión de sus negocios y su desempeño. Las características del innovador que podrían afectar el desempeño de la empresa, son: edad, sexo, condiciones familiares, educación, prácticas gerenciales y planeación del negocio.

Además, las empresas deben sobreponerse a los diferentes cambios y dificultad es por las cuales atraviesan en momentos determinados dada la dinámica económica del país. Sin embargo, la supervivencia empresarial es un factor crítico para el desarrollo económico de un país y conocer las causas de este fenómeno permitiría tomar acciones efectivas tendientes a atenuar la mortalidad de las compañías en edad temprana, incluso, desde el origen del negocio. Con respecto a lo anterior, se evidenció que: 1. Con respecto al año de creación de las empresas, el 80 % tienen entre 1 y 5 años de fundadas. El 20 % llevan entre 6 y 10 años de estar funcionando en el mercado. 2. En cuanto a la edad de los empresarios al momento de crear la empresa, el 100 % son personas entre 25 y 35 años de edad. 3. El 100 % de los emprendedores encuestado creó sus empresas. 4. El 100 % de las empresas, genera entre 5 y 15 empleos directos. 5. El 50 % de las empresas creadas, se encuentran en el sector de los servicios; el 30 %, en el sector de las manufacturas y el 20 %, en el sector comercial. 6. En relación con el género, se encontró que el 80 % de los emprendedores son del género masculino y el 20 % son mujeres.

7. En cuanto al nivel educativo de los emprendedores, se evidenció que el 100 % son profesionales. 8. El 100 % de los emprendedores manifestó que sí contaban con experiencia laboral a la hora de crear su empresa. 9. Sobre el origen de los fondos para iniciar la empresa, se encontró que el 40% de los emprendedores financió el inicio de operaciones con fondos provenientes de recursos propios y préstamos bancarios; el 30 % optó solamente por el préstamo bancario y finalmente el otro 30 % recurrió a préstamos de la familia.

## Referencias bibliográficas

- Abdesselam, R., Bonnet, J. & Pape, N. (2004). An explanation of the life Span of new French firms. *Small Business Economics*, 23(3) 237–254.
- Acosta, I., Pérez, M. E., & Hernández, J. (2009). Las Pymes en el desarrollo de la economía social factores de éxito. Subsector Contratista del Municipio de Lagunillas del Estado de Zulia. *Negotium*, 12(4), 100-120.
- Aguirre, J. A. (2011). La transformación emprendedora en estudiantes universitarios en el contexto de Costa Rica: del interés por, a sentirse listo para iniciar cosas. *Memorias XXI Congreso*
- Amaru, A. C. (2008). *Administración para emprendedores, fundamentos para la creación y gestión de nuevos negocios*. México: Pearson Prentice Hall.
- Babu, C. & Kasilingam, R. (2015). Entrepreneurial Capability of Micro Entrepreneurs. *BVIMR Management Edge*, 8 (1), 13-27.
- Barba-Sánchez, V. & Atienza-Sahuquillo, C. (2012). Entrepreneurial behavior: Impact of motivation factors on decision to create a new venture. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, 18, 132-138.
- Bates, T. (1987). Self-employed minorities: Traits and trends. *Social Science Quarterly*, 68(3), 539–551.
- Blackman, A. J. (2003). *Entrepreneurs: interrelationships between their characteristics, values, expectatios, management practices and SME performance*. Australia: Griffith University, School of Bussiness.
- Chan, M. & Balam, J. (2011). Comparación del nivel de emprendimiento de los alumnos de dos universidades tecnológicas. *Global Conference on Business and Finance Proceedings* (2), 1261-1272.

- Chirinos, Y., Pérez, C., Martínez, C. & Meriño, V. (2017). Emprendimiento sostenible: una visión integral en la gestión del conocimiento, *Revista de Geografía Agrícola*, (58) 47-54. <http://dx.doi.org/10.5154/rga.2017.58.004>
- Chirinos, Y; (2014). Emprendimiento Sostenible como política de Estado. En Petit E. (Ed.) *Tendencias y Perspectivas de Políticas Públicas en Ciencia Tecnología e Innovación*. (305 – 324). Maracaibo. Venezuela: Sello Editorial Ediluz Recuperado de: <http://www.urbe.edu/UDWLibrary/InfoBook.do?id=511768>
- Chorda, I. M., & Mora, R. (2007). Creación de empresas de base tecnológica: factores de éxito y fracaso. *Revista de Contabilidad y Dirección* (5), 97-120.
- Cooper, A. C., Gimeno-Gascon, F. J. & Woo, C. Y. (1994). Initial human and financial capital as predictors of new venture performance. *Journal of Business Venturing*, 9(5), 371–395.
- Crissien, J. (2006). Espíritu empresarial como estrategia de competitividad y desarrollo económico. *Revista Escuela de Administración de Negocios*, 103-117.
- Cuervo, A., Ribeiro, D., & Roig, S. (2007). *Entrepreneurship: Concepts, Theory and Perspective*. New York: Springer.
- Davidsson, P., Delmar, F. & Wiklund, J. (2006). *Entrepreneurship and the Growth of Firms*. Cheltenham: Elgar.
- Duarte, T. & Ruiz, M. (2009). Emprendimiento, una opción para el desarrollo.
- Fernández, E., Montes, J. y Vázquez, C. (2010). Los recursos intangibles como factores de competitividad de la empresa. *Revista Dirección y Organización*, 20, 84-98.
- Galindo, R. & Echavarría, M.V. (2011). Diagnóstico de la cultura emprendedora en la Escuela de Ingeniería de Antioquia. *Revista EIA*, 15, 85-94.
- García de León, S. (2014). El proceso emprendedor y la creación y desarrollo
- García, A., García, M. & Días, J. (2015). Emprender en economías emergentes: el entorno institucional y su desarrollo. *Innovar*, 25(57), 133-156.
- Ghosh, B., Wee, T., & Meng, T. (2001). The key success factors, distinctive capabilities, and strategic thrusts of top SMEs in Singapore. *Journal of Business Research* (51), 209-221.
- Global Entrepreneurship Monitor (GEM). (2015). *Rafael Augusto Vesga Fajardo y Raúl Fernando Quiroga Marín*. Bogotá: Ediciones Uniandes; Cámara de Comercio de Bogotá.

- Global Entrepreneurship Monitor. (2016). Reporte de GEM Colombia.
- Gonzalo, M., Federico, J. & Kantis, H. (2013) Crecimiento y adaptación en un contexto de crisis internacional: los casos de tres empresas jóvenes dinámicas argentinas. Programa de Desarrollo Emprendedor (Prodem). Instituto de Industria (IDEI), Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS), Instituto de Industria (IDEI). (inédito).
- Grunert, K. G., & Ellegaard, C. (1992). The Concept of Key Success Factors: Theory and Method. Working paper, MAPP.
- Henríquez D. M, Mosquera S. C. & Arias S. A. (2010, dic.). La creación de em- presas en Colombia desde las percepciones femenina y masculina. Pontificia Universidad Javeriana – Cali. Revista Económica, Gestión y Desarrollo, 10, 61-77.
- Hernández, R; Fernández, C. & Baptista L. (2003). Metodología de la Investi- gación. 3era ed. México: McGraw Hill Interamericana.
- Hisrich, D. R., Peters, P. M. & Dean, S. A. (2005). Entrepreneurship (empren- dores). España: McGraw Hill-Interamericana de España.
- Hussain, M., Sultán, J., & Ilyas, S. (abril de 2011). Entrepreneurship and eco- nomic growth. Interdisciplinary Journal of Contemporary research in Business, 2(12), 745-751.
- Kadam, A. & Ayarekar, S. (2014). Impact of Social Media on Entrepreneur- ship and Entrepreneurial Performance: Special Reference to Small and Medium Scale Enterprises. SIES Journal of Management, 10(1), 3-11.
- Kalnins, A. & Williams, M. (2014). When do female-owned businesses out- survivemale-owned businesses? A disaggregated approach by in- dustry and geography. Journal of Business Venturing, 29(6), 822-835. Doi:10.1016/j. jbusvent.2013.12.001.
- Kantis, H., Federico, J. & Menéndez, C. (2012). Políticas de fomento al em- prendimiento dinámico en América Latina: tendencias y desafíos. CAF Documentos de Trabajo N° 2012/09. Venezuela: Prodem.
- López, W., Montilla, M., & Briceño, M. (2007). Rasgos determinantes de las aptitudes emprendedoras que forman el perfil de los estudiantes de contaduría pública. Actualidad Contable FACES 10, 80-94.
- Matiz, F. J. (2009). Investigación en Emprendimiento, Un Reto para la Cons- trucción de Conocimiento. Revista, EAN (66), 169-182.
- McClelland, D. (1971). The Achievement Motive in Economic Growth. En Peter Kilby (Ed.), Entrepreneurship and Economic Development (pp. 109-122). New York: The Free Press.

- Messina, María (2015). Factores de éxito de un emprendimiento: un estudio exploratorio con base en Técnicas de Data Mining. México.
- Mungaray, A., Osuna, J. G., Ramírez, N., Ramírez, N. & Escamilla, A. (2015). Emprendimientos de micro y pequeñas empresas mexicanas en un escenario local de crisis económica: El caso de Baja California, 2008-2011. *Frontera Norte*, 27(53), 115- 146.
- Nuez, M. J. A. & Gorritz, C. G. (2008). El emprendedor y la empresa: una revisión teórica de los determinantes a su constitución. *Acciones e Investigaciones Sociales*, 26, 5-44.
- Páez, D., Fernández, I., Basabe, N. & Grad, H. (2002). Valores culturales y motivacionales: Creencias de auto-concepto de Singelis, actitudes de competición de Triandis, control emocional e individualismo-colectivismo vertical- horizontal. *Revista Española de Motivación y Emoción*. Volumen III, 169-175.
- Parra, M., & Rubio, G., & López, L. (2017). Factores distintivos de emprendimiento que propiciaron el éxito: casos de estudio en empresarios de Ibagué, Tolima. *Pensamiento & Gestión*, (43), 89-127.
- Pineda, K., Morales, M. E., & Ortiz, M. C. (2011). Modelos y Mecanismos de Interacción Universidad-Empresa-Estado: Retos para las Universidades Colombianas. *Equidad Desarrollo* (15), 41-67.
- Procolombia (2017). Inversión en el sector Servicios en Colombia. Extraído el 2 de junio de 2017 desde <http://www.inviertaencolombia.com.co/sectores/servicios.html>.
- Restrepo, L. (2004). *Gestión estratégica y competitividad*. Bogotá: Universidad Externado de Colombia.
- Rodríguez, A. G. (2003). *La realidad de la pyme colombiana-desafío para el desarrollo*. Colombia: Fundes Internacional.
- Rodríguez, D.C. & Gómez, A.X. (2014). Las competencias emprendedoras en el departamento de Boyacá. *Apuntes del Cenes*, 33(58), 217-242.
- Rodríguez, O. (2015). Entrepreneurship and its analysis in Colombia: Acontextualized literature review. *Cuadernos de Economía*, 34(66), 605-628.
- Ruiz, M., Sanz, I. & Fuentes, M. (2015). Alerta emprendedora y conocimiento previo para la identificación de oportunidades emprendedoras: el papel moderador de las redes sociales. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, 21, 47-54.
- Sabino, C. (2014). *El proceso de investigación*. Guatemala: Episteme

- Santín, A. (2012). El ADN del emprendedor. Recuperado de <https://www.entrepreneur.com/article/265200>
- Sastre, R. (2013). La motivación emprendedora y los factores que contribuyen con el éxito del emprendimiento. *Ciencias Administrativas. Revista Digital FCE*, 1(1), 1-10.
- Schumpeter, J. (1934). *The Theory of Economic Development: An Inquiry into Prof its, Capital, Credit, Interest, and the Business Cycle*. Cambridge: Harvard University Press.
- Sepúlveda, C.I. & Reina, W. (2016). Sostenibilidad de los emprendimientos: Un análisis de los factores determinantes. *Revista Venezolana de Gerencia (RVG)*, 21(73), 33-49.
- Shapiro, A.F. & Mandelman, F.S. (2014). Remittances, Entrepreneurship, and Employment Dynamics over the Business Cycle. Working Paper Series, (19). Federal Reserve Bank of Atlanta Working Paper Series.
- Silva, J. (2008). *Emprendedor: crear su propia empresa*. Bogotá: Alfa omega.
- Thomas, A., Passaro, R. & Scandurra, G. (2014). The Perception of the Contextual Factors as Predictor of Entrepreneurial Intent: Evidences from an Empirical Survey. *Journal of Enterprising Culture*, 22(4), 375-400.
- Varela, R. (2001). *Innovación Empresarial. Arte y ciencia en la creación de empresas (Segunda edición ed.)*. Bogotá: Pearson Educación de Colombia Ltda.





# Mecanismos ingenieriles para el estudio de la transferencia de masa durante operaciones unitarias de secado

*Jhonatan Andrés Rodríguez Manrique*

Ingeniero Agroindustrial – Universidad de Sucre. Maestría en ingeniería en ciencias agroalimentarias, Corporación Universitaria del Caribe – CECAR, jhonatan.rodriguez@cecar.edu.co

*Carlos Segundo Cohen Manrique*

Ingeniero Electrónico – UFPS, Maestría en Ingeniería con Énfasis en Ingeniería de Sistemas, Corporación Universitaria del Caribe – CECAR, carlos.cohen@cecar.edu.co

*Rafael Humberto Merlano Porto*

Magister en Ingeniería, Universidad Tecnológica de Bolívar, Corporación Universitaria del Caribe – CECAR, rafael.merlano@cecar.edu.co

## Resumen

En la industria alimentaria, las operaciones de secado son fundamentales para lograr la conservación de los alimentos y son una alternativa de generación de valor agregado a los productos derivados del sector agroindustrial. El objetivo fue ilustrar algunos mecanismos ingenieriles para el estudio de la transferencia de masa durante operaciones unitarias de secado, principalmente aplicado a los procesos de freído por inmersión. Metodológicamente, se realizó un proceso de freído por inmersión de muestras de ahuyamas, se realizó un experimento factorial

triple, donde los factores fueron la geometría con dos niveles (cilindros y paralelepípedos), la temperatura con dos niveles (130 y 150°C) y el tiempo de proceso con cinco niveles (30, 90, 150, 210 y 270s). Se realizaron dos metodologías de análisis de los datos con el fin de comparar los resultados obtenidos por ellas, las cuales fueron un análisis de varianza acompañado de un test de comparaciones múltiples de Student Neuman Keuls, y esta misma ruta con ayuda de una metodología de superficie de respuesta. Se concluye que en el proceso de freído por inmersión de la ahuyama es posible utilizar diferentes mecanismos ingenieriles como herramientas de análisis para comprender el comportamiento del mecanismo de transferencia de masa alusivo a la pérdida de agua.

**Palabras clave:** transferencia de masa, difusión, secado, pérdida de agua, ahuyama.

## *Engineering mechanisms for the study of the during mass transfer unit drying operations*

### **Abstract**

In the food industry, drying operations are essential to achieve food preservation and are an alternative for generating added value to products derived from the agro-industrial sector. The goal was to illustrate some engineering mechanisms for the study of mass transfer during unit drying operations, mainly applied to immersion frying processes. Methodologically, an immersion frying process was carried out on scatter samples, a triple factorial experiment was carried out, where the factors were the geometry with two levels (cylinders and parallelepipeds), the temperature with two levels (130 and 150°C) and the process time with five levels (30, 90, 150, 210 and 270s). Two data analysis methodologies were carried out in order to compare the results obtained by them, which were an analysis of variance accompanied by a multiple comparison test of Student Neuman Keuls, and this same route with the help of a response surface methodology. It is concluded that in the process of immersion frying of the repellent it is possible to use different engineering mechanisms as analysis tools to understand the behavior of the mass transfer mechanism allusive to water loss.

**Keywords:** mass transfer, diffusion, drying, water loss, squash.

## Introducción

En la industria de los alimentos, es común utilizar como alternativas de conservación operaciones unitarias que se encargan de transformar una matriz alimentaria, aportando modificaciones en su estructura física, química y microbiológica. Dentro de estas operaciones, deben resaltarse aquellas que permiten obtener productos con humedad intermedia o también productos secos. En este mismo contexto, pueden mencionarse las operaciones de deshidratación y de secado, las cuales consisten básicamente en poner en contacto la matriz alimentaria a procesar con una fuente externa de deshidratación, ya sea gaseosa o hipertónica, para extraer el agua disponible al interior de la matriz con lo cual se genere un efecto barrera adicional para la conservación del alimento y la inhibición del crecimiento microbiano, referenciándose de esta manera a algunos métodos de operaciones como el secado por aire caliente, secado mediante el uso de agentes osmóticos, secado por microondas, secado por freído de alimentos, entre otros (Michalewicz et al., 2011).

Considerando entonces la importancia que tienen las operaciones de secado en la conservación de los alimentos y como alternativa de generación de valor agregado a los productos derivados del sector agroindustrial y alimentario, se ha establecido que dicho proceso puede ser modelado matemáticamente y de hecho se ha reportado en la literatura de carácter científico varios modelamientos matemáticos de las cinéticas de secado que involucran los fenómenos de transporte, en especial el de transferencia de agua mediante mecanismos de difusión dentro de matrices alimentarias (Montoya & Rodas 2012; Hernández et al. 2000; Zogzas & Maroulis 1996; Farkas et al., 1996). En este sentido, no debe dejarse de lado y mencionarse que la difusión es un proceso de carácter físico que a su vez es irreversible, básicamente consiste en el incremento de la entropía de un sistema que esta constituido por las partículas a difundir y el medio donde se pretende que se difundan. Además, debe destacarse que, para lograr el desarrollo de la difusión, normalmente se hace uso de membranas semipermeables a través de las cuales se da el flujo de partículas y disolventes, considerando que dicho flujo se

desarrollará en función de la mayor fuerza impulsora que se ejerza, la cual normalmente depende del gradiente de concentración (Tirado et al., 2015; Bird et al., 2015; Callister & Rethwisch 2012).

Según el orden de ideas expuesto, durante las operaciones experimentales de secado de los alimentos es posible determinar la difusión experimentalmente, ello se logra mediante la determinación de su coeficiente, el cual representa un indicador de la velocidad con la que se desarrolla el proceso de la difusión bajo las condiciones de operación experimentadas. Sin embargo, dichas operaciones se ven condicionadas por diversos factores, como el caso del tipo de sustancias que se pretenden difundir, el medio donde se van a difundir, mecanismos físicos de dispersión disponibles en el medio de difusión y la temperatura con la que se desarrolla la operación. Para modelar este proceso, se ha demostrado que la segunda ley de Fick cumple eficientemente cuando se presentan situaciones donde la difusión es unidireccional a lo largo del eje (z), para lo cual se contempla que el coeficiente de difusión tendrá un comportamiento constante y que puede ser expresado mediante la ecuación que se describe seguidamente:

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} = D_A \frac{\partial^2 \varphi}{\partial^2 x^2} \quad (1)$$

Donde,  $\varphi$  es la concentración que va a depender de la localización  $x$  y del tiempo  $t$  por lo tanto,  $\varphi = \varphi(x, t)$  (g/m<sup>3</sup>).  $D_A$  es el coeficiente de difusión (m<sup>2</sup>/s),  $t$  es el tiempo (s) y  $x$  es la posición o longitud (cm). En la literatura, se resuelto la ecuación (1) para geometrías definidas (Cranck, 1975) y se ha utilizado para modelar la perdida de humedad con un modelo cinético de orden cero para predecir la absorción de aceite en los procesos de fritura (Vélez & Sosa, 2003); Gamble et al., 1987). Por ello, se ha podido establecer que para geometrías de placas planas o paralelepípedos la difusión en estado inestable puede modelarse mediante la expresión (2).

$$\frac{M(t) - M_x}{M_i - M_x} = \frac{8}{\pi^2} \left( e^{-\left(\frac{\pi^2}{4}\right)\left(\frac{Dat}{L^2}\right)} + \frac{1}{9} e^{-9\left(\frac{\pi^2}{4}\right)\left(\frac{Dat}{L^2}\right)} + \frac{1}{25} e^{-25\left(\frac{\pi^2}{4}\right)\left(\frac{Dat}{L^2}\right)} + \dots \right) \quad (2)$$

Donde, si se descartan los términos de mayor orden en la ecuación (2), y se asume  $M_{\infty} = 0$ , al reagrupar los términos es posible simplificar dicho modelo para obtener la ecuación 3:

$$-1 \ln \left( \frac{\pi^2 M(t)}{8M_i} \right) = \frac{\pi^2 Da t}{4L^2} \quad (3)$$

Donde,  $M_0$  es el contenido de humedad inicial (kg H2O/kg sólidos),  $M(t)$  es el contenido de humedad al tiempo  $t$  (kg H2O/kg sólidos);  $L$  es el espesor (m);  $Da$  es el coeficiente de difusión m<sup>2</sup>/s.;  $t$  es el tiempo (min). Finalmente, para determinar el coeficiente de difusión ( $Da$ ) se utiliza la ecuación (3), pues a partir del grafico de esta ecuación frente al tiempo, es posible determinar el valor del coeficiente de difusión determinando la pendiente ( $m$ ) de la recta resultante utilizando la ecuación (4):

$$m = \left( \frac{\pi^2 Da}{4L^2} \right) \quad (4)$$

Con base en lo anterior, debe referenciarse que, en los procesos de secado, se busca poder obtener la solución analítica de las ejecuciones experimentales mediante el modelado, ya que de esta forma se determinan o estiman los parámetros del proceso y se establecen modelos estimativos de predicción. Sin embargo, para llegar a ello, resulta necesario documentar algunas técnicas ingenieriles que permitan ampliar la visión del modelado y faciliten a los interesados en el tema el trabajo de modelar este tipo de procesos mediante metodologías cuantitativas y experimentales. Por lo tanto, en el presente estudio el objetivo fue ilustrar algunos mecanismos ingenieriles para el estudio de la transferencia de masa durante operaciones unitarias de secado, principalmente aplicado a los procesos de freído por inmersión de alimentos.

## Método

Con el propósito de comprender algunos métodos experimentales para el estudio de la transferencia de masa durante las operaciones de se-

cado, se utilizó como materia prima muestras de ahuyama (*Cucúrbita máxima*) acondicionada en geometrías definidas en forma de paralelepípedos de dimensiones de 1x1x4cm<sup>3</sup> y en rodajas circulares que corresponden a cilindros finitos de dimensiones de 2 cm de diámetro y con espesor de 0,7 cm. Las muestras mencionadas fueron sometidas a un proceso de deshidratación utilizando una solución hipertónica enriquecida con sacarosa al 40% de concentración de sólidos, a una velocidad de agitación constante de 120 rpm a temperatura de laboratorio aproximada de 27° C. Las muestras provenientes del proceso de osmótico, fueron procesadas mediante una operación de freído por inmersión con una mezcla de aceites vegetales a base de soja y oleína de palma. La relación manejada para el proceso de freído fue de 1:100 a tiempos de operación de 30, 90, 150, 210, y 270 s y con temperaturas de proceso de 150 y 190 °C. Debe mencionarse que todos los tratamientos se realizaron por triplicado y que la determinación de la humedad en las muestras fue determinada mediante el método analítico estandarizado de la AOAC 23.003.

Para el desarrollo de este proceso, se utilizó una freído comercial equipada con termocuplas estándares que registraron los cambio de en la temperatura, pero que también con acción de un controlador el equipo regulaba la temperatura programada rápidamente. Con los datos obtenidos del proceso, se realizaron graficas descriptivas del comportamiento cinético de la trasferencia de masa, específicamente de la salida de agua que se encontraba contenida en la hortaliza y que salió de ella en forma de vapor por el efecto de la transferencia de calor en forma de convección, con la cual se superó el punto de ebullición de dicho elemento y permitió la salida en forma de vapor caliente por efectos de capilaridad. Para el análisis de estadístico de los datos, se diseñó un experimento factorial triple seguido de dos posibles rutas de análisis, la cuales pueden ser opcionales y discriminantes entre ellas, pero por efecto de explicar los resultados que se obtienen con cada una se plasmaron los resultados obtenidos con ellas. En el experimento factorial triple se tomaron como factores la geometría de las muestras con dos niveles (cilindros y placas), la temperatura con dos niveles (150 y 190°C) y el tiempo con 5 niveles (30, 90, 150, 210 y 270 s). El objetivo de este análisis fue determinar diferencias significativas entre los valores medios del porcentaje de humedad para la interacción de los tres factores en estudio. Para ello, se empleó el siguiente modelo matemático:

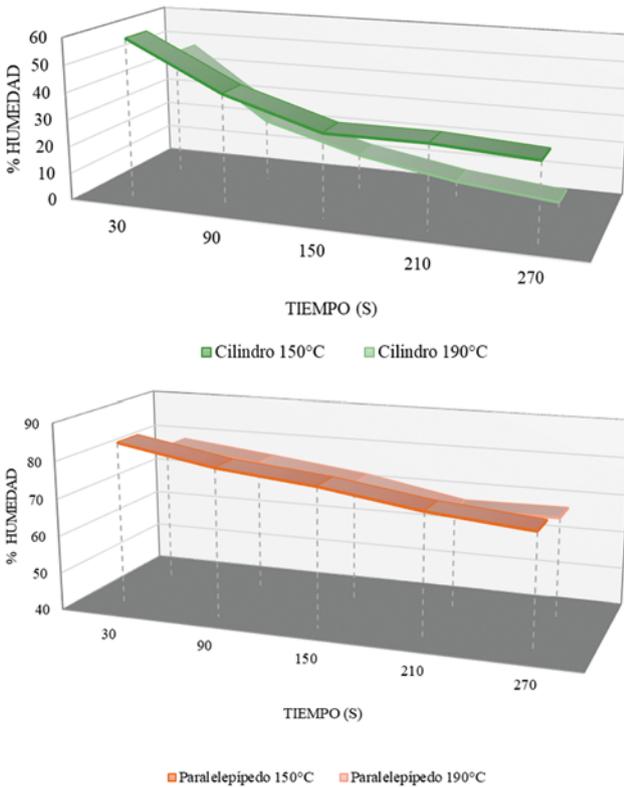
$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + (\alpha\beta)_{ij} + (\alpha\gamma)_{ik} + (\beta\gamma)_{jk} + (\alpha\beta\gamma)_{ijk} + \varepsilon_{ijkl} \quad (5)$$

Dónde,  $Y_{ijk}$  fue la variable respuesta porcentaje de humedad en la  $l$ -ésimo unidad experimental, para el  $i$ -ésimo nivel del factor geometría, el  $j$ -ésimo nivel del factor temperatura y el  $k$ -ésimo nivel del factor tiempo,  $\mu$  fue la media general de los tratamientos,  $\alpha_i$  fue el efecto del nivel  $i$ -ésimo del factor geometría,  $\beta_j$  fue el efecto del nivel  $j$  del factor temperatura,  $\gamma_k$  fue el efecto del nivel  $k$  en el factor tiempo,  $(\alpha\beta)_{ij}$  fueron los efectos de interacción doble de los factores geometría-temperatura,  $(\alpha\gamma)_{ik}$  fueron los efectos de interacción doble de los factores geometría-tiempo,  $(\beta\gamma)_{jk}$  fueron los efectos de interacción doble de los factores temperatura-tiempo,  $(\alpha\beta\gamma)_{ijk}$  fueron los efectos de interacción triple de los factores geometría-temperatura-tiempo,  $\varepsilon_{ijkl}$  fue la representación del error aleatorio en la combinación  $ijkl$ ,  $l$  fueron las repeticiones o réplicas del experimento. Además, se realizó un análisis de varianza y se seleccionó el mejor tratamiento considerando como variable de decisión el menor porcentaje de humedad, lo cual se realizó mediante las dos opciones mencionadas. La primera ruta fue mediante la utilización de un test de comparaciones múltiples de Student Newman Keuls ( $P \leq 0,05$ ), seguido de otro tipo de análisis, el cual consistió en la elaboración de una metodología de superficie de respuestas, la cual es un método grafico de optimización que permite obtener de forma gráfica las condiciones que permitieron minimizar el contenido de humedad en las muestras analizadas.

## Resultados

En la figura 1, se ilustran las gráficas descriptivas correspondientes a las cinéticas de freído de la ahuyama bajo las diferentes condiciones de operación, donde se ilustra el comportamiento de la variable de respuesta, en este caso la perdida de humedad de las muestras discriminadas por el tipo de geometría utilizada, las diferentes temperaturas utilizadas, y de igual forma, el respectivo transcurso del tiempo del proceso efectuado en la operación de freído desarrollada.

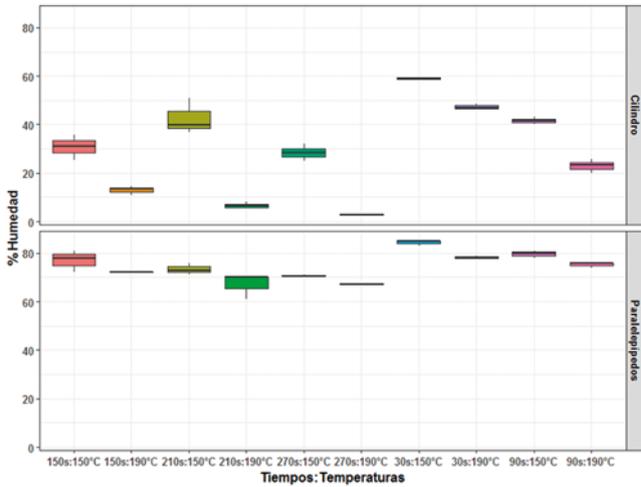
Figura 1. Cinéticas de humedad en el proceso de freído de la ahuyama bajo las diferentes condiciones de operación



Fuente: elaboración propia

En la figura 2, se ilustra un diagrama de cajas obtenido para el proceso de freído por inmersión de las muestras de ahuyama para cada uno de los tratamientos ejecutados en la fase experimental.

Figura 2. Diagrama de cajas según los tratamientos realizados a la huyamafrita por inmersión



Fuente: elaboración propia

En la tabla 1, se ilustran los resultados obtenidos para el análisis de varianza del experimento factorial desarrollado.

Tabla 1. Análisis de varianza para el experimento factorial

Factores	DF	SS	MS	Fc	Pr>Fc
Geometría	1	30363.30	30363.30	3529.60	0
Temperatura	1	2725.11	2725.11	316.78	0
Tiempo	4	4435.40	1108.85	128.89	0
Geometría*Temperatura	1	1078.48	305.74	125.36	0
Geometría*Tiempo	4	1222.97	67.48	35.54	0
Temperatura*Tiempo	4	269.94	64.09	7.84	1e-04
Geometría*Temperatura*- Tiempo	4	256.38	8.60	7.45	1e-06
Residuos	40	344.09	689.75		
Total	59	40695.70			

Fuente: elaboración propia

En la tabla 2, se ilustran los resultados obtenidos para test de comparaciones múltiples Student Newman Keuls elaborado para la pérdida de humedad de la ahuyama posterior al proceso de freído.

**Tabla 2.** Test de comparaciones múltiples Student Newman Keuls de la pérdida de humedad de la ahuyama posterior al proceso de freído

Geometría	Temperatura (°C)		150	190
	Tiempo (s)			
Cilindro	30		58.94B,a,1	47.23B,b,1
	90		41.55B,a,2	22.95B,b,2
	150		30.74B,a,3	22.92B,b,23
	210		42.61B,a,2	16.60B,b,34
	270		28.51B,a,3	12.84B,b,4
Paralelepípedo	30		84.33A,a,1	78.33A,b,1
	90		79.66A,a,12	75.33A,a,1
	150		77.00A,a,23	72.00A,b,12
	210		73.33A,a,23	67.00A,b,2
	270		70.59A,a,3	67.26A,a,2
Mayúsculas diferentes representa diferencias significativas entre geometrías. Minúsculas diferentes indican diferencias significativas entre temperaturas. Números diferentes indican diferencias significativas entre los tiempos.				

Fuente: *elaboración propia*

En la tabla 3 y las figura 3a y 3b, se ilustra los resultados y las superficies de respuestas obtenidas para el proceso de freído por inmersión de la ahuyama bajo las diferentes condiciones de operación, discriminadas por la geometría.

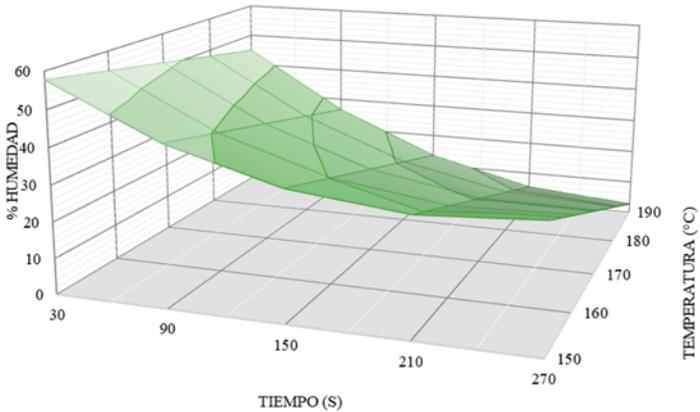
**Tabla 3.** Resultados de la optimización por superficies de respuestas de la pérdida de humedad de la ahuyama posterior al proceso de freído por inmersión

Geometría de cilindro				
Modelo	$H = 106,495 - 0,265638T - 0,0364831t - 0,00188875Tt + 0,000733t^2$			
Factor	Bajo	Alto	Optimo	R2
Temperatura	150	190	190	0.95
Tiempo	30	270	269.34	
% Humedad mínima	12.77%			
Geometría de paralelepípedo				
Modelo	$H = 108,487 - 0,145858T - 0,100158t - 0,00013916Tt + 0,0000763t^2$			
Factor	Bajo	Alto	Optimo	R2
Temperatura	150	190	190	0.91
Tiempo	30	270	270	
% Humedad mínima	66.43%			

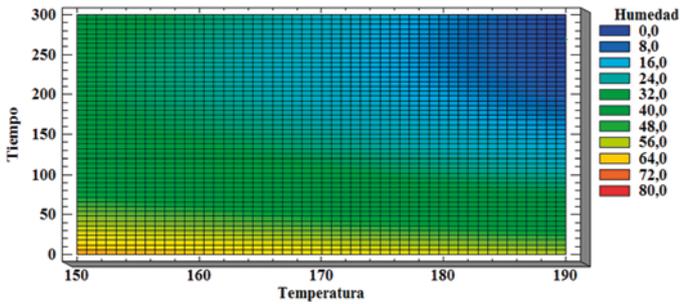
Fuente: *elaboración propia*

**Figura 3a.** Superficies de respuestas obtenidas para el proceso de freído por inmersión de la ahuyama bajo las diferentes condiciones de operación para geometría de cilindros.

Superficie de respuesta de la ahuyama bajo geometría de cilindro



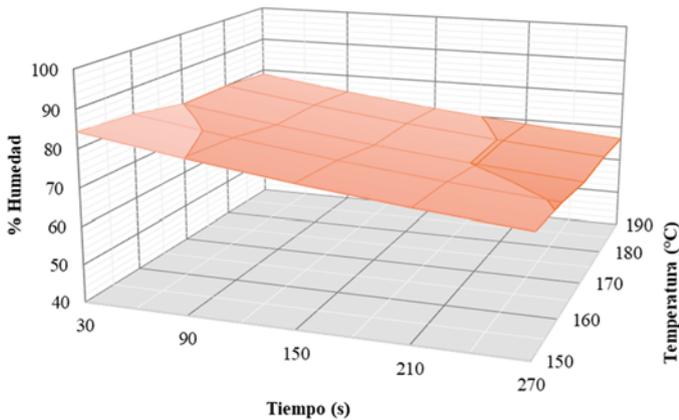
Superficie de contornos para la respuesta estimada de la ahuyama bajo geometría de cilindros



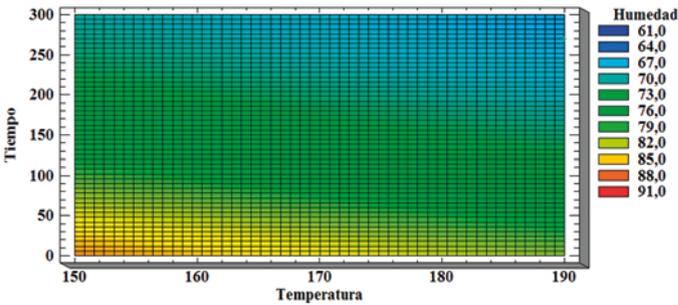
Fuente: *elaboración propia*

Figura 3b. Superficies de respuestas obtenidas para el proceso de freído por inmersión de la ahuyama bajo las diferentes condiciones de operación para geometría de paralelepípedos

Superficie de respuesta para de la ahuyama bajo la geometría de Paralelepípedos



Superficie de contornos para la respuesta estimada de la ahuyama bajo geometría de paralelepípedos



Fuente: *elaboración propia*

## Discusión

De la figura 1, es posible observar las curvas de transferencia de masa de la salida del agua de la matriz sometida al proceso de freído por inmersión, donde claramente se evidencia que en las geometrías de cilindros y de paralelepípedos se obtiene un efecto más severo frente a la deshidratación de la ahuyama cuando se aplica la temperatura de 190°C, frente a la aplicación de la temperatura de 150°C. También es posible deducir, que entre mayor sea el tiempo de freído mayor va a ser el efecto realizado sobre este mismo fenómeno, este resultado se atribuye, a que con la temperatura de 190°C se ejerce mayor fuerza impulsora sobre la matriz alimentaria que con la aplicación de los 150°C, puesto que al poseer mayor temperatura se tiene un valor que supera mucho más al punto de ebullición del agua, lo cual, agiliza el proceso de transferencia de calor por convección forzada y con ello también se incrementa el flux de agua en forma de vapor que sale por capilaridad (Budžaki, & Šeruga, 2005). Resultados similares reportó Yildiz, et al., (2007) y Ortega & Montes (2014), en rodajas de patata y yuca respectivamente, donde se afirmó que la velocidad de deshidratación está condicionada por la influencia de la temperatura, es decir, que existe una relación directa entre la temperatura del freído y la transferencia de masa del proceso, logrando obtener un contenido de humedad residual más bajo a temperaturas más elevadas.

En la figura 2, se presentó el diagrama de cajas obtenido para el experimento factorial ejecutado, donde se puede observar que los tratamientos efectuados presentan diferencias significativas entre ellos y que el tratamiento de 190°C con 270s en cilindros fue el que permitió obtener menor contenido de humedad. Esta información, se puede confirmar mediante los resultados obtenidos en el análisis de varianza de la tabla 1, donde es posible inferir que los factores del proceso por separado e interactuando conjuntamente son significativos para la disminución de la pérdida de agua de la ahuyama frita, ya que con el valor  $P \leq 0.05$  obtenido se lograron diferencias notorias entre los valores medios del contenido de humedad de la ahuyama frita por efecto de los tratamientos suministrados y con ello se corrobora que todos los parámetros de la ecuación (5) fueron influyentes en el experimento.

En este mismo orden, con el fin de identificar cuáles fueron los tratamientos que permitieron obtener dichas diferencias y de igual forma comparar los resultados bajo diferentes metodologías se realizó el test de comparaciones múltiples de Student Neuman Keuls y la metodología de superficies de respuestas como alternativas de herramientas de uso para el análisis del proceso de transferencia de masa. Inicialmente, en el test de comparaciones múltiples de la tabla 2, es posible inferir que entre los factores geometrías, las diferencias significativas son marcadas, por lo tanto, debe considerarse que este factor es influyente a la hora de realizar procedimientos experimentales de transferencias de masa, en general, los valores medios de humedad obtenidos bajo la geometría de cilindros fueron inferiores que en las geometrías de paralelepípedos, de lo cual se deduce que la transferencia de masa axial fue más eficiente en esta geometría porque las dimensiones del diámetro del cilindro proporcionaron mayor superficie de contacto con el medio convectivo de calentamiento del medio que el paralelepípedo.

Debe mencionarse, que para este caso la transferencia de calor por efecto radial fue considerada despreciable por poseer dimensiones tan reducidas (Alvis et al., 2010). Con respecto al análisis del factor tiempo dentro de los niveles de temperaturas, se observa que tanto para los cilindros como para los paralelepípedos se marcaron diferencias en pérdida de humedad por efecto de las temperaturas, pero en los mayores tiempos de proceso fue donde se obtuvieron los valores más bajos de humedad residual en las muestras, marcando diferencias significativas

con respecto a los primeros niveles de esta misma interacción. En términos generales, del test de comparaciones múltiples debe mencionarse que para los cilindros el tratamiento que permite obtener valores medios más bajos del contenido de humedad residual es la interacción de temperatura de 190°C y de tiempo de 270s. De igual forma, para los paralelepípedos se obtienen valores residuales inferior para esta misma variable con el efecto de la misma interacción (temperatura de 190°C y de tiempo de 270s), aunque debe mencionarse, que para este mismo nivel tiempo de proceso, no se obtuvo diferencia marcada con respecto a la temperatura de 150°C, lo cual debe ser considerado para efecto de reducción de costos por consumo energético en etapas de escalamiento industrial.

En la tabla 3 y las figuras 3a y 3b, se ilustran los resultados obtenidos para la optimización de la metodología de superficie de respuesta y las gráficas de superficie de respuestas obtenidas respectivamente para el proceso de freído de la ahuyama fijando el factor cualitativo de geometrías, de lo cual se debe destacar, que tanto para las geometrías de cilindros, como para la geometría de paralelepípedos se obtuvieron modelos polinómicos de segundo grado con coeficientes significativos, cuyos coeficientes de determinación ( $R^2$ ) fueron 0.95 y 0.91 respectivamente, indicando que la variable de respuesta (% Humedad) se ve explicada es un 95% y un 91% respectivamente por los modelos obtenidos. Por tanto, los modelos pueden ser considerados como eficientes para estimar el comportamiento del porcentaje de humedad bajo estas condiciones de operación, pero a diferentes valores en los factores estudiados. Por su parte, el resultado de la optimización fue la minimización del contenido de humedad en las muestras, con lo cual, se obtuvo que en geometrías cilíndricas se obtiene un menor contenido de humedad con la interacción de temperatura de 190°C y el tiempo de 269.34s, alcanzando un valor medio del 12.77%. Mientras que para los paralelepípedos, estas mismas condiciones de operación (temperatura de 190°C y el tiempo de 270s) también permiten obtener el valor residual más bajo de esta variable, alcanzando un valor medio del 66.43%.

Estos resultados, comprueban que las metodologías utilizadas (test de comparaciones múltiples y metodología de superficie de respuesta) pueden ser utilizadas para el análisis de experimentos de transferencia de masa como mecanismos ingenieriles independientes que permiten llegar a iguales resultados en el análisis experimental de la transferen-

cia de masa del proceso de freído por inmersión. Resultados similares a los obtenidos en este estudio fueron reportados por Hubbard & Farkas (2000), en cilindros de patatas, donde a mayor temperatura y tiempo de proceso se obtuvieron menores valores residuales de contenido de humedad y con ello mayores coeficientes de transferencia de masa.

## Conclusiones

En el proceso de freído por inmersión de la ahuyama es posible utilizar diferentes mecanismos ingenieriles como herramientas de análisis para comprender el comportamiento del mecanismo de transferencia de masa alusivo a la perdida de agua de la ahuyama frita previamente osmodeshidratada. Además, del procedimiento experimental es posible deducir que el incremento de la temperatura y del tiempo de freído acelera el flux de agua en forma de vapor desde el interior de la matriz estudiada hacia la superficie de la misma, con lo que se logra conseguir un producto con menor contenido de humedad más bajo, con centro tierno y la corteza crujiente característica del proceso de freído por inmersión.

Las geometrías definidas son un factor influyente en el comportamiento de la variable estudiada, ya que los mecanismos de transferencia axial y radial para el cilindro y longitudinal y trasversal para el paralelepípedo inciden directamente en la tasa de transferencia de masa por el área superficial expuesta al contacto con el mecanismo de transferencia de calor convectivo abundante en el medio de freído.

## Referencias bibliográficas

- Babu, C. & Kasilingam, R. (2015). Entrepreneurial Capability of Micro Entrepreneurs. *BVIMR Management Edge*, 8 (1), 13-27.
- Chirinos, Y., Pérez, C., Martínez, C. & Meriño, V. (2017). Emprendimiento sostenible: una visión integral en la gestión del conocimiento, *Revista de Geografía Agrícola*, (58) 47-54. <http://dx.doi.org/10.5154/rga.2017.58.004>
- Chirinos, Y; (2014). Emprendimiento sostenible como política de Estado. En Petit E. (Ed.) *Tendencias y Perspectivas de Políticas Públicas en Ciencia Tecnología e Innovación*. (305 – 324). Maracaibo. Venezuela:

- Sello Editorial Ediluz Recuperado de: <http://www.urbe.edu/UDWLibrary/InfoBook.do?id=511768>
- García, A., García, M. & Días, J. (2015). Emprender en economías emergentes: el entorno institucional y su desarrollo. *Innovar*, 25(57), 133-156.
- Global Entrepreneurship Monitor (GEM). (2015). Rafael Augusto Vesga Fajardo y Raúl Fernando Quiroga Marín. Bogotá: Ediciones Uniandes; Cámara de Comercio de Bogotá.
- Global Entrepreneurship Monitor. (2016). Reporte de GEM Colombia.
- Gonzalo, M., Federico, J. & Kantis, H. (2013) Crecimiento y adaptación en un contexto de crisis internacional: los casos de tres empresas jóvenes dinámicas argentinas. Programa de Desarrollo Emprendedor (Prodem). Instituto de Industria (IDEI), Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS), Instituto de Industria (IDEI). (Inédito).
- Kadam, A. & Ayarekar, S. (2014). Impact of Social Media on Entrepreneurship and Entrepreneurial Performance: Special Reference to Small and Medium Scale Enterprises. *SIES Journal of Management*, 10(1), 3-11.
- Kalnins, A. & Williams, M. (2014). When do female-owned businesses out-survive male-owned businesses? A disaggregated approach by industry and geography. *Journal of Business Venturing*, 29(6), 822-835. Doi: 10.1016/j.jbusvent.2013.12.001.
- Kantis, H., Federico, J. & Ibarra, S. (2015). Condiciones sistémicas para el emprendimiento dinámico: América Latina en el nuevo escenario global. Notas 1a ed. Rafaela: Asociación Civil Red Pymes Mercosur. Recuperado de: [https://www.fomin.org/Portals/0/Publicaciones/ICSEd\\_2015.pdf](https://www.fomin.org/Portals/0/Publicaciones/ICSEd_2015.pdf) Lederman, D. Messina, J.
- Messina, M. & Hochsztain E. (2015). Factores de éxito de un emprendimiento: un estudio exploratorio con base en Técnicas de Data Mining. México.
- Mungaray, A., Osuna, J., Ramírez, N., Ramírez, N. & Escamilla, A. (2015). Emprendimientos de micro y pequeñas empresas mexicanas en un escenario local de crisis económica: El caso de Baja California, 2008-2011. *Frontera Norte*, 27(53), 115- 146.
- Parra, M., Rubio, G. & López, L. (2017). Factores distintivos de emprendimiento que propiciaron el éxito: casos de estudio en empresarios de Ibagué, Tolima. *Pensamiento & Gestión*, (43), 89-127.
- Procolombia (2017). Inversión en el sector Servicios en Colombia. Extraído el 2 de junio de 2017 desde <http://www.inviertaencolombia.com.co/sec-tores/servi-cios.html>.

- Rodríguez, D & Gómez, A. (2014). Las competencias emprendedoras en el departamento de Boyacá. *Apuntes del Cenes*, 33(58), 217-242.
- Rodríguez, O. (2015). Entrepreneurship and its analysis in Colombia: Acontextualized literature review. *Cuadernos de Economía*, 34(66), 605-628.
- Ruiz, M., Sanz, I. & Fuentes, M. (2015). Alerta emprendedora y conocimiento previo para la identificación de oportunidades emprendedoras: el papel moderador de las redes sociales. *Investigaciones Europeas de Dirección y Economía de la Empresa*, 21, 47-54.
- Sabino, C. (2014). El proceso de investigación. Guatemala: Episteme
- Sastre, R. (2013). La motivación emprendedora y los factores que contribuyen con el éxito del emprendimiento. *Ciencias Administrativas. Revista Digital FCE*, 1(1), 1-10.
- Sepúlveda, C. & Reina, W. (2016). Sostenibilidad de los emprendimientos: Un análisis de los factores determinantes. *Revista Venezolana de Gerencia (RVG)*, 21(73), 33-49.
- Shapiro, A. & Mandelman, F. (2014). Remittances, Entrepreneurship, and Employment Dynamics over the Business Cycle. Working Paper Series, (19). Federal Reserve Bank of Atlanta Working Paper Series.



# Factores críticos de éxito en el desempeño de las instituciones microfinancieras

*Jorge Bernal Peralta*

Doctor en financiación e investigación comercial por la Universidad Autónoma de Madrid (España). Master en democracia y gobierno de la Universidad Autónoma de Madrid (España). Ingeniero comercial de la Universidad de Tarapacá (Chile). Docente e investigador de la Escuela Universitaria de Administración y Negocios de la Universidad de Tarapacá (Chile). [jbernal@uta.cl](mailto:jbernal@uta.cl) ORCID ID. 0000-0002-3535-6205

*Ernesto Leo Rossi*

Maestro en administración de empresas de la Escuela de Postgrado Neumann Business School (Perú). Magister en gestión de empresas de la Universidad de Tarapacá (Chile). Ingeniero en industrias alimentarias de la Universidad Nacional Jorge Basadre (Perú). Docente investigador de la Escuela de Postgrado Neumann Business School, Tacna – Perú. Correo: [eleo@neumann.edu.pe](mailto:eleo@neumann.edu.pe) ORCID ID. 0000-0002-9716-6853

*Enrique Cabellos Barboza*

Maestro en administración de empresas de la Escuela de Postgrado Neumann Business School (Perú). Ingeniero comercial de la Universidad Privada de Tacna (Perú). Docente del Instituto John Von Neumann, Tacna – Perú. Correo: [ecabellos@neumann.edu.pe](mailto:ecabellos@neumann.edu.pe)

## Resumen

El desarrollo económico de una ciudad está basado en las microempresas que son las generadoras del 98% de la economía local, y la principal fuente de financiamiento es el acceso a los microcréditos de las empresas micro financieras que han venido desarrollándose durante los últimos 20 años en la ciudad, pero aún se desconoce qué factores inciden para que algunas organizaciones tengan éxito y otras no. La presente investigación tiene como objetivo determinar los factores críticos de éxito de las pequeñas empresas del sector financiero de la ciudad de Tacna y cuales factores pueden considerarse como una ventaja competitiva sostenible para ellos. Para su realización, se tomó como población de estudio a los Gerentes o Administradores de las entidades micro financieras de Tacna, asociadas a la ASOMIF (Asociación de Instituciones de Micro finanzas del Perú), a fin de poder identificar el valor que cada uno de ellos le asigna a diferentes aspectos tanto internos como externos que se contemplaron en un cuestionario desarrollado a partir del estudio de diferentes modelos y técnicas de administración. El estudio concluyó que las microfinancieras que operan en la ciudad de Tacna (Perú) consideran como los factores de éxito más relevantes: los recursos financieros, la planificación a futuro, el control interno, la atención al cliente, la dirección de la empresa y la integración de conocimientos.

**Palabras clave:** estrategia; factores críticos; finanzas; microfinancieras; ventaja competitiva.

## *Critical factors of success in the performance Of microfinance institutions*

### Abstract

The economic development of a city is based on the microenterprises that are the generators of 98% of the local economy, and the main source of financing is the access to micro-credits of the micro-financial companies that have been developing during the last 20 years in the city, but it is still unknown what factors influence so that some organizations succeed and others do not. The objective of this research is to deter-

mine the critical success factors of small businesses in the financial sector of the city of Tacna and what factors can be considered as a sustainable competitive advantage for them. For its realization, it was taken as a study the Managers or Administrators of the micro financial institutions of Tacna, associated with the ASOMIF (Association of Micro Finance Institutions of Peru), in order to be able to identify the value that Each of them assigns to different aspects both internal and external that were contemplated in a questionnaire developed from the study of different models and management techniques. The study concluded that the microfinance institutions operating in the city of Tacna (Peru) consider the most relevant success factors: financial resources, future planning, internal control, customer service, company management and the integration of knowledge.

**Keywords:** critical factors; competitive advantage; finance; micro financial; strategy

## Introducción

EL Foro Económico Mundial (WEF, 2015), a través del portal de Forbes México es su sección economía y finanzas, menciona que llevar micro finanzas a las personas de escasos recursos es una tarea pendiente a nivel global que podría ayudar a aliviar la pobreza. Resulta importante resaltar el papel que vienen desempeñando las pequeñas empresas del sector financiero a nivel mundial como fuentes impulsoras del desarrollo económico no solo de la familia como unidad básica, sino también de las pequeñas, micro o medianas empresas cuya presencia es importante en la economía de nuestro país. Tacna es una ciudad comercial por excelencia y alberga una gran cantidad de pequeñas empresas que se desempeñan en el sector financiero entre las cuales destacan principalmente las microfinancieras, cajas y cooperativas de ahorro y crédito. Estas tomaron protagonismo en el sector debido a sus créditos de fácil acceso y cómodas tasas que resultaron más que atractivas entre sus principales clientes. Sin embargo la gran cantidad de competencia y la escasa diferenciación en sus servicios, se han convertido en factores críticos que podrían afectar su desarrollo y cortar así el importante crecimiento que han experimentado en los últimos años. Esta razón motiva al presente trabajo a investigar cuáles son los factores críticos en el

desempeño de las microfinancieras, que podrían impulsar su desarrollo y fortalecer el crecimiento sostenido que vienen sintiendo, analizando y determinando los aspectos internos de estas empresas, así como los factores externos que influyen directamente en su proceso.

## **Desarrollo del trabajo**

El Perú lleva varios años ocupando los primeros puestos dentro de algunos de los rankings relacionados al desarrollo de las micro finanzas y la inclusión financiera como por ejemplo cuando alcanzó 82,5/100 en el puntaje general del estudio denominado "Microscopio global sobre el entorno de negocios para las micro finanzas", elaborado por The Economist Intelligence Unit, en el año 2013, ocupando el primer lugar a nivel mundial, y que no obstante en el informe del mismo ranking elaborado para el 2014 obtuvo un puntaje total de 87/100, ocupando la misma posición. Dentro de los indicadores de estos estudios se incluyen temas como por ejemplo, el apoyo del gobierno a la inclusión financiera, la regulación y supervisión de actividades de captación de depósitos, la regulación de pagos electrónicos, las reglas de conducta de mercado, los mecanismos de reclamación y operación de los mecanismos de resolución de controversias, entre otros; lo que permite ver que efectivamente el Perú podría estar atacando todos los puntos necesarios de la manera más óptima en aras de poder generar un contexto de desarrollo para la población, el sector y el país.

## **Definición de microfinanzas**

Para poder hablar acerca del análisis de un sector microfinanciero primero debe de entenderse lo que significa el término "microfinanzas", para lo cual, si bien no existe un consenso a nivel internacional de lo que esta rama contempla específicamente, pueden citarse algunos autores que han practicado su definición de la siguiente manera: en el trabajo de Mendiola, A.; Aguirre, C.; Aguilar, J.; Chauca, P.; Dávila, M.; & Palhua, M. (2015), las microfinanzas se definen como "aquellas actividades en las cuales se prestan servicios financieros y no financieros a la población de escasos recursos, que se halla excluida del sistema financiero tradicional". Para Morduch, (1999), citado en el trabajo de Sainz, I.; Torre B.; López C. & Sanfilippo, S. (2013), las microfinanzas "pueden ser definidas como la provisión, a pequeña escala, de servicios financieros para personas con bajo nivel de ingresos". Finalmente, para Hernández, O. & Almorín, R. (2006), las microfinanzas se definen como un tipo de financiamiento a pequeña escala para familias pobres; tienen que ver no solo con el acceso u ob-

tención del crédito, sino con el uso y manejo del financiamiento tanto de los que proveen como de los que reciben. El concepto convencional es que es un instrumento diseñado para apoyar el desarrollo de actividades productivas. Es así que puede contemplarse entonces que las microfinanzas son una herramienta a través de la cual se brindan servicios financieros a pequeña escala y servicios de intermediación social, para el desarrollo de actividades productivas por parte de las poblaciones con menores recursos o pequeñas fuentes de ingresos, puesto que en su condición son excluidas del sistema financiero de la banca tradicional.

### **Las Instituciones Microfinancieras o IMFs**

Una vez que se tiene clara la concepción de las microfinanzas y del microcrédito como su instrumento base, es importante ahondar en aquellas instituciones que se crean dentro de las economías para poder desarrollar actividades en este campo, estas organizaciones se denominan Instituciones Microfinancieras o IMFs. Para Bonilla, W. (1999), citado en Álvarez, Y.; Lovo, S. & Najarro M. (2004), una IMF se enfoca directamente en “facilitar el acceso de los pobres hacia actividades productivas orientadas al mercado mediante la concesión de pequeños créditos que deben ser honrados y que como resultado indirecto posibilita el mejoramiento de la calidad de vida de las personas.” Es decir, que las IMFs no solo cumplen con una labor de realizar colocaciones de créditos y luego demandar los cobros, sino que deben buscar lograr crecimiento, desarrollo y un mejoramiento de la calidad de vida de sus clientes y/o beneficiarios. Para esto último, las IMFs deben cumplir con un rol de entidades que fomenten buenos hábitos de ahorro e inversión educando a las personas como parte de un programa de buena cultura financiera de acuerdo a su propio enfoque.

### **Clasificación de las IMFs en el Perú**

La gran proliferación de las IMFs a lo largo del mundo y la diversidad de los orígenes de las mismas, ha conllevado a que se deban crear diferentes categorías para poder clasificarlas y darles un tratamiento adecuado, así como velar por la regulación y seguridad de sus operaciones de la manera más óptima posible. Para el caso de Perú, dentro de la Ley 26702 (Ley general del sistema financiero y del sistema de seguros y orgánica de la superintendencia de banca y seguros), se puede encontrar tanto una clasificación, así como las definiciones de las empresas del sistema financiero, mismos datos que en contraste con lo señalado por Conger, Inga & Webb (2009), citados en el trabajo de Mendiola, A., et al.

(2015), sirven para determinar la siguiente clasificación de empresas microfinancieras:

*Cajas municipales de ahorro y crédito:* este tipo de instituciones comenzaron a través de los créditos pignoratícios con base en joyas y oro, al principio solo podía operar dentro de su propia región o a lo mucho en zonas en las que no había otra caja municipal, sin embargo, desde el año 2002, se promulgó la descentralización de sus operaciones y ahora pueden hacerlo de manera indiferente en cualquier región del país. Se especializan en captar fondos de las personas y en otorgar financiamiento preferentemente a pequeñas y microempresas.

*Cajas rurales de ahorro y crédito:* son instituciones reguladas que fueron creadas en 1992, especialmente para poder atender las necesidades de los agricultores en general, pero que hoy en día se orientan también al comercio brindando financiamiento preferentemente a la mediana, pequeña y microempresa del ámbito rural. Están autorizadas a recibir depósitos y a ofrecer préstamos, pero no a manejar cuentas corrientes.

*Empresa de Desarrollo de la Pequeña Y Micro Empresa (EDPYME):* las EDPYMES son instituciones que en su mayoría nacieron como Organismos No gubernamentales (ONGs), dedicadas a las microfinanzas, estas entidades se encuentran bajo un marco regulatorio no bancarizado y se especializan en otorgar préstamos a la pequeña y microempresa, mas no a recibir depósitos del público.

*Empresas financieras:* son aquellas instituciones reguladas que en algunos casos nacieron a partir de EDPYMES microfinancieras y que se especializan en captar recursos del público y facilitar las colocaciones de primeras emisiones de valores, operar con valores mobiliarios y brindar asesoría de carácter financiero.

*Empresa bancaria:* son instituciones reguladas cuyo negocio principal consiste en recibir dinero del público, por lo general bajo la modalidad de depósito, y en utilizar ese dinero, su propio capital y el que obtenga de otras fuentes de financiación, para ofrecer servicios financieros múltiples o para aplicarlos a operaciones sujetas a riesgos de mercado.

*Las ONG:* la principal finalidad de una de estas instituciones es la compensación social y la promoción económica puesto que se centran en

la atención de la población de bajos ingresos. Muchas de estas instituciones operan programas de microfinanzas, sean de carácter central, o bien como uno de sus servicios.

*Cooperativas de ahorro y créditos:* son instituciones supervisadas por la Fenacrep (Federación Nacional de Cooperativas de Ahorro y Crédito del Perú). El capital social de estas sociedades cooperativas se encuentra representado por acciones sociales, regidas por la ley 26702 y por el régimen de sociedades anónimas de la Ley General de Sociedades. Se encuentran autorizadas a recibir depósitos y a operar con estos recursos a través del otorgamiento de todo tipo de préstamos a sus miembros.

Como bien ha podido observarse, cada tipo de IMF posee características particulares que hacen que su oferta se enfoque en determinados segmentos del mercado. Pero, sin embargo, todavía el perfil de los clientes sigue siendo en su concepción más básica el mismo "una persona de escasos recursos que busca acceder a los servicios de una IMF".

## Los clientes de las IMFs

Tal como se pudo ver en de la clasificación de los microcréditos, dentro de la referida al "sujeto de préstamo" existen clientes básicamente tanto colectivos como individuales, pero es importante tener en cuenta que, en su concepción más básica, y tal como lo señalan Hernández & Almorín (2006), los clientes de las microfinancieras deberían ser las personas más pobres y vulnerables. Sin embargo, las microfinancieras tienen diferentes requisitos y distintas formas de participar en el mercado puesto que siempre tratan de adaptarse a las necesidades de aquellos a quienes les ofrecen sus servicios en particular. Las microfinancieras suelen iniciar la relación con sus clientes a través de la colocación de pequeñas cantidades de crédito y/o ahorro, que se van incrementando gradualmente hasta lograr establecer un historial crediticio exitoso y un patrimonio para cada persona o grupo. Si el trabajo se desarrolla de la manera más adecuada, los clientes alcanzarán a formar un perfil mucho más seguro, desde la perspectiva de las microfinancieras, y podrán mejorarse servicios y condiciones entre ambos.

Pero es aquí donde entra a tallar la dificultad de dar esos primeros pasos para la financiación puesto que el riesgo de operar con personas en estas condiciones es bastante elevado, y es por lo mismo que para la

banca tradicional, la concesión de créditos a los pobres ha sido considerada siempre inviable tanto desde el punto de vista operativo como del económico. Es así que a partir de este contexto, surge la necesidad de crear y aplicar mecanismos mucho más eficientes para sobrepasar las barreras de la banca tradicional y financiar a clientes que si bien no representan elevadas oportunidades de rentabilidad, lo hacen en un tema de valor agregado y crecimiento. De todo lo anterior puede entonces desprenderse que los factores que se deben de tener en cuenta en la financiación a los pobres son:

Los riesgos y los tipos de interés: Las elevadas tasas de interés podrían de alguna manera compensar el riesgo de financiar a este tipo de población, sin embargo se debe tener cuidado con las normas que interponen algunos gobiernos.

La falta de información y de garantías: Gran parte de la gente pobre trabaja en actividades fuera de la economía formal y su formación, costumbres y cultura pueden distar mucho del perfil usual de los clientes del sector financiero, para mitigar esta falta de información, se podría pedir garantías o avales, pero es complicado que una población de escasos recursos pueda cumplir con esta condición.

Los altos costes unitarios y de gestión: brindar financiamiento a la población pobre que solicita montos mucho más pequeños que la población más favorecida, no reduce necesariamente los costos que implica esta actividad, por lo que muchas entidades preferirán prestar un monto grande a un cliente que muchos montos pequeños a varios clientes.

Por lo tanto, es fácil de entender por qué los modelos de la banca tradicional no se han podido adaptar a este tipo de cliente que, en vista de contemplar un mercado cuantioso, ha logrado atraer la atención de algunas entidades que especializaron tanto sus procesos de operación como sus productos en sí, para poder atenderlo.

### **Proceso del microcrédito en una IMF**

El proceso que se utiliza para que una microfinanciera pueda brindar sus servicios a un cliente a través del microcrédito, tomando como referencia el trabajo de Quispe, León & Contreras (2012), cuenta con las siguientes actividades básicas:

Captación de recursos necesarios, a partir del público y bancos domésticos e internacionales.

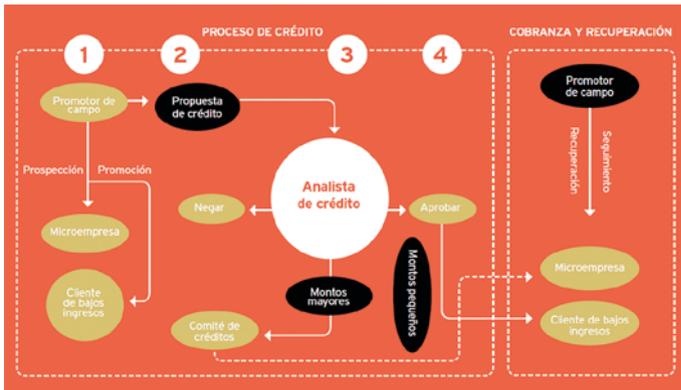
Asignación de fondos a las microempresas, empresas familiares o productores individuales mediante un proceso de selección de acuerdo al monto de crédito solicitado.

La evaluación de los montos, aquellos que son menores que el umbral pre-establecido, los maneja el promotor de campo y luego pasan al analista de crédito. Los de montos mayores al umbral son derivados directamente al analista de crédito.

El proceso de cobranza y recuperación, los promotores de campo les hacen un seguimiento permanente a los clientes garantizando la eficiencia en la asignación y recuperación del crédito, pero implica un mayor costo.

Todas las actividades previamente mencionadas pueden entenderse mejor a través del siguiente gráfico:

Gráfico 1. Proceso microfinanciero



Fuente: Quispe, León & Contreras (2012). Revista Moneda - BCR

## **Definición de factores críticos de éxito**

La técnica de los Factores Críticos de Éxito (FCE), resultado de los trabajos de John F. Rockart, tiene como objetivo ayudar a la planificación de las actividades y recursos de cualquier organización, así como delimitar las áreas claves de la misma, facilitando la asignación de prioridades dentro de ella. Rockart citado en el trabajo de Alonso (2010), definió los factores críticos de éxito como "el número limitado de áreas en las que los resultados, si éstos son satisfactorios, garantizarán un rendimiento competitivo exitoso para la organización".

## **Análisis de los factores críticos de éxito**

El análisis de los factores críticos de éxito, permite identificar aquellas áreas de la organización, así como aquellos factores del entorno, cuyo funcionamiento adecuado o evolución favorable, permitirán la implantación con éxito de una estrategia determinada. Como consecuencia de la identificación de estas áreas internas o factores externos, se podrá proceder a una aplicación adecuada de los recursos de la organización, con el fin de conseguir la eficacia óptima de esta estrategia, a través de:

- Una actividad dentro de la organización que se debe realizar con especial atención.
- Un suceso o eventualidad que ocurre en el entorno externo de la organización y sobre el cual se puede tener o no control.
- Un área de la Organización cuyo funcionamiento debe situarse a un nivel competitivo con el entorno.

## **Diferencia entre factor de éxito y factor crítico de éxito**

Es conveniente, para aclarar este concepto de los FCE, hacer la diferencia entre factores de éxito y factores críticos de éxito, en referencia a lo citado en el trabajo de Alonso (2010). Un factor de éxito es algo que debe o no ocurrir, para conseguir un objetivo. Este factor de éxito se define como crítico, si su cumplimiento es absolutamente necesario para cumplir los objetivos de la organización, por lo cual requiere una especial atención por parte de los órganos gestores, con el fin de asegurar que se dedican los mejores recursos a la ejecución o realización de dicho factor de éxito.

Se puede justificar el establecer esta diferencia entre factores de éxito (FE) y factores críticos de éxito (FCE) por dos razones:

- Desde un punto de vista puramente metodológico, de aplicación de la técnica, es más efectivo el separar la consideración de todos los FE de la organización, de la evaluación de cuáles son realmente FCE.
- Desde un punto de vista de eficacia dentro de la organización, la definición de un número demasiado elevado de FCE desvirtuaría el sentido de esta técnica.

Por último, se debe hacer énfasis en la diferencia existente entre factores de éxito y objetivos de la organización:

- Objetivos son los “fines” hacia los cuales se dirige el esfuerzo y el trabajo de la organización.
- Factores de éxito, y como consecuencia FCE, son los “medios” o requisitos que se deben cumplir para alcanzar los objetivos. Para cada objetivo se debe definir al menos un factor de éxito.

Esta distinción nos ayudará a la hora de delimitar y definir con claridad los objetivos (éstos serán importantes como un fin en sí mismos). Si consideramos un objetivo importante sólo como medio de conseguir otros objetivos, se considerará dicho objetivo como un factor de éxito.

## Método

### Diseño

Para la contrastación de la hipótesis, se utilizó el diseño no experimental, transeccional, porque es un estudio no experimental no se construye ninguna situación, sino que se observan situaciones ya existentes, no provocadas intencionalmente por los investigadores, en la investigación no experimental las variables independientes no pueden ser manipuladas. Asimismo, el presente estudio procura verificar la existencia de asociación significativa entre las variables. Es transeccional, ya que responde a los estudios transaccionales en tanto la información recogida corresponde a un solo periodo (Hernández, Fernández & Baptista, 2014).

## Participantes

La población estuvo constituida por las agencias de las pequeñas empresas del sector financiero de la ciudad de Tacna, que a su vez se encuentren asociadas a la ASOMIF y que estén ubicadas en la Ciudad de Tacna, provincia de Tacna. La muestra fue al 100% y se encuestó a los Gerentes o Administradores de las pequeñas empresas del sector financiero, priorizando las agencias centrales correspondientes a cada entidad, Si bien, tanto la Caja municipal de Tacna como la Caja Huancayo, no se encuentran asociadas a la ASOMIF, se consideraron dentro del estudio por su importante rendimiento y presencia en el mercado local.

**Tabla 1.** Sedes de las entidades microfinancieras de la ciudad de Tacna asociadas a la ASOMIF

Nº	Población de Microfinancieras
1	Caja Metropolitana
2	Caja Municipal Arequipa
3	Caja Municipal Piura
4	Mi Banco
5	Compartamos Financiera
6	Financiera Confianza
7	Financiera Credinka
8	Edpyme Inversiones La Cruz
9	Caja Huancayo
10	Caja Municipal Tacna

Fuente: *microfinancieras de la ciudad de Tacna asociadas a ASOMIF*

## Instrumentos

En el presente trabajo de investigación se utilizó un instrumento, denominado cuestionario, de acuerdo a la siguiente ficha técnica del mismo:

**Tabla 2.** Ficha técnica del instrumento de recolección de datos variable de estudio: factores críticos de éxito

Nro.	Elementos	Descripción
1	Título	Cuestionario determinación de los factores de éxito de las financieras de la ciudad de Tacna
2	Lugar de procedencia	Tacna
3	Fecha de adaptación	2016
4	Administración	Colectiva
5	Duración	60 minutos
6	Finalidad	Determinar los factores críticos de éxito de las micro-financieras de la ciudad de Tacna.
7	Dirigido	A los gerentes o administradores de las microfinancieras de la ciudad de Tacna
8	Validación	Validez de contenido, juicio de expertos
9	Confiabilidad	El coeficiente de alfa cronbach es 0,822

Fuente: *elaboración propia*

## Procedimientos

### Elaboración de una lista de los objetivos de la organización

Se determinó la misión, metas y objetivos de la organización. Es conveniente ser explícitos en la especificación de objetivos, intentando cuantificarlos en la medida de lo posible.

### Depuración de la lista de objetivos

En este paso se revisó la lista de objetivos obtenida en el paso anterior, para asegurar que dichos objetivos constituyen un fin en sí mismos y no meramente un medio para obtener otro objetivo de la lista, en cuyo caso se consideró como un factor de éxito.

### Identificación de los factores de éxito

Teniendo en cuenta el concepto de factor de éxito, como medio necesario para alcanzar los objetivos especificados, se obtuvo una lista de factores de éxito para cada uno de dichos objetivos, contemplando tanto aquellos que dependen de la organización, como aquellos externos que están fuera de su control (legislación, comportamiento de la economía, etc.).

### **Eliminación de los factores de éxito no críticos**

Se utilizó en este punto diferentes criterios para eliminar los F.E., dependiendo de si los mismos están dentro o fuera del control de la organización. Como se ha dicho, esta selección fue realizada mediante reuniones en grupo, por los responsables de la organización.

### **Agrupación de los factores de éxito de acuerdo con los objetivos**

Este paso permitió depurar la tabla, dado que al analizar cada objetivo por separado puede que los FE estén repetidos o sean sinónimos de un objetivo.

### **Identificación de los componentes de estos factores de éxito**

En este paso se analizó los factores de éxito para identificar lo que se debe hacer para conseguir cada uno de estos FE. El objetivo de este análisis fue identificar de cinco a siete factores de éxito o componentes de estos factores que sean críticos, con el fin último de centrar el esfuerzo de la organización, en su consecución.

### **Selección de los factores críticos de éxito**

Se usaron los criterios de selección ya especificados en el paso 4 para los niveles más bajos de descomposición, con el objeto de obtener un número de FCE entre 5 y 7.

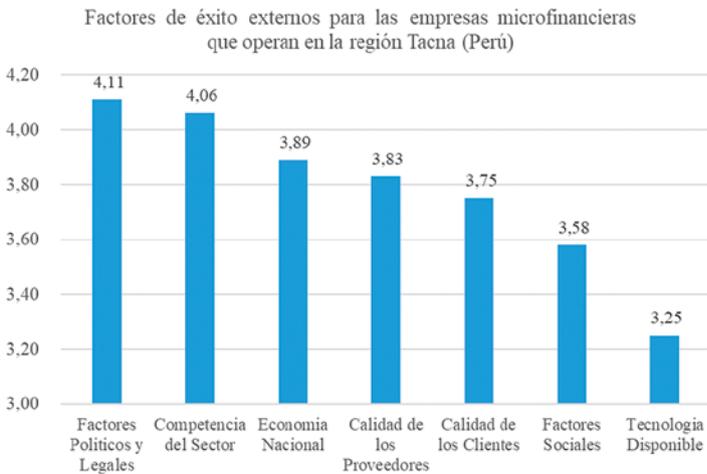
### **Finalización del estudio de los factores críticos de éxito**

En este paso se obtuvo una lista final que representa las áreas que son cruciales para el éxito de la organización, y donde la dirección debe enfocar su atención. Para los FCE controlables por parte de los directivos, se asignaron los recursos necesarios para garantizar su realización correcta, así como las herramientas e información necesarias para dicha realización. Para aquellos FCE no controlables, son absolutamente necesarios procedimientos que permitan obtener información puntual sobre los mismos. Estos procedimientos proporcionan señales de aviso, de manera que se puedan definir e implantar planes de contingencia.

## Resultados

Se identificó como factores externos los siguientes: los factores políticos y legales (4,11), competencia del sector (4,06), economía nacional (3,89), calidad de los proveedores (3,83), calidad de los clientes (3,75), factores sociales (3,58), y tecnología disponible (3,25) (ver gráfico 02).

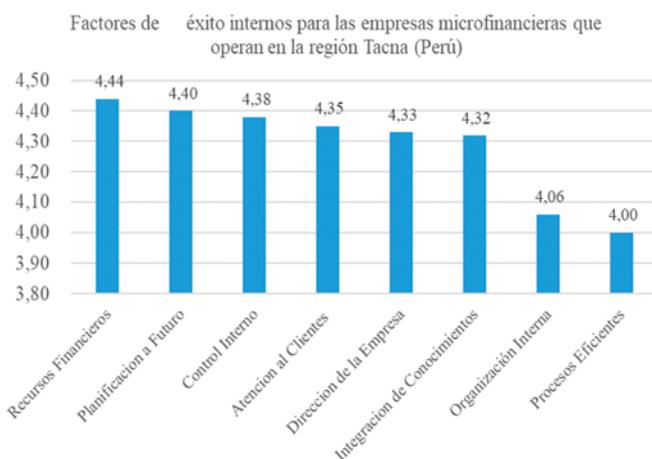
**Grafico 2.** Factores de éxito externos para las empresas microfinancieras que operan en la Región Tacna (Perú)



Fuente: *elaboración propia*

Se identificó como factores internos a los siguientes: recursos financieros (4,44), planificación a futuro (4,40), control interno (4,38), atención al cliente (4,35), dirección de la empresa (4,33), integración de conocimientos (4,32), organización interna (4,06) y procesos eficientes (4,00) (ver gráfico 03).

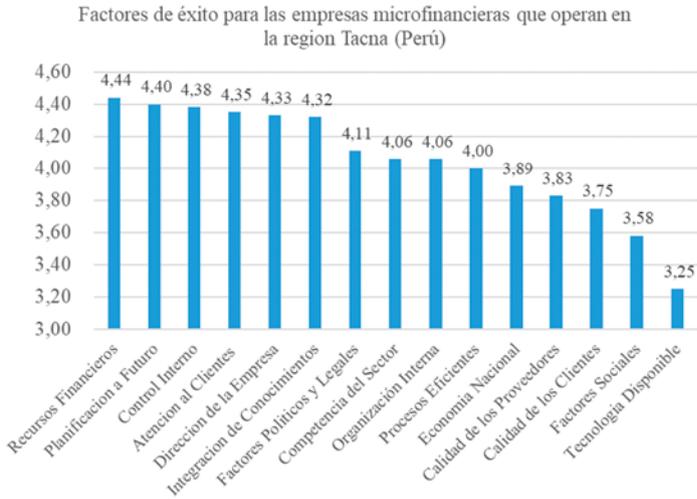
**Grafico 3.** Factores de éxito Internos para las empresas microfinancieras que operan en la Región Tacna (Perú)



Fuente: *elaboración propia*

Los factores considerados como los más determinantes en el éxito por los gerentes o administradores de las entidades micro financieras de Tacna fueron los siguientes: recursos financieros (4.44); planificación a futuro (4.40); control interno (4.38); atención al cliente (4.35); dirección de la empresa (4.33); integración de conocimientos (4.32); factores políticos y legales (4.11); competencia del sector (4.06); organización interna (4.06); procesos eficientes (4.00); encomia nacional (3.89); calidad de los proveedores (3.83); calidad de los clientes (3.75); factores sociales (3.58) y tecnología disponible (3.25). (ver gráfico 04).

**Grafico 4.** Factores de éxito para las empresas microfinancieras que operan en la región Tacna (Perú)



Fuente: elaboración propia

## Conclusiones

La necesidad de priorizar los recursos disponibles por la empresa y el crecimiento de la competencia, obliga a las organizaciones a determinar cuáles son las áreas donde deben priorizar sus esfuerzos, convirtiéndose en una necesidad la detección de los factores críticos de éxito en el negocio. Es así, como esta investigación permitió determinar qué factores deben ser especialmente observados para el caso de las empresas dedicadas el rubro micro financiero. Queda demostrado que los factores de éxito internos son más importantes que los externos para las empresas micro financieras, habiendo obtenido los factores internos un promedio superior (4.61) en comparación a los externos (4.11). Además, el estudio concluyó que las empresas micro financieras de la ciudad de Tacna (Perú), consideran como los factores de éxito más relevantes: los recursos financieros, la planificación a futuro, el control interno, la atención al cliente, la dirección de la empresa y la integración de conocimientos.

## Referencias bibliográficas

- Alonso, V. (2010). Factores críticos de éxito y evaluación de la competitividad de destinos turísticos. *Estudios y Perspectivas en Turismo*, 19(1), 201 – 2020.
- Álvarez, Y.; Lovo, S. & Najarro M. (2004). *El impacto de la regulación sobre la industria de las microfinanzas en El Salvador: Caso ACCOVI DE R.L.* Tesis de pregrado, Universidad Centroamericana “José Simeon Cañas, San Salvador.
- Baena, E.; Jairo, J. & Montoya, O. (2003). El entorno empresarial y la teoría de las cinco fuerzas competitivas. *Scientia et Technica*, 9(23), 61-66.
- Bonilla, W. (1999). La sostenibilidad versus el alcance a la pobreza en microfinanzas. *Financiera Caipiá El Salvador*. En [www.promer.cl/biblioteca/](http://www.promer.cl/biblioteca/)
- Hernández, O. & Almorín, R. (2006). *Las microfinanzas en México, tendencias y perspectivas*. México: Fundación Ayuda en Acción.
- Hernández, Fernández & Baptista (2014). *Metodología de la investigación*, 6ta. Edición, México: Mc Graw Hill.
- Mendiola, A.; Aguirre, C.; Aguilar, J.; Chauca, P.; Dávila, M.; & Palhua, M. (2015). Sostenibilidad y rentabilidad de las cajas municipales de ahorro y crédito (CMAC) en el Perú. Lima: Universidad ESAN.
- Portal Forbes México sección Economía y Microfinanzas (s.f) Obtenido de: <http://www.forbes.com.mx/las-5-claves-de-la-importancia-de-las-microfinanzas/>
- Quispe, Z.; León, D. & Contreras, A. (2012). El exitoso desarrollo de las microfinanzas en el Perú. *Revista Moneda*, Issue 151, 13 – 18.
- Rockart, J.F. (1979) Chief executives define their own data needs, *Harvard Business Review*, 57(1), 81-92.
- Sainz, I.; Torre B.; López C. & Sanfilippo, S. (2013). *Crisis de entidades microfinancieras: identificando problemas*. Santander: Cátedra de Cooperación Internacional y con Iberoamérica - Universidad de Cantabria.



# **El software de letras “ABC letrado” para favorecer la escritura en estudiantes de educación básica**

**Luz Stella Fuentes Fuentes**

Licenciada en Pedagogía Reeducativa de la Fundación Universitaria Luis amigó Montería, Magister en Educación y Cognición de la Universidad del Norte Barranquilla, Doctora en Educación de la Universidad Privada Dr. Rafael Belloso Chacín. Investigador por categorizar en Colciencias. Docente - investigador del grupo: REDINA. Corporación Universitaria del Caribe - CECAR, Sincelejo – Colombia.

Correo: luz.fuentes@cecar.edu.co ORCID ID. 0000-0001-8257-4814

**Katerine del Carmen Vega Olivero**

Licenciada en Educación Básica con énfasis en Humanidades, Lengua Castellana e inglés de la Corporación Universitaria del Caribe - CECAR.

Sincelejo, Colombia. Correo: Oliverokatecar@hotmail.com

**Daniela Isabel Restrepo Batista**

Licenciada en Educación Básica con énfasis en Humanidades, Lengua Castellana e inglés de la Corporación Universitaria del Caribe - CECAR.

Sincelejo, Colombia. Correo: Daniela.Restrepo@cecar.edu.co

**Katy Luz Salgado Herrera**

Licenciada en Educación Básica con énfasis en Humanidades, Lengua Castellana e inglés de la Corporación Universitaria del Caribe - CECAR.

Sincelejo, Colombia. Correo: Katysalhe@hotmail.com

## Resumen

La escritura es una de las competencias a desarrollar en la enseñanza del lenguaje en educación básica. Escribir, requiere de unas habilidades por parte del estudiante, y los métodos, técnicas y herramientas empleadas por el docente favorecen o no el desarrollo de las misma. Para efectos de este estudio, el objetivo fue evaluar el empleo del Software de Letras "ABC Letrado" en el fortalecimiento de la escritura en un grupo de estudiantes de grado sexto en la zona rural. El abordaje de esta investigación fue cualitativo, mediante el método de investigación acción. Las técnicas utilizadas fueron la observación participante y el cuestionario. Se utilizó una rúbrica que permitió hacer el análisis en dos momentos: durante el diagnóstico y después de implementado el software. El resultado muestra avances en la producción escrita de los estudiantes en el segundo momento es decir, mejora en la comprensión de textos y en la escritura después de la implementación de actividades utilizando el software.

**Palabras clave:** tecnologías de la información y la comunicación, software, escritura.

## *The letters "ABC counsel" to promote the writing in basic education students*

### Abstract

The writing is one of the competencies to be developed in the teaching of the language in basic education. Write, requires some skills on the part of the student, and the methods, techniques and tools used by the teacher or not to favor the development of the same. For the purposes of this study, the objective was to evaluate the use of the software of letters "ABC Counsel" in the strengthening of writing in a group of sixth grade students in the rural area. The approach of this research was qualitative, using the action research method. The techniques used were participant observation and the questionnaire. We used a heading which enabled the analysis in two moments: during the diagnosis and after the software. The result shows progress in the written production

of students in the second time this indicates, improvement in the understanding of texts and in writing after the implementation of activities using the software.

**Keyword:** information and communication technologies, software, writing.

## Introducción

La educación colombiana resulta cuestionada en la actualidad puesto que atraviesa por momentos difíciles, lo que coadyuva a propiciar un proceso de reflexión y discusión permanente en torno a la forma y tratamiento que se le da a la enseñanza de la lectura y escritura. Durante todo el proceso de formación en la escuela, ésta debe garantizar al estudiante la adquisición de la comprensión de textos escritos. Por consiguiente, se hace necesario en el ámbito educativo ante la brecha existente en el desarrollo de pensamiento inferencial respecto a otros países Latinoamericanos visionar la enseñanza del lenguaje como una función intelectual importante no sólo para comunicarse desde la visión instrumental sino, como se plasma en la Ley general de educación colombiana en los objetivos generales, una enseñanza convocada a "propiciar conocimiento y comprensión de la realidad nacional para consolidar valores propios de la nacionalidad colombiana" (Ministerio de Educación Nacional (MEN), 1994, p. 6).

Asimismo, se plasma en las Metas Educativas para el 2021, como reto educativo la competencia escritora o la habilidad para escribir y considera no solo el plano social, sino el plano electrónico y de la información. En este sentido, la escritura rebasa el plano funcional de la intención comunicativa tradicional. El presente estudio sobre el uso del software letrado ABC, para favorecer la escritura en estudiantes de sexto grado, ofrece recursos relacionadas con la escritura, en lo que concierne a los signos de puntuación, las reglas para la coherencia y cohesión en los textos. Considerada importante, por las condiciones específicas en las que se encontró el grupo escolar con el cual se implementó. Esta propuesta es de gran valor en el ámbito educativo puesto que, busca afianzar conceptos básicos en la enseñanza del lenguaje en educación básica, necesarias para el desenvolvimiento en la vida diaria del ser humano.

Conviene subrayar los beneficios que aporta esta propuesta, teniendo en cuenta que la escritura desde los más remotos tiempos ha sido una de las principales formas de expresión artística y que sin lugar a dudas, la manera más sublime de ser libre, de expresar sentimientos, emociones, ideas, etc. He aquí, la importancia de brindar a los estudiantes desde grado inicial, herramientas necesarias para el desarrollo de esta competencia comunicativa donde goce la posibilidad de adquirir destrezas e integrar sus conocimientos a la vida diaria. De igual modo se plantea la utilidad de la estrategia aplicada en el presente estudio para los docentes que enseñan lenguaje, pues, además de ofrecerles una herramienta para trabajar con los estudiantes de forma diferente; se les presenta la posibilidad de mejorar sus prácticas educativas desde el uso de herramientas de fácil manejo y accesible a lugares remotos donde las condiciones locativas y espacio temporal no son las más favorables. Por otra parte, simultáneamente provoca la motivación en los estudiantes por las actividades desarrolladas, despertando amor por la escritura y llevándolos a producir buenas historias.

## Desarrollo

En estos momentos emplear las TIC en educación más específicamente en el aula, se ha convertido en una necesidad por las condiciones de alfabetos digitales que tienen los estudiantes en este tercer milenio y por el hecho de que están llegaron para quedarse. Según Laborda, la mayoría de los gobiernos y de los educadores reconoce que la utilización de las tecnologías de la información en la enseñanza mejora su calidad. En estos momentos cruciales, la directriz es entender que las TIC en la educación y más específicamente en el aula de clases proporciona la posibilidad de visionar una educación con carácter innovador. En esta perspectiva, Laborda (2005), plantea que no es no es el hecho de enseñar la herramienta o usarla de complemento a la educación tradicional sino, emplearla desde una perspectiva pedagógica e innovadora que integre la tecnología en el currículo, para conseguir mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje y los progresos escolares de los alumnos (p. 10).

En la misma línea, la UNESCO, reconoce en las TIC una posibilidad para mejorar la educación en los países que tienen un índice bajo en resultados de pruebas externas en cuanto al desempeño de los estudiantes. De

hecho, en el marco de su agenda educativa 2030 plasma la importancia potencial de las TIC para promover oportunidades de aprendizajes de calidad a lo largo de la vida y reitera que para ello las vías de aprendizaje deben ser flexibles (UNESCO, 2016, p.2). Con relación al software educativo, Rodríguez (2000), lo concibe como una aplicación informática que soportado sobre una bien definida estrategia pedagógica, apoya directamente el proceso de enseñanza aprendizaje constituyéndose en un efectivo instrumento para el desarrollo educacional del hombre del presente siglo. En consecuencia, los Software Educativos se pueden considerar como el conjunto de recursos informáticos diseñados con la intención de ser utilizados en el contexto del proceso de enseñanza – aprendizaje. En lo que atañe al Software ABC Letrado, este ha sido empujado en distintos países y con diversos niveles educativos. El objetivo implícito para su uso en la escuela se ubica, en que los estudiantes de educación básica mejoren su escritura a partir de reconocer, asociar y corregir errores ortográficos. Además, del valor agregado que consiste en el desarrollo de la habilidad de seguir o acatar correctamente instrucciones de manera didáctica.

El ABC letrado es un software libre, que una vez instalado en la computadora, se procede a abrir el software y luego, se hace funcionar con el ratón al hacer clic en algunas de las letras que aparecen en la parte superior. Despliega unas actividades donde se debe escribir en un campo la palabra indicada utilizando el teclado. Es saludable recordar que con este software los estudiantes escriben sobre la pantalla y el cursor se desplaza para separar las palabras. Además, divide palabras, sílabas, letras y oraciones. Dentro de las actividades que se pueden realizar son: escribir palabras, arreglar palabras, asociar imágenes y realizar puzzles entre las seleccionadas para este proyecto.

## Metodología

El método de la Investigación-Acción, tan modesto en sus apariencias, esconde e implica una nueva visión del hombre y de la ciencia. Según Martínez (2009), es una metodología de resistencia contra el ethos positivista, que considera el análisis científico inaplicable a asuntos relacionados con los valores, e incluye supuestos filosóficos sobre la naturaleza del hombre y sus relaciones con el mundo físico y social. Más concretamente, implica un compromiso con el proceso de desarrollo y emancipa-

ción de los seres humanos y un mayor rigor científico en la ciencia que facilita dicho proceso (p. 28). La muestra es intencional, estuvo constituida por 35 estudiantes 15 niñas y 20 niños de 6°, de una institución educativa municipal rural, los criterios de inclusión estaban dado por las dificultades que presentaba el grupo al momento de escribir y el resultado de la aplicación de un cuestionario estructurado por 10 preguntas cerradas, respecto a las variables a evaluar. El análisis de la información se desarrolló en dos momentos: análisis del diagnóstico y un análisis de la implementación de la estrategia para ello se hizo uso de tablas y gráficos.

## Resultados

El diagnóstico inicial, se llevó a cabo a partir de una prueba escrita en la que los estudiantes escriben un texto corto y luego completan con palabras faltantes y propuestas en otra hoja como se presenta en el (gráfico 1.).

**Gráfica 1.** Prueba escrita



Fuente: *elaboración propia*

Como se puede observar de los 35 estudiantes el 45,7% respondieron de forma regular la prueba escrita; que consistió en escribir un texto corto y organizarlo con algunas palabras propuestas. De igual forma, 48,5% respondieron de forma deficiente la prueba, como se puede ver claramente es más de la mitad de los estudiantes. Esto refleja la ne-

cesidad de emplear nuevas estrategias que posibiliten una mejora en este diagnóstico. De igual manera, se administró a los estudiantes un cuestionario como complemento del diagnóstico del cual se da cuenta en este escrito sólo de cuatro preguntas consideradas significativas en el resultado (ver tabla 1). La valoración se establece en cuatro opciones así: siempre, casi siempre, algunas veces y nunca.

Tabla 1. Preguntas cuestionario del 2 al 5

Preguntas	Siempre		Casi siempre		Algunas veces		Nunca	
	Fr	%	Fr	%	Fr	%	Fr	%
	Conceptos							
2. ¿Tus padres te orientan tus tareas en casa?	0	0%	0	0%	16	45.7%	19	48.5%
3. ¿Tu maestro utiliza videos, ilustraciones, aparatos de audio y diversos materiales para el desarrollo de la clase?	0	0%	0	0%	35	100%	0	0%
4. Tu maestro utiliza sitios adecuados como bibliotecas, salas de informática, laboratorio para orientar las clases?	0	0%	0	0%	35	100%	0	0%
5. Entiendes más las explicaciones cuando los profesores hacen uso de diversos materiales tales como grabadoras, videos, y otros?	0	0%	20	57%	15	43%	0	0%

Fuente: *elaboración propia*

De los 35 estudiantes 16 respondieron que sus padres les orientan algunas veces las tareas, esto equivale al 45.7%, y 19 niños respondieron que nunca son orientados por sus padres, para el 48.5%. Como puede verse no hay un comprometimiento de los padres para orientar a los niños, esto puede entenderse debido a que la mayoría de los padres son analfabetas, según se pudo indagar con el maestro titular. Por lo tanto, estos niños no cuentan con apoyo académico en casa y de ahí que tengan muchas dificultades para la lectura y escritura. Asimismo, el 100% responden que solo algunas veces la maestra utiliza materiales y medios audiovisuales para el desarrollo de sus clases. Se corrobora la sentencia Fuentes, L. y Calderin (2017), cuando afirman que el docente utiliza más recursos diseñados por ellos mismos para que los estudiantes aprendan a leer, y menos recursos que proporciona el entorno. Esto indica que existe la necesidad de implementar el uso de estos medios, en la planeación del currículo y en los planes de clase. Pues, es evidente que los docentes aún no se han preocupado por utilizar herramientas que permitan innovar

y hacer las clases diferentes. Para ello, el Plan Nacional TIC 2008-2019, instruye sobre cómo utilizar las TIC en educación, aportando valiosos elementos que pueden ser consultados por los docentes.

En la misma línea, el 100% de los estudiantes manifiestan que sólo algunas veces el maestro utiliza sitios diferentes al aula para el desarrollo de las clases; lo que indica, la conveniencia de emplear no sólo estrategias diversas sino espacios diversos para el desarrollo de clases y evitar la monotonía y así se sentirán más motivados al aprendizaje. En cuanto a las pocas veces que el docente utiliza medios audiovisuales el 57,1% de los estudiantes expresan que casi siempre comprenden las explicaciones cuando el profesor utiliza medios audiovisuales y el 42.8 % restante responde que algunas veces. Se nota pues, que la mayoría de los estudiantes comprenden más las explicaciones cuando el maestro utiliza recursos diferentes al marcador y el tablero. Esta respuesta de más de la mitad de los estudiantes orientada a la satisfacción por el uso de medios audiovisuales, es una prueba de que las TIC, provocan mejor comprensión y son respuesta a un aprendizaje significativo.

Por otro lado, se logró observar en las dinámicas de clases como el 60% expresan gusto por la escritura, y el 40% restante manifiestan que no les gusta escribir. Por consiguiente, es necesario emprender trabajo de motivación con este porcentaje grande que no les gusta escribir. Desde este análisis inicial, es importante entender que tanto la lectura como la escritura se ubican en una actividad cognitiva compleja que requiere del uso de habilidades para atribuir significado al texto. En este sentido, Larrosa 2001 (p.8), citado en Serrano (2014), expresa que a través de la lectura y escritura se teje una ruta de diferencias y diversidades de silencios y palabras, de reflexiones y construcciones (p. 98). Este punto de vista supone rechazar explicaciones que la consideran como un simple proceso de traducción de códigos y remite a un escritor y lector activo, inmerso en un proceso que lo implica globalmente y para el cual es necesaria su participación. Está claro que el docente requiere seguir buscando estrategias para que la escritura se vuelva más activa y viva en los estudiantes, y los conduzca al desarrollo de la competencia escritora. Posterior a este diagnóstico, se incursionó en la implementación del software ABC letrado en el favorecimiento de la escritura. Para ello, fue necesario implementar una actividad de dos horas por semana durante cuatro meses (ver tabla 2).

**Tabla 2.** Evaluación de la implementación del Software ABC letrado

Categoría	Escritura							
	Excelente		Buena		Regular		Deficiente	
Criterio	Fr	%	Fr	%	Fr	%	Fr	%
Subcategoría	Fr	%	Fr	%	Fr	%	Fr	%
Escritura legible	0	0%	30	85,7%	5	14,2%	0	0%
Palabras completas	0	0%	21	60%	14	40%	0	0%
Vocabulario	30	85,8%	5	14,2%	0	0%	0	0%
Producción textual	0	0%	25	71,4%	0	0%	10	28,57%

**Fuente:** información del uso del software a partir de una rúbrica

Esta rúbrica está estructurada con una categoría macro como es la escritura y con cuatro subcategorías que valoran cualitativamente la escritura legible, palabras completas, vocabularios, y producción textual, estas subcategorías se valoran durante el proceso de la ejecución de las actividades propuestas dentro del mismo software y en las otras actividades complementarias, como son diapositivas interactivas, rompecabezas, vocabularios, completación de textos cortos, y producción de textos a partir de ideas propias. La ponderación se valoró con cuatro criterios así: Excelente, Bueno, Regular y Deficiente. En cuanto a la escritura legible, el 85.7 % de los estudiantes se ubicó en la valoración de bueno y el 14.3 % restante en regular. Respecto a palabras completas el 60% se ubicó en bueno y el 40% restante en regular. Asimismo, relacionado con el vocabulario el 85,8% se situó en excelente y el 14.2 restante en bueno, y en torno a la producción textual el 71, 4% se emplazó en bueno y el 28.5% deficiente. Como se puede observar, la escritura mejoró significativamente en las categorías de legible o comprensible, en el vocabulario y en la producción textual. De igual forma, hubo mejora, aunque no en el mismo índice en torno a las palabras completas, presentando deficiencia en un porcentaje mínimo pero significativo igualmente. Atendiendo, que escribir en la etapa escolar es fundamental para obtener un rendimiento académico satisfactorio hubo logros con el uso del software ABC letrado aplicado en estudiantes de sexto grado con problemas escriturales.

## Discusión

Se infiere según los resultados de la rúbrica que los estudiantes del grado 6° adquirieron la habilidad de crear textos escritos de forma coherente, de acuerdo a su nivel de formación. De igual manera se logró despertar en ellos la creatividad a la hora de producir textos sin omitir palabras al momento de escribir, usando las estrategias propuestas que permitieron mejorar significativamente el proceso de escritura. Se despertó la capacidad creativa en los estudiantes de tal modo que fluían en la escritura, crearon personajes, lugares, cambiaron nombres de héroes y le otorgaban nueva versión a los relatos iniciales que se les entregaba, haciéndose evidente la incidencia positiva de las TIC en el proceso educativo. Si bien, en los actuales momentos la enseñanza de la lectura y escritura supone una atención específica en educación básica, se suma el incremento en tiempo a las actividades de lectura y escritura, correspondiéndose con lo plasmado en un texto de Terry y Amado (2012), donde leer y escribir se constituye en uno de los derechos educativos más importantes que la escuela debe hacer efectivo por la incidencia de estos aprendizajes en la vida ciudadana, en el acceso a otros saberes y en la prosecución de estudios secundarios (p. 6).

Esta propuesta aportó una herramienta de gran valor a la comunidad educativa, fomentando el hábito de escribir, de forma creativa y divertida, se realizaron actividades en otros contextos donde el estudiante se relajó e interactuó con el medio que lo rodea, el cual le ofreció elementos del entorno que le ayudaron a enriquecer su capacidad de producir sus propios escritos. Es de vital importancia que el docente explote las capacidades de sus estudiantes a través de actividades que ellos disfruten, trabajos en contacto con la realidad, puesto que el niño desarrolla su inteligencia, creatividad e imaginación, de tal modo que “la actividad del niño se organiza y su interés se despierta con un material didáctico, elaborado y presentado de manera sistemática” (Yaglis, p. 73). Los logros satisfactorios para todo trabajo que se emprenda dentro y fuera del aula, en este caso el uso del Software ABC letrado, radica en la organización de las actividades, sólo así, se puede garantizar el éxito en su realización. El material didáctico que se va a utilizar, es fundamental puesto que a partir de éste, el niño despierta su interés y se motiva a participar en la actividad, y puede ir desarrollando habilidades de observación, interpretación, organización, comprensión y escritura. Puesto

que, a través del juego, el niño conoce su realidad e interactúa con ella de forma divertida llegando de ésta forma al conocimiento de la verdad y al desarrollo de su inteligencia.

## Conclusiones

Se puede afirmar que el desarrollo de este proyecto, propicio un cambio de actitud en los estudiantes respecto a la escritura, lo que proporciona un impacto en el ambiente de aula, en los padres de familia y en los docentes que laboran en la Institución Educativa objeto de estudio de esta investigación. Las dificultades presentadas al inicio fueron disminuyendo, por el adecuado uso de medios audiovisuales como el software de Letras, que permitió que los estudiantes crearan textos mejorados de forma ordenada, con coherencia y formalidad. Esto se notó durante el desarrollo de las de las actividades propuestas dentro del mismo software.

Al escribir vocabularios en los cuadernos y textos dictados por el profesor, los estudiantes se motivaron más, buscaron en el diccionario las palabras desconocidas y aplicaron mejor las reglas ortográficas y gramaticales. Cabe señalar que los estudiantes utilizaran material didáctico, como portátil, video beam, software educativo, loterías, textos guías sencillos, entre otros que permiten hacer las clases más amenas, lúdicas y creativas, lo que generó deseos en los estudiantes de producir sus propios textos escritos. Por tanto, la mayoría de los estudiantes del grado 6° presentaron mejora notoria en la redacción al escribir sus textos, mejoraron la organización de la información y lo hicieron con coherencia, haciendo que su escritura fuera más legible. Se espera que los estudiantes utilicen todos los recursos multimedia y tecnológicos, mostrando una actitud positiva al momento en que se les invite a escribir que no sólo escriban porque se les sugiere, sino que utilicen su tiempo libre creando algún texto de su predilección.

## Referencias bibliográficas

Fuentes, L. & Calderin, N. (2017). Prácticas en la enseñanza de la lectura en grado primero en instituciones educativas municipales. Revista Opción. Zulia, Venezuela, 33 (82). Pp.488-515

- Laborda, R. (2005). *Las nuevas tecnologías en la educación*. Madrid: Fundación Auna
- Martínez, M. (2009). *La investigación acción en el aula*. Recuperado en <http://prof.usb.ve/miguelm/investigacionaula.html>
- Ministerio de Educación Nacional. *Ley general de Educación*. Ley 115 de 1994. Recuperado en [https://www.mineducacion.gov.co/1621/articulos-85906\\_archivo\\_pdf.pdf](https://www.mineducacion.gov.co/1621/articulos-85906_archivo_pdf.pdf)
- Organización de los Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI) (2010). *Metas Educativas 2021: La educación que queremos para la generación de los bicentenarios*. Recuperado en <http://www.oei.es/historico/metas2021/libro.htm>
- Rodríguez, M. (2008). *Plan Nacional de TIC 2008- 2019*. [http://52.0.140.184/typo43/fileadmin/Revista\\_104/columnista-invitado.pdf](http://52.0.140.184/typo43/fileadmin/Revista_104/columnista-invitado.pdf)
- Rodríguez, R. (2000). *La informática educativa en el contexto actual*. *Edu-tec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 0(13), a019. doi: <http://dx.doi.org/10.21556/edutec.2000.13.553>
- Serrano, S. (2014). *La lectura, la escritura y el pensamiento. Función epistémica e implicaciones pedagógicas*. *Lenguaje*. 42 (1), pp. 97-122.
- Terry, M. & Amado, N. (2012). *La lectura y escritura en la escuela*. Buenos Aires- Argentina. Edición Gabriela Lastre. Primera edición, 2012 Ministerio de Educación de la Nación.
- UNESCO, (2016). *Uso recreativo del computador: ¿cuánto aporta al rendimiento de los estudiantes? Tercer en la mira (2)*. Recuperado en <http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002434/243420s.pdf>
- Yaglis, D. (1989). *La educación natural y el medio*. Ciudad de México: Editorial Trillas



# Innovación tecnológica como estrategia de ciudades inteligentes

*David Albeiro Andrade Yejas*

Ingeniero de sistemas de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD. Magister en software libre de la Universidad Autónoma de Bucaramanga en convenio con la Universidad Oberta de Cataluña, Doctor en ciencias mención gerencia de la Universidad Dr. Rafael Belloso Chacín. Docente e investigador del grupo: PRISMA de la Universidad Autónoma de Bucaramanga, Colombia. Correo: davidandradeyejas@gmail.com

*Jennifer Lafont Mendoza*

Licenciada en química y especialista en ciencias químicas de la Universidad de Córdoba. Magister en ciencias químicas de la Universidad Nacional de Colombia, Doctora en ciencias mención gerencia de la Universidad Dr. Rafael Belloso Chacín, Investigadora Asociada categorizada por Colciencias; Docente titular e investigadora Grupo Cinética y Biocombustibles, Universidad de Córdoba Colombia, e-mail: jenniferlafontmendoza@gmail.com

## Resumen

El propósito de la presente investigación fue analizar la innovación tecnológica como estrategia para ciudad inteligente aplicada a Bosconia (Cesar - Colombia). Para ello se revisaron los criterios doctrinales entre otros de Acosta (2013), CINTEL (2013), Costa (2012), DNP (2014), Ramírez (2015). El estudio se enmarca en el enfoque epistemológico positivista; a su vez, fue de tipo descriptivo, con un diseño no experimental transeccional de campo, la población, estuvo constituida por 28 informantes claves, población con características de tipo censal que permitió

estudiar las variables de estudio. Para la recolección de información, se aplicó un instrumento con escala de Likert de 69 ítems, que fue sometido a la validez de contenido a través de la técnica de juicio de siete expertos y se midió su confiabilidad aplicando el coeficiente Alfa de Cronbach, obteniendo un resultado de 0.916, siendo este altamente confiable. Entre los resultados alcanzados se obtuvo una moderada presencia para la variable innovación tecnológica y ciudad inteligente. En vista de estas conclusiones y tomando en consideración los resultados se procedió a presentar unas conclusiones y recomendar la elaboración de unos lineamientos estratégicos relacionados a los objetivos de la misma.

**Palabras clave:** innovación tecnológica, ciudad inteligente, estrategias.

## *Technological innovation as a strategy of smart cities*

### **Abstract**

The purpose of this research was to analyze technological innovation as a strategy for smart city applied to Bosconia (Cesar - Colombia). For this, it is checked the doctrinal criteria among others of Acosta (2013), CINTEL (2013), Costa (2012), DNP (2014), and Ramirez (2015). The study is part of the positivist epistemological approach; at the same time, it was of a descriptive type, with a non-experimental transectional field design, the population consisted of 28 key informants, a population with census characteristics that allowed the study variables to be studied. For the collection of information, an instrument with a Likert scale of 69 items was applied, which was subjected to the content validity through the judgment technique of seven experts and its reliability was measured by applying the Cronbach's Alpha coefficient, obtaining a result of 0.916, being this highly reliable. Among the results achieved, a moderate presence was obtained for the variable technological innovation and smart city. In view of these conclusions and taking into consideration the results, we proceeded to present some conclusions and recommend the elaboration of some strategic guidelines related to the objectives of the same.

**Keywords:** technological innovation, smart city, strategies.

## Introducción

El Estado nació en las ciudades; en la antigüedad las localidades vieron las primeras manifestaciones de convivencia colectiva del ser humano. No obstante, en Colombia, los espacios municipales, han sido mirados con poco interés y hasta con cierto desdén por el centralismo capitalino. Colombia necesita un municipio vivo, ágil, dinámico, resilientes que desde lo local impulse el torrente de la nación; como es obvio en completa armonía y uso eficiente con los avances de las ciencias, tecnología e innovación; en esta era del conocimiento, pero sobre todo necesita construir un nuevo país; vigoroso, partiendo desde la territorialidad. De la misma manera, se puede asegurar que la localidad, representa el universal concreto de la nacionalidad. En ella se incuban y manifiestan los grandes problemas nacionales, a escala, pero al mismo tiempo conserva su propia identidad, su propia idiosincrasia, su particular manera de reaccionar ante determinadas situaciones. En concordancia con lo anterior, es imperativo para las ciudades proyectarse competitivamente en un mundo globalizado, ser atractivas y acogedoras para sus nativos y visitantes. En definitiva, las ciudades son, prácticamente, los medios de innovación tecnológica y empresarial más importante. Además, son los escenarios donde se cuecen los grandes debates que ocupan la atención de intelectuales y líderes de la humanidad.

En otras palabras, en estas ciudades adquiere trascendencia especial el buen uso y máximo provecho de las nuevas tecnologías de la información y las comunicaciones, dado que estas se han tornado en una influencia moderna y decisiva, se están viendo cambios en el entorno de la actividad económica, social, deportiva, cultural y más con los constantes efectos en la formación de la sociedad. En otro aspecto, cuando la economía es rural la tierra es el factor clave; para la industrial es la materia prima y los recursos físicos: como el acero, las fábricas y los ferrocarriles, los factores determinantes de la producción; en la época presente la información y el conocimiento se han venido erigiendo en los elementos claves según Carreón & Melgoza (2013). Por otra parte, la creación y explotación del conocimiento, a partir de las últimas dos décadas hasta la fecha es un factor preponderante en la generación de riqueza. Para los países en la delantera de la economía global el equilibrio entre conocimiento y riquezas se ha sesgado tanto hacia el primero, que el conocimiento se ha configurado como el elemento más

importante y definitivo en el estándar de calidad de vida y de estatus social. Superando de lejos la importancia del uso y tenencia de la tierra, más que las herramientas o que el trabajo, más que las industrias o el comercio. Las economías con más tecnologías de avanzadas son ciertamente basadas en el conocimiento, en la actualidad entre el 70% y 80% del desarrollo económico está proporcionado por el nuevo y superior conocimiento, anota Acosta (2013). Cabe señalar, que en la era del conocimiento los principios de ventajas competitivas paulatinamente dependerán de la innovación apoyada en la razón. La clara importancia de esto, es que no hay otra opción, para prosperar que no sea convertir el aprendizaje y la generación de saberes, en el elemento más importante, orientado en la revolución tecnológica y científica, por medio de la investigación y el desarrollo.

En las actuales circunstancias, Latinoamérica enfrenta nuevos desafíos que necesitan mirarse y abordarse desde diferentes perspectivas. Como consecuencia, es indispensable generar una activa cultura de innovación que se apropie de las ventajas de las tecnologías, para mejorar la calidad de vida de las personas (Ramírez, 2015). De la misma manera, América Latina y el Caribe continúan como la región del mundo con mayor inequidad económica y social. Estos países enfrentan nuevos retos, los cuales son; la inseguridad, las secuelas de la creciente urbanización, el deterioro ambiental, falta de acceso a servicios básicos, una progresiva demanda de una educación competitiva y de calidad, fallas en los sistemas de movilidad, aumento de la prostitución en todas las edades sobre todo en la infancia, además la drogadicción y otros. En otro aspecto, Colombia durante los últimos 4 años ha tenido un crecimiento promedio cercano al 5,0 %, el más alto desde la década de los setenta (Departamento Nacional de Planeación, 2014). Este desarrollo, acompañado de políticas adecuadas, fue fundamental para la generación de empleo y la reducción de la informalidad y la pobreza. En este sentido, un crecimiento económico fuerte y ambientalmente sostenible es la base que permite alcanzar las metas sociales que se impone el país trazadas en el Plan Nacional de Desarrollo. Lo anterior puede ser complementado con la estrategia de ciudades inteligentes planteada por el mismo gobierno nacional, con el propósito de usar la innovación y la tecnología como motor de contribución en la solución de las problemáticas que abundan en las ciudades.

En ese sentido, para lograr un nivel de sofisticación, desarrollo, diversificación y confort el gobierno colombiano incluye en el Plan Nacional de Desarrollo (PND), los objetivos relacionados con la promoción y aprovechamiento de la ciencia, la tecnología y la innovación (CTI), además del desarrollo de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC). Estos dos objetivos relacionados son fundamentales para la elevar la calidad de vida de las personas. En resumen, están proponiendo metas claras en 5 grandes áreas, a saber: 1) desarrollo productivo; 2) Ciencia Tecnología e Innovación; 3) Tecnologías de la Información y las Comunicaciones; 4) infraestructura y servicios de logística y transporte, por último; 5) sector minero-energético. Vale la pena destacar, según CTXT Revista Contexto (2015), para la Organización de las Naciones Unidas (ONU), el 70% de la población mundial vivirá en las zonas urbanas para el año 2050. La cifra anterior prende las alarmas, porque las poblaciones deben sostener un desarrollo donde se garantice el equilibrio social, espacial y ambiental; por ello se está imponiendo el tipo de ciudades que aprovechan las tecnologías de la información para lograr que tanto su infraestructura crítica; como sus componentes y servicios públicos sean más interactivos y eficientes; en este nuevo modelo de urbes se combina tecnología con gestión, estas son las llamadas ciudades inteligentes.

En resumen, las ciudades a nivel mundial y especialmente las de América Latina y el Caribe (ALC), son protagonistas de uno de los procesos de crecimiento demográfico más significativos que ha vivido el planeta, con grandes consecuencias para la sostenibilidad, la calidad de vida y la competitividad de la región. El 54% de la población reside en las ciudades y se prevé que para 2050 será del 70%, como se expresó anteriormente. En el contexto mundial y regional las ciudades luchan por ser más competitivas; luchan por tener un hábitat más agradable; por la convivencia sana y pacífica; por los recursos naturales disponibles para el ser humano; por una infraestructura de servicios que satisfaga las necesidades ciudadanas; por un equipamiento urbano moderno; por una promoción, conservación y difusión de los valores culturales. Al respecto, más alarmante es la situación de en Bosconia (Cesar), donde el 93% de la población habita en la zona urbana, con los consecuentes niveles altos de pobreza; una creciente desigualdad en los servicios básicos; aunado a lo anterior los altos índices en inseguridad, prostitución infantil, drogadicción; y que decir de los bajos índices de cobertura en banda

ancha, solo un 4.19%, mientras la media nacional es de 11.02% y la departamental está en 5.64%; además bajos niveles en eficacia, efectividad y eficiencia en la administración pública. De la misma manera tiene ser más competitiva, además con mejores condiciones de movilidad y ser una ciudad más amigable con el medio ambiente.

En otro sentido, el debate disciplinar e investigativo, así como la reflexión sobre la importancia del uso de la innovación tecnológica en las ciudades y la realidad encontrada en esta investigación, instan la pregunta principal ¿Es la innovación tecnológica una estrategia de Ciudad Inteligente aplicada en la ciudad de Bosconia (Cesar - Colombia)? En otras palabras, los indicadores sobre uso de las tecnologías de la información y comunicaciones, no son favorables a la ciudad; al igual que otras municipalidades, tiene muchas dificultades y pocas oportunidades para implementar un ecosistema digital moderno y eficiente. Por todo lo anterior, el resultado de este trabajo va a servir a futuros investigadores contar con un marco de referencia conceptual y metodológica para adelantar nuevas tareas en esta línea investigativa. De la misma manera, permitirá a los ciudadanos en general empoderarse de las ventajas del uso de las TIC en los asuntos gubernamentales y de la vida cotidiana. También ayudará a las ciudades con características demográficas semejantes contar con una guía o modelo a seguir.

## Objetivo

Analizar la innovación tecnológica como estrategia para Ciudad Inteligente aplicada a Bosconia (Cesar - Colombia). Como objetivo principal en esta investigación, se formularon lineamientos estratégicos de innovación tecnológica aplicadas como estrategias de ciudades inteligentes para la ciudad de Bosconia (Cesar); los cuales podrán ser replicados por otras localidades con características demográficas similares, en el departamento del Cesar y en Colombia en general. En primera instancia se trata de explicar como cerrar las brechas existentes en la actualidad y los factores que determinan de manera directa o indirecta el proceso de innovación y por lo tanto definir los cambios estratégicos a considerar para mejorar en su evolución con el tiempo.

## Fundamentos teóricos

### Innovación tecnológica

La definición de innovación ha sido expresada por diferentes autores, se pueden mencionar dentro de los más importantes a Schumpeter (1951), quien manifiesta que la innovación viene dada por el empresario que innova en búsqueda de rentas monopólicas, las que motivan y perpetúan su esfuerzo innovador. En otro aspecto, enfatiza como el cambio técnico está indisolublemente ligado a la acumulación de capital. Por su parte el Manual de Bogotá (2015), citando a Marx (1818-1883), plantea su posición haciendo referencia según el cual el proceso de acumulación capitalista es posible por la competencia tecnológica. Por su parte Palma, Masera, & Echegaray (2015), conciben la innovación tecnológica como la acción repetida de aplicar cambios técnicos nuevos dentro de organizaciones, con el objetivo de lograr mayores beneficios en el crecimiento organizacional, sostenibilidad y competitividad. Por otra parte, se considera la innovación tecnológica como el motor más poderoso que mueve la sociedad desde la década de 1980, estas posiciones coinciden las revoluciones que se han dado gracias al uso de las tecnologías de la información y las comunicaciones.

Según Palma, Masera & Echegaray (2015), en estos momentos la sociedad está disfrutando de una corriente nueva y continua de productos y servicios, que van desde productos electrónicos de consumo masivo, hasta automóviles, aviones, productos para las telecomunicaciones, entre otros. La innovación tecnológica no es un acontecimiento nuevo que surgió de repente como parte de la era espacial. Así mismo, desde los inicios de la humanidad hasta el presente el ser humano ha sido un innovador. Por otra parte, las herramientas para llevar a cabo los procedimientos de innovación en las organizaciones están dadas por las técnicas, sistemas, planeación, dirección, motivación e integración de tareas, los cuales presentan las bases de los procesos administrativos actuales. En las organizaciones en la actualidad, se ha generado una capacidad para sintetizar componentes, productos y procesos. Estas bases tecnológicas en continuo crecimiento, aunado al libre mercado, han creado las grandes oportunidades de negocios para las grandes empresas y con ello las presiones competitivas.

Por lo antes expuesto, Thomas, Bortz & Garrido (2015), definen la innovación como cualquier cambio en las habilidades, técnicas, procedimientos, equipos y/o estos sistemas empleados que tenga como objetivo alcanzar determinadas metas de las organizaciones de las que se trate. Dentro de estas se incluyen no sólo la maquinaria y los procesos utilizados, sino también la forma en que se organiza esa maquinaria y las personas que la utilizan, el nivel de conocimientos de estas y la forma en que son dirigidas. Según Pavón & Hidalgo (2013), el proceso de innovación tecnológica se define como el conjunto de las etapas técnicas, industriales y comerciales que conducen al lanzamiento con éxito en el mercado de productos manufacturados, o la utilización comercial de nuevos procesos técnicos. La innovación tecnológica según Romero (2015), muchas veces se ha visualizado tecnológicamente. En realidad, esta es un proceso que, de acuerdo con los economistas del siglo XX, es mucho más complejo, está marcando la pauta para la definición de desarrollo o atraso socioeconómico. De la misma forma, Señala Romero (2015), es multidimensional, interinstitucional, sistémico, trasciende tiempo y espacio, está en constante cambio. No hay innovación tecnológica perdurable más allá de los 5 o 10 años.

A partir de la década de los años 90, las organizaciones adoptaron prácticas administrativas de innovación sistémica y analítica, centrada de manera específica en las necesidades empresariales y de mercado. Con ello garantizan que los procesos operacionales estén bien enlazados con el mercado, la tecnología y los sistemas administrativos, así el proceso de innovación puede transferir un valor agregado para la empresa. Ahora bien, el proceso de innovación, es un proceso de múltiples etapas, muy influido por la tecnología, los procesos administrativos y el mercado dominante. En el modelo que plantea Sosa colaboradores (2013), se presenta este proceso de innovación en 5 etapas, las cuales dependen del negocio y las metas organizacionales. Este modelo es muy utilizado por los gerentes para reconocer y controlar los factores que influyen en el proceso de innovación. Vale la pena destacar que los conceptos expresados por los diferentes autores se derivan del Manual de Oslo que es una guía para la realización de mediciones y estudios de actividades científicas y tecnológicas que define conceptos y clarifica las actividades consideradas como innovadoras.

## Ciudades inteligentes

En lo referente a este concepto de ciudad inteligente, la UNESCO (2018), realiza su estudio con el Programa MOST (Management of Social Transformations), que trabaja, entre otras cosas, en el enfoque de las ciencias humanas y sociales, sobre temas relacionados con el proceso de urbanización, en ese aspecto las *ciudades intermedias* son trascendente. Llevar a cabo esta labor, en el momento en que la atención parece concentrarse en las megalópolis resulta digna de ser fomentada, porque el equilibrio de todas las formas urbanas sólo puede conseguirse prestando una especial atención a las interacciones regionales dando uso óptimo a las bondades tecnológicas. Por su parte para CINTEL (2013), adopta la definición de ciudad inteligente como aquella ciudad que se caracteriza por el uso intensivo de las TIC en la creación y mejoramiento de los sistemas que componen la ciudad. Para CINTEL una ciudad se considera inteligente cuando adopta soluciones intensivas en TIC, y desarrolla la capacidad de crear, recopilar, procesar y transformar la información para hacer sus procesos y servicios mejores y más eficientes, permitiendo mejorar la calidad de vida mediante el uso eficiente de sus recursos.

Por otro lado, en España, el Ministerio de Industria y Turismo (2018), tiene El Plan Nacional de Ciudades Inteligentes; que apuesta decidida del Ministerio de Industria, Energía y Turismo para impulsar en España la industria tecnológica de las Ciudades Inteligentes y para ayudar a las entidades locales en los procesos de transformación hacia Ciudades y Destinos Inteligentes, es de anotar que no se limitan al tema de las urbes, también contemplan el criterio de las territorialidades. El Plan establece una política industrial para promover el crecimiento del sector tecnológico y su capacidad de internacionalización, para lo que se apoya en el nutrido tejido asociativo industrial y municipal existente en España. Asimismo, el Plan contempla la creación de un Consejo Asesor de Ciudades Inteligentes con objeto de coordinar esfuerzos, mejorar la comunicación y aprobar recomendaciones. En él estarán representadas todas las áreas implicadas en el desarrollo de las Ciudades y los Destinos Turísticos Inteligentes: instituciones, Red Española de Ciudades Inteligentes, representantes de la industria y expertos. Vale la pena destacar que la madre patria y sus ayuntamientos ejercen un gran liderazgo a nivel mundial en estos aspectos, por eso son referentes casi que obligatorios para los gobiernos latinoamericanos.

Por otra parte, en Colombia, el 8 de junio del 2016, el Ministro TIC David Luna, hizo la apertura del Foro Ciudades i 360°, evento en el que se abordaron temas como la vinculación del ciudadano haciendo uso de los medios electrónicos, la tecnología como eje transversal del progreso social de las ciudades y la innovación pública mediante las TIC, MinTIC (2016): "Lo que necesitamos es que las ciudades identifiquen cuál es su vocación. No es lo mismo construir una ciudad inteligente en la Costa Pacífica que en la Costa Atlántica", aseguró el Ministro Luna, quien citó algunos de los principales ejemplos de territorios inteligentes en el país. "Gracias a la tecnología Montería está transformando el sistema de salud y 294.000 usuarios tendrán mejor atención; con a los datos abiertos en cualquier municipio o ciudad se puede hacer control social en calidad del agua, así se mejora la vida de los ciudadanos gracias a la tecnología".

Según Costa (2012), "hoy en día, las principales ciudades del mundo luchan por ser espacios más tecnológicos, verdes y transitables. Sin embargo, cuestiones tradicionales como la transparencia de la gestión pública y la participación ciudadana son básicas en el devenir de la ciudad moderna, por lo que deben ser una pieza fundamental en la estrategia de ésta". Lo expresado por el autor, se manifiesta por doquier en el territorio colombiano donde a diario salen cuestionados por malos manejos administrativos funcionarios públicos en todos los niveles, pero en este aspecto las localidades son más débiles que las grandes ciudades o que los organismos del nivel central. El mismo autor considera que la filosofía de las ciudades inteligentes reside en aunar esfuerzos mediante una adecuada planificación, todos estos esmeros con la finalidad de convertir las ciudades en espacios sostenibles, innovadores y eficientes, en los que el ciudadano debe ser el eje del cambio y el principal beneficiado del nuevo paradigma urbano. Una ciudad inteligente debe perseguir el objetivo global del progreso económico de los ciudadanos y los objetivos individuales de la mejora de la calidad de vida de cada uno de sus habitantes. Cualquier avance, cualquier planificación o cualquier tecnología que se aplique bajo la bandera "ciudad inteligente debe" deben tener como meta estos dos objetivos básicos.

Así pues, gestionar las ciudades es un reto al pensamiento innovador de nuestra sociedad, que involucra cada vez más las diferentes disciplinas

del conocimiento y a los diferentes sectores económicos y productivos. Es un compromiso que requiere mucha colaboración efectiva público-privada la cual debe aunar el talento, las capacidades y los recursos necesarios para gestionar mejor, ser más efectivos, eficientes y competitivos en la economía global. El papel de la administración pública es fundamental, mediante el impulso de programas de demanda temprana de tecnología y el fomento de la cultura de la innovación competitiva. Por su parte, para el BID (2016), el crecimiento rápido y no planificado de las ciudades de América Latina ha generado una serie de desafíos que no pueden ser resueltos de manera tradicional: la inseguridad, la vulnerabilidad al cambio climático y desastres naturales, el aumento del número de vehículos que circulan en vías urbanas, el aumento del consumo energético, la contaminación ambiental, la gestión del agua y residuos, la necesidad de una mayor participación ciudadana y de mayor eficiencia en los servicios entre otros.

Adicionalmente, las actuales limitaciones financieras de los gobiernos de la región especialmente en los niveles sub-nacionales requieren de sistemas cada vez más eficientes que permitan reducir el gasto público y aumentar sus ingresos fiscales. En este sentido, es conveniente que las urbes colombianas migren hacia los modelos de ciudad inteligente. De la misma manera, el BID, considera que una ciudad inteligente, es aquella que coloca a las personas en el centro del desarrollo, incorpora tecnologías de la información y comunicación en la gestión urbana y usa estos elementos como herramientas para estimular la formación de un gobierno eficiente que incluya procesos de planificación colaborativa y participación ciudadana. Al promover un desarrollo integrado y sostenible, las ciudades se tornan más innovadoras, competitivas, atractivas y resilientes. Desde el 2011, el BID, ha apoyado a las ciudades de América Latina y el Caribe (LAC), durante una transición fundamental para su sostenibilidad: migrar de una gestión tradicional a un modelo de gestión inteligente. Por otra parte, para la Universidad Autónoma de México (2016), una ciudad inteligente no es simplemente una ciudad cuyos habitantes disponen de herramientas digitales avanzadas, como internet de banda ancha, sino donde ésta y que otras tecnologías se usan para mejorar la calidad de los servicios públicos y privados. Éstos son algunos de sus rasgos principales según el consultor Mauricio Bouskela, del Banco Interamericano de Desarrollo:

- Gestión racional del espacio urbano y los recursos naturales.
- Empleo de fuentes alternativas de energía y reducción de emisiones de CO<sub>2</sub>.
- Uso de redes de comunicación, sensores y sistemas inteligentes.
- Manejo de grandes bases de datos para prever o mitigar problemas.
- Aprovechamiento de herramientas digitales y plataformas interactivas.
- Conexión del gobierno y los ciudadanos y realización de trámites por internet.
- Generación de nuevos servicios y empresas de base tecnológica.

Por esta razón, el gobierno colombiano a través del Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (Min TIC), tiene en marcha una estrategia que pretende estructurar la política de implementación de la tecnología en los diversos sectores de la sociedad colombiana durante los próximos cinco años, encaminando las acciones hacia transformar nuestras poblaciones en "ciudad inteligente". De acuerdo con el Min TIC, existen siete tipos de estrategias sobre las cuales están adelantando procesos de diálogos para escuchar los ciudadanos, que permita orientar las políticas públicas al respecto y así poder adoptarlas en las ciudades colombianas, como herramientas de ciudades inteligentes. En resumen, gestionar las ciudades es un reto al pensamiento innovador de nuestra sociedad que involucra cada vez más las diferentes disciplinas del conocimiento y a los sectores económicos y productivos. Especialmente ese desafío es para los líderes del mundo académico, los del sector público y los de gobierno. Es un compromiso que requiere mucha colaboración efectiva público-privada la cual debe aunar el talento, las capacidades y los recursos necesarios para gestionar mejor, ser más efectivos, eficientes y competitivos en la economía global. El papel de la administración pública es fundamental, mediante el impulso de programas de demanda temprana de tecnología y el fomento de la cultura de la innovación competitiva.

## Metodología

La presente investigación se situó en el racionalismo científico como corriente epistemológica esencial, que comprenden las convicciones y

teorías que opinan que por medio de la razón se puede entender suficientemente la realidad y en consecuencia, obrar razonablemente; usa el método deductivo como principal herramienta para llegar al verdadero conocimiento. En lo referente al diseño de la investigación se concreta de tipo descriptivo, no experimental, con un carácter transeccional o transversal; un censo poblacional de 28 informantes claves sobre un universo de 184 sujetos; se utiliza la observación como técnica de investigación y el cuestionario como instrumento con 69 preguntas y escalamiento Likert; este se validó por expertos y con análisis de confiabilidad mediante el coeficiente Alfa Cronbach de 0.92 como muy confiable. Por último, se encuentra el análisis de la información, así como también los procedimientos adelantados en este trabajo. Por lo anterior, fue preciso delimitar el censo poblacional a estudiar, quedando para esta investigación conformado por: los funcionarios de las diferentes secretarías y de los entes descentralizados que en sus funciones tengan relación directa con la implementación de políticas públicas de innovación tecnológica. Es decir, unidades informantes (funcionarios); que pertenecen a las unidades de análisis (entidades), en total son seleccionados 28 personas que cumplen las características anteriores, además de poseer formación universitaria de pregrado y ejerzan liderazgo en la comunidad.

## Resultados

Luego de haber culminado el desarrollo de la esta investigación en relación a la innovación tecnológica como estrategia de ciudades inteligentes aplicadas a Bosconia, Departamento del Cesar, se obtuvo información y conocimiento de relevancia científica con respecto a las variables de estudio: innovación tecnológica y ciudades inteligentes. A continuación, se presentan los resultados obtenidos de los objetivos planteados en la investigación. Para ello se procede a un análisis descriptivo de los indicadores y dimensiones en forma individual de los resultados obtenidos y posteriormente se hizo un análisis exhaustivo de cada una de las variables en estudio. El análisis se fundamenta en torno al propósito fundamental de la investigación, orientada a formular lineamientos estratégicos para la aplicación de la innovación tecnológica como estrategia de ciudades inteligentes en Bosconia (Cesar - Colombia). Para la organización, procesamiento e interpretación de los datos obtenidos se utilizaron técnicas estadísticas descriptivas aplicadas a

través del programa estadístico IBM SPSS Statistics 23, además se comprobaron los resultados con Microsoft Excel, los cuales permitieron describir y caracterizar, toda la realidad acerca de las variables, sus dimensiones e indicadores.

Por dichas razones, con base en el uso de tablas, cuadros, gráficas y porcentajes, complementados con realización de análisis de varianza, con desviación estándar y coeficiente de variación, además de la frecuencia absoluta. Por esto, se comparan los puntajes de los sujetos participantes, mediante análisis estadístico descriptivo.

**Tabla 1.** Resultados estadísticos

Variables / Dimensión	Dimensiones			Variables		
	Media	$\sigma$	CV	Media	$\sigma$	CV
Innovación tecnológica				3,66	1,08	29,5%
Factores de innovación	3,61	1,11	30,7%			
Etapas de innovación	3,65	1,08	29,6%			
Procesos de innovación	3,70	1,04	28,2%			
Ciudad inteligente				3,70	1,07	28,9%
Tecnologías para ciudades I	3,70	1,14	30,9%			
Herramientas para ciudades I	3,78	1,01	26,8%			
Estrategias para ciudades I	3,68	1,07	29,0%			

Fuente: *elaboración propia*

Al comparar los datos del cuadro anterior con baremos aceptables para este tipo de investigación, se tiene que los resultados para las dimensiones definidas y las variables, los ubica en categoría de alto dominio, sin embargo, se encuentra muy cercano al límite de moderado dominio, por tanto, es necesario reforzar los puntos débiles encontrados no sólo para las dimensiones desviadas de los esperado. En síntesis, la desviación estándar se encuentra en una baja dispersión (dentro del rango

1.01= $\leq x < 1.14$ ), lo que significa una alta confiabilidad de las respuestas tal como lo señala el baremo respectivo, además un coeficiente de variación de 26.8% y de 30.7% considerado por los investigadores como aceptable en los trabajos de investigación de tipo no experimental. En lo que respecta a la variable innovación tecnológica presenta una media aritmética de 3,66 en categoría de alto dominio, una desviación estándar de 1.0 y un coeficiente de variación en 29.5%; sus dimensiones factores de innovación con una media en 3.61, varianza en 1.11 y coeficiente en 30.7%; etapas de innovación con una media en 3.65, varianza en 1.08 y coeficiente en 29.6%; por ultimo procesos de innovación con media en 3.7, varianza en 1.04 y coeficiente en 28.2%. Los resultados para esta variable indican que es viable trabajar para mejorar las falencias detectadas.

Por otra parte en lo que tiene que ver con la variable ciudades inteligentes presenta una media aritmética de 3,7 en categoría de alto dominio, una desviación estándar de 1.07 y un coeficiente de variación en 28.9%; sus dimensiones tecnología para ciudades inteligentes con una media en 3.7, varianza en 1.14 y coeficiente en 30.9%; herramientas para ciudades inteligentes media en 3.78, varianza en 1.01 y coeficiente en 26.8%; por ultimo estrategias para ciudades inteligentes con una media en 3.68, varianza en 1.07 y coeficiente en 29%. De la misma manera, estos resultados indican que es pertinente realizar acciones para mejorar estas falencias. En síntesis, el grado de uniformidad u homogeneidad expresado por los encuestados, demuestra que existe un criterio claramente demarcado. Como se ha dicho, la homogeneidad no debe relacionarse con la repetición de frecuencias, sino con la repetición de valores iguales o muy cercanos entre sí. Lo anterior, indica el comportamiento consustancial de la mayoría de los participantes en estar de acuerdo; solo que para algunos resultado muy de acuerdo; para otros, algo de acuerdo. Esto es, la tendencia general, es hacia valores superiores.

Es importante mencionar, que las estrategias a formular, fueron basadas tanto para aquellos indicadores que resultaron con un alto dominio como para los que resultaron en la categoría moderado, teniendo en cuenta que la desviación encontrada llena de vigor y pertinencia esta investigación. Con estas propuestas se busca fortalecer todas y cada una de las dependencias para que los líderes de las entidades puedan tomar acciones inmediatas para la potencialización de las oportunidades y la

corrección de las debilidades presentes en la actualidad. Los resultados generales para las variables, en lo que respecta a la media aritmética y lo referente con la variación, permiten avizorar un panorama amplio y prometedor, para los lineamientos estratégicos encaminados a ciudades inteligentes.

## Conclusiones

Luego de haber culminado el desarrollo de la presente investigación y con los resultados obtenidos en función del objetivo planteado; con soporte en las técnicas de investigación, con sus instrumentos se esclarece la incidencia de la innovación tecnológica en las ciudades inteligentes, además otras conclusiones como:

Los factores de innovación generan cambios que se promueven en el mundo, los cuales, frente a la globalización, las tendencias económicas, políticas, sociales y educativas producen nuevas maneras de enfrentar los problemas, logrando esto por la prontitud en la toma de decisiones y en la forma de cómo cambia un escenario a otro.

El desarrollo tecnológico va dado por fases que conforman un conjunto de procesos de gestión específicos, adecuados a la tecnología que se trate para identificar, evaluar, distinguir, adquirir, equiparar y utilizar eficientemente en procesos que no concluyen cuando estas son aplicadas a los proyectos que se ejecuten.

Se debe gestionar la innovación en las entidades y la dirección de los recursos, tanto humanos como económicos, con el fin de aumentar la creación de nuevos conocimientos, la generación de ideas, técnicas que permitan obtener nuevos productos, procesos y servicios o mejorar los ya existentes.

Definir un plan de acción cuyo propósito sea enunciar lineamientos de innovación tecnológica que se conviertan en solución a las deficiencias detectadas en esta investigación, además de servir de guía para un uso intensivo de las TIC en la ciudad. Como faro de orientación se seguirían las líneas estratégicas definidas en el PLAN VIVE DIGITAL COLOMBIA, del Ministerio de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones

## Referencias bibliográficas

- Acosta, P. (2013). Desarrollo Local Basado en Conocimiento e Innovación: Caso Agrópolis del Norte. División de Planeación Estratégica y Evaluación de Colciencias.
- BID. (6 de 5 de 2016). [www.iadb.org/es](http://www.iadb.org/es).
- Carreon, H. & Melgoza, R. (2013). México hacia una sociedad del conocimiento. *NOESIS*, 122.
- CINTEL. (2013). Ciudades Inteligentes. RCT.
- Costa, J. (2012). Smart Cities. Libro Blanco.
- CTXT Revista Contexto. (2015). *Dos tercios de la población mundial vivirá en ciudades en 2050*. 2015: Revista Contexto.
- Departamento Nacional de Planeación. (2014). Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018. Bogotá: DNP.
- Manual de Bogotá. (2001). Manual de bogotá. Bogotá: RYCT / OEA / Colciencias.
- Ministerio de Industria y Turismo. (24 de 4 de 2018). [www.minetad.gob.es](http://www.minetad.gob.es)
- MinTIC. (5 de 5 de 2016). [www.mintic.gov.co](http://www.mintic.gov.co)
- Palma, R., Masera, G. & Echegaray, R. (2015). Innovación tecnológica y dinámica industrial en la perspectiva de Joseph Schumpeter. *Revista Iberoamericana de Ingeniería Industrial*, 69-85.
- Pavon, J. & Hidalgo, A. (2003). *Gestión e Innovación: Un Enfoque Estratégico*. Madrid: Editorial Pirámide.
- Ramirez, J. (2015). Escalafón de la competitividad de los departamentos de Colombia 2015. Bogotá: CEPAL.
- Romero, A. (2006). *Tecnología*. Barcelona: Brúixola.
- Schumpeter, J. (1961). *The theory of economic development*. New York: Cambridge:Harvard University Press.
- Sosa, E., Godoy, D., Neis, R., Motta, G., Luft, R., Sosa, D., . . . Quiñones, P. (2013). *Internet del Futuro y Ciudades Inteligentes*. RedUNCI.
- Thomas, H., Bortz, G., & Garrido, S. (2015). *Enfoques y estrategias de desarrollo tecnológico, innovación y políticas públicas para el desarrollo inclusivo*. s.d: REDTISA.
- UNESCO. (24 de 4 de 2018). [www.digital-library.unesco.org](http://www.digital-library.unesco.org)
- Universidad Autonoma de México. (2016). [www.unam.mx](http://www.unam.mx). Obtenido de [www.unam.mx](http://www.unam.mx)



# D

---

## **Desempeños de los estudiantes en las pruebas saber de los grados: 5°, 9° y 11° en el área de ciencias naturales**

*Lina María Mazo Espinosa*

Especialista en docencia universitaria, Docente de la Institución Educativa María Auxiliadora, San Benito Abad.

*Yamil Enrique Molina Rodríguez*

Especialista en docencia universitaria, Docente de la Institución Educativa de Santiago Apóstol, San Benito Abad.

*David de Jesús Acosta Meza*

Estudiante de doctorado en ciencias de la educación, Maestría en ciencias de la educación. Docente de la Corporación Universitaria del Caribe.

### **Resumen**

Este informe presenta los hallazgos de investigación sustentados en la literatura aquí descrita subrayando la correlación existente entre bajo rendimiento académico y el bajo desempeño en las pruebas externas de los estudiantes de la Institución Educativa María Inmaculada del Municipio de San Benito Abad del departamento de Sucre; en su análisis se han tenido en cuenta los factores asociados al proceso evaluativo, las prácticas evaluativas de los docentes, los instrumentos de evaluación utilizados y las condiciones de movilidad social de los estudiantes. De igual manera, se han tenido en cuenta los diversos paradigmas evaluativos que sustentan y orientan la intervención estatal a nivel central, que

a través de la normatividad vigente, rige y condiciona la vida y el desempeño curricular de las instituciones educativas del país, su impacto en la medición de la calidad de los procesos educativos que se imparten y en la perspectiva de futuro de los alumnos que de ella se nutren, generándose un insumo a tener en cuenta en la planificación y en el accionar de la institución educativa ya mencionada.

**Palabras clave:** Pruebas saber, pruebas internas, ciencias naturales, evaluación, docente, niveles de desempeño.

## Abstract

This report presents the research findings supported by the literature described here underlining the correlation between low academic performance and poor performance in the external tests of the students of the María Inmaculada Educational Institution of the Municipality of San Benito Abad of the Department of Sucre; In its analysis, the factors associated with the evaluation process, the evaluative practices of the teachers, the evaluation instruments used, and the students' social mobility conditions have been taken into account. Likewise, the various evaluative paradigms that support and guide state intervention at the central level have been taken into account, and through current regulations, govern and condition the life and curricular performance of the country's educational institutions. impact on the measurement of the quality of the educational processes that are imparted and on the future perspective of the students that are nourished by generating an input to be taken into account in the planning and action of the aforementioned educational institution.

**Keywords:** knowledge tests, internal tests, natural sciences, evaluation, teacher, performance levels.

## Introducción

La evaluación es la acción permanente por medio de la cual se busca apreciar, valorar, estimar, emitir, juicio sobre los procesos pedagógicos, investigativos, de formación del estudiante y sus resultados, con el fin

de orientar, perfeccionar y mejorar su calidad. También se relaciona con los factores del contexto que inciden en tales resultados. La evaluación requiere dar respuesta al perfil referencial, a los conocimientos, habilidades y conductas implicadas, así como también los instrumentos de evaluación en función del tipo de conocimiento implicado en cada resultado de aprendizaje. El logro de la competencia requiere de diferentes momentos de evaluación, hay que contar con formatos diseñados en tal sentido, construir las tareas de tal manera que incluyan los niveles esperados de conocimiento, estrategias y habilidades de lo que los estudiantes deben saber (conocimiento declarativo), de lo que deben ser capaces de hacer (conocimiento procedimental) en las tareas de dominio de conocimiento en el que se está evaluando (conocimiento actitudinal). (Suárez, 2010). Al hablar de calidad en la educación, es innegable la importancia que la evaluación tiene en ella, según Casanova (1999), *"la calidad de la educación depende, en buena medida, de la rigurosidad de la evaluación"*. En este sentido, la rigurosidad no debe entenderse como inflexibilidad o exigencia desmedida al momento de evaluar, es más bien una posición crítica y reflexiva frente al papel de la evaluación en los procesos educativos y concretamente, en la evaluación de los estudiantes, proceso complejo que implica una serie de factores que no sólo dependen de la propia actividad del docente, sino también de ciertos requerimientos de tipo institucional o curricular.

Por lo anterior, la evaluación, debe entenderse como una serie de acciones continuas que los docentes realizan de manera cotidiana en el aula para indagar sobre el nivel de formación que han alcanzado sus estudiantes, y no puede reducirse solamente a los resultados arrojados por los exámenes que son, en última instancia, una simplificación de la evaluación. Estos resultados, si bien son importantes para conocer el grado de adquisición de ciertos conocimientos, habilidades y competencias, constituyen sólo uno de los elementos que forman parte de la evaluación en sentido más amplio. De esta forma, los resultados de los exámenes deben convertirse en un punto de partida para que docentes, coordinadores y directores reflexionen en torno a las prácticas evaluativas y a las prácticas de enseñanza, de tal forma que aquello que se hace en el aula sea significativo y promueva al mismo tiempo actitudes de compromiso, interés y responsabilidad en los estudiantes, que conllevarán a un aprendizaje significativo y de largo plazo (Córdoba, 2006). Se subraya que la falta de coherencia entre los procesos de enseñanza-aprendizaje y la evaluación de los mismos no genera oportunidades de mejoramiento

en el desarrollo de los planes de estudio, programas de áreas que se manejan y se proponen en las renovaciones curriculares de la educación colombiana. Inclusive, no hay coherencia entre los modelos pedagógicos, los objetivos de los proyectos educativos institucionales.

Por ello, en el marco del mejoramiento de la calidad educativa en Colombia, en las últimas décadas, se han orientado algunos esfuerzos en reflexionar sobre la evaluación, y sobre lo fundamental de esta práctica pedagógica, de esta manera, el Ministerio de Educación Nacional (MEN), con la Ley General de Educación de 1994, el Decreto reglamentario 1860 de 1994, el Decreto 230 de 2002 y más precisamente con el Decreto 1290 del 2009, centra la evaluación de los aprendizajes en los desempeños de los estudiantes frente a los estándares básicos de competencias, por lo que la evaluación debe enfocarse al cumplimiento de objetivos, alcance de logros o desarrollo de competencias del estudiante. El sentido de la normatividad vigente, nos señala que la evaluación debe ser coherente con los contenidos y las estrategias que lo potencian, es decir, los aspectos a evaluar deben ser consistentes con los conceptos, los procedimientos y las actitudes señaladas en los objetivos. Nótese en el campo de la evaluación al igual que en los objetivos, es tridimensional (conceptos, procedimientos y actitudes). Por lo general, la evaluación ha girado en torno a lo conceptual y muy poco sobre el aspectos procedimental y actitudinal (Rodríguez & Otros, 2008). Las anteriores razones son condición suficiente para valorar la importancia de los procesos evaluativos y su utilidad en los procesos de enseñanza y aprendizaje en la educación, especialmente, en instituciones educativas rurales, cual es el caso de la Institución Educativa María Inmaculada de San Benito Abad, en donde coexisten, según nuestra observación tendencias curriculares enraizadas en esquemas tradicionales de enseñanza, por tanto esta investigación aborda la caracterización de las variables cuantitativas Prueba Saber de los grados 3°, 9° y 11°, en las cuales, el análisis cuantitativo de las pruebas Saber de los años 2015 y 2016 permita conocer si existe alguna correlación entre evaluación y rendimiento académico.

La anterior situación, coadyuva al cuestionamiento con el cual se expone el problema de investigación: ¿Qué características del desempeño académico presentan los estudiantes de los grados 5°, 9° y 11° de las pruebas saber en el área de Ciencias Naturales en la Institución Educa-

tiva María Inmaculada del municipio de San Benito abad, Sucre?; siendo el Caracterizar los desempeños académicos de los estudiantes en las pruebas Saber de los grados 5°, 9° y 11° en el área de Ciencias Naturales de los años 2015 - 2016 de la Institución Educativa María Inmaculada del municipio de San Benito abad Sucre. En consecuencia el objetivo general de la presente investigación, es determinar los desempeños académicos de los estudiantes de los grados 5°, 9° y 11° en las pruebas Saber en el área de Ciencias Naturales de los años 2015-2016 con base a los resultados; correlacionar los desempeños académicos de las pruebas Saber de los estudiantes de los grados 5°, 9° y 11° en el área de Ciencias Naturales de los años 2015-2016 con los resultados internos de los estudiantes en el área y el proponer estrategias de mejoras en los desempeños académicos de los estudiantes de la institución educativa María Inmaculada en el área de Ciencias Naturales para alcanzar niveles de apropiación del conocimiento de las ciencias y las competencias como objetivos específicos. El equipo investigador parte del hecho de que en el sistema educativo colombiano, el Estado a través del Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior (ICFES), debe reconocer la importancia y la trascendencia de las pruebas de conocimientos y competencias que presentan los estudiantes prueba Saber 3°, 5°, 9° y del último nivel de la media vocacional, ya que miden el nivel de los procesos educativos de las instituciones que presentan este servicio, ya sean de carácter oficial o privado.

Es importante mencionar que un buen porcentaje de los estudiantes aspiran a ingresar a la universidad para continuar con sus estudios tecnológicos o profesionales, por lo que un buen porcentaje en las pruebas de estado significa ingresar a una institución superior de carácter oficial. Pero no se trata de que los estudiantes ingresen a la universidad, es más importante la formación integral de los estudiantes. A través de la aplicación de los estándares de competencias se pretende formarlos para que no se limiten a acumular conocimientos, sino que aprendan lo que es pertinente para la vida y aplicarlo para solucionar problemas nuevos en situaciones cotidianas. De igual manera no se deja de lado la formación disciplinar y para ello se deben desarrollar en los estudiantes las habilidades para explorar hechos y fenómenos, analizar problemas, observar, recoger y organizar información relevante, utilizar diferentes métodos de análisis, evaluar métodos y compartir resultados, además formar en ciencias implica contribuir a la formación de ciudadanos y

ciudadanas capaces de razonar, debatir, producir, convivir y desarrollar al máximo su potencial creativo, por tanto, se debe promover una educación crítica, ética, tolerante con la diversidad y comprometida con el medio ambiente; una educación que se constituya en puente para crear comunidades con lazos de solidaridad, sentido de pertenencia y responsabilidad frente a lo público y lo nacional.

## Metodología

La investigación se enmarcó desde la teoría fundamentada que “se refiere a una teoría derivada de datos recopilados de manera sistemática y analizados por medio de un proceso de investigación” (Strauss & Corbin, 1998, citado por Forero, 2010, pág. 29). Se basa en los datos por eso es más posible que genere conocimientos, aumente la comprensión y proporcione una guía significativa para la acción. En ella también es importante la creatividad de quien investiga, pues es necesario que esté en la capacidad de buscar y explorar diferentes posibilidades de pensamiento y expresión. Para abordar este estudio de investigación se utilizó un enfoque cuantitativo descriptivo. Según Briones (2008), en este tipo de estudio se recoge y analizan datos cuantitativos sobre variables. La investigación cuantitativa trata de determinar la fuerza de asociación entre variables, la generalización y objetivación de los resultados a través de una muestra para hacer inferencia a una población de la cual toda muestra procede. Tras el estudio de la asociación pretende, a su vez, hacer inferencia causal que explique por qué las cosas suceden o no de una forma determinada.

## Población y muestra

La investigación se llevó a cabo en la Institución Educativa María Inmaculada, que se encuentra ubicada en el municipio de San Benito Abad, en la subregión geográfica: San Jorge del departamento de Sucre. La población objetivo de este estudio estuvo representada por 2 docentes del área de Ciencias Naturales y Educación Ambiental y 156 estudiantes del grado 5° año 2015, 99 estudiantes del grado 5° año 2016, 129 estudiantes del grado 9° año 2015, 157 estudiantes de 9° año 2016, 76 estudiantes del grado 11° año 2015 y 122 estudiantes de grado 11° año 2016, de la Institución Educativa María Inmaculada de San Benito Abad en el departamento de Sucre. Se tomó el 100% de la población.

## Instrumentos de recolección de información

Se recurrió a la revisión de documental, lo que permitió identificar las investigaciones elaboradas con anterioridad, las autorías y sus discusiones; delinear el objeto de estudio; construir premisas de partida; consolidar autores para elaborar una base teórica; hacer relaciones entre trabajos; rastrear tres preguntas y objetivos de investigación; observar las estéticas de los procedimientos (metodologías de abordaje); establecer semejanzas y diferencias entre los trabajos y las ideas del investigador; categorizar experiencias; distinguir los elementos más abordados con sus esquemas observacionales; y precisar ámbitos no explorados. Con esta técnica de recolección de datos e información se trató de encontrar en los documentos institucionales, todo lo referentes a los resultados de las pruebas externas como son las pruebas saber ICFES de los años 2015 y 2016 de los grados.

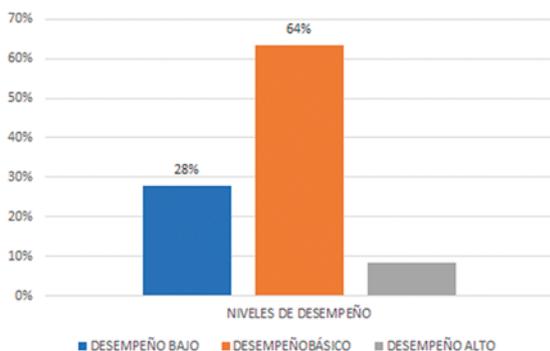
## Procedimientos

El procedimiento para emplear el análisis documental parte de un proceso comunicativo que permite la recuperación de información para su análisis y trasmisión; se sigue con un proceso de transformación en el que un documento de base, es sometido a un proceso de análisis, generando un producto teórico de fácil acceso y difusión, como último paso, se sintetiza e interpreta la información estudiada que permite su contrastación, verificación, evaluación a partir de una expresión formal dada. Se toman los grados 5°, 9° y 11° sus resultados en pruebas externas y los resultados de las pruebas internas del área de ciencias naturales llevadas a cabo en años 2015 y 2016, se analizaron de manera individual y se correlacionan los resultados de las pruebas internas y externas y con unas teorías y postulados de referencia para darle sentido y fundamento.

## Resultados y análisis de información

Para el análisis de los datos que se recolectaron a través de la aplicación de los instrumentos, inicialmente se tabularon en una hoja de cálculo de Microsoft Excel, luego con la ayuda de dicho programa se calcularon los porcentajes y se realizaron las gráficas correspondientes de cada una de las variables a medir.

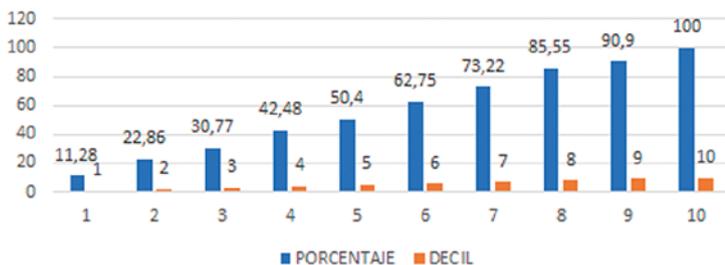
**Figura 1.** Resultados prueba interna 9° grado, 2015 para Ciencias Naturales en la Institución Educativa María Inmaculada



Fuente: *elaboración propia*

La gráfica muestra que la mayoría de los estudiantes se encuentran en niveles de desempeño bajo y básico, lo que constituye un ítem destacable para el desarrollo de la presente investigación por subraya una posible deficiencia en el sistema evaluativo empleado.

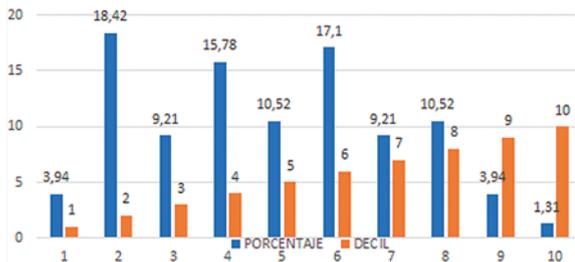
**Figura 2.** Rango poblacional del decil Saber 11° grado, 2015 para el área de Ciencias Naturales con relación al límite superior para cada decil en la Institución Educativa María Inmaculada



Fuente: *elaboración propia*

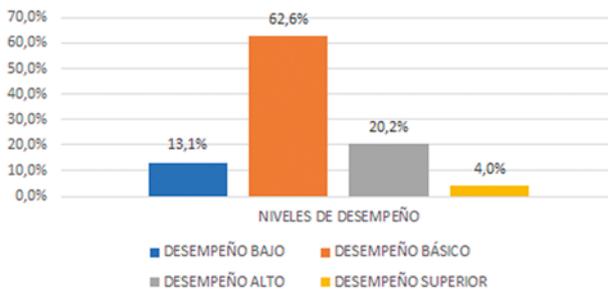
Los deciles reafirman el bajo desempeño de los estudiantes en el área de ciencias naturales en las pruebas externas, en consonancia con el expuesto sobre pruebas internas.

**Figura 3.** Porcentaje de estudiantes en cada decil en la Prueba Externa de 11<sup>o</sup> grado, 2015 para el área de Ciencias Naturales de la Institución Educativa María Inmaculada



Fuente: elaboración propia

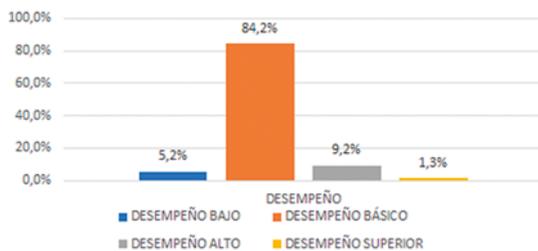
**Figura 4.** Nivel de desempeño en la prueba interna 5<sup>o</sup> grado, 2016. Porcentaje de estudiantes para el área de Ciencias Naturales de la Institución Educativa María Inmaculada



Fuente: elaboración propia

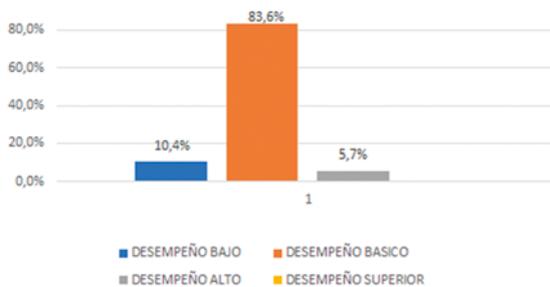
Se confirma la tendencia hacia el desempeño bajo y básico de los estudiantes en pruebas internas del 2015 en el área de Ciencias Naturales.

**Figura 5.** Nivel de desempeño en la prueba interna 11° grado, 2015. Porcentaje de estudiantes para el área de Ciencias Naturales de la Institución Educativa María Inmaculada



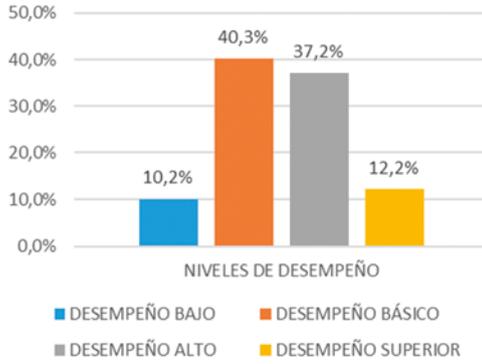
Fuente: *elaboración propia*

**Figura 6.** Resultados Internos 11° grado, 2016. Porcentaje de estudiantes para el área de Ciencias Naturales de la Institución Educativa María Inmaculada.



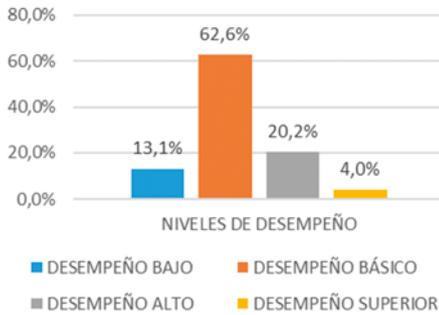
Fuente: *elaboración propia*

**Figura 7.** Resultados internos 5° grado, 2015. Porcentaje de estudiantes para el área de Ciencias Naturales de la Institución Educativa María Inmaculada



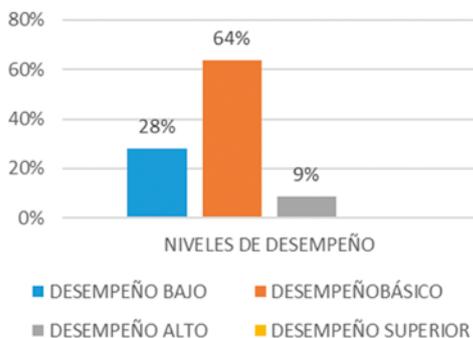
Fuente: *elaboración propia*

**Figura 8.** Resultados prueba interna 5° grado, 2016. Porcentaje de estudiantes para el área de Ciencias Naturales de la Institución Educativa María Inmaculada



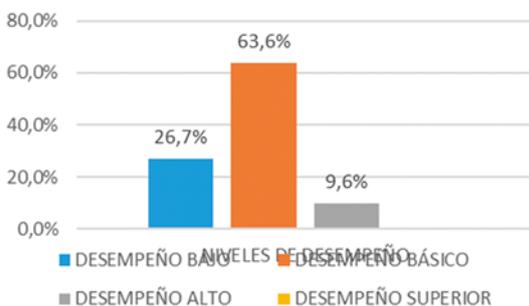
Fuente: *elaboración propia*

**Figura 9.** Resultados prueba interna 9° grado, 2015. Porcentaje de estudiantes para el área de Ciencias Naturales de la Institución Educativa María Inmaculada



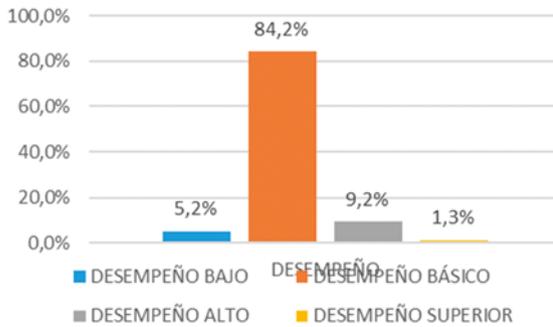
Fuente: *elaboración propia*

**Figura 10.** Resultados prueba interna 9° 2015. Porcentaje de estudiantes para el área de Ciencias Naturales de la Institución Educativa María Inmaculada



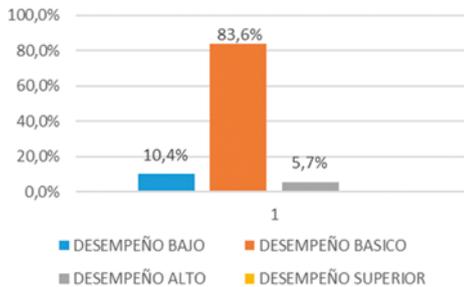
Fuente: *elaboración propia*

**Figura 11.** Resultados Prueba interna 11° grado, 2015. Porcentaje de estudiantes para el área de Ciencias Naturales de la Institución Educativa María Inmaculada



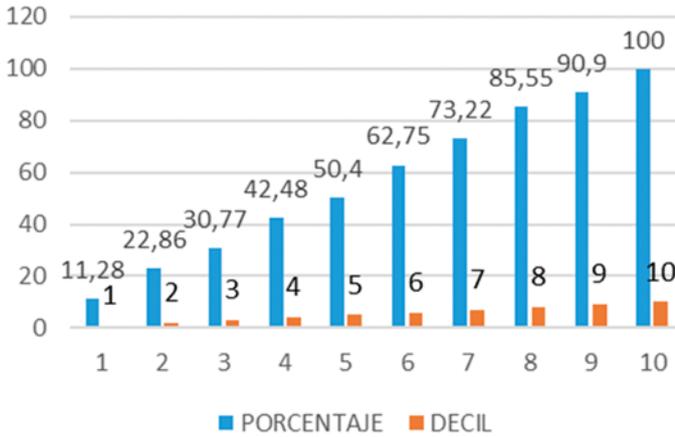
Fuente: elaboración propia

**Figura 12.** Resultados Prueba interna 11° grado, 2016. Porcentaje de estudiantes para el área de Ciencias Naturales de la Institución Educativa María Inmaculada



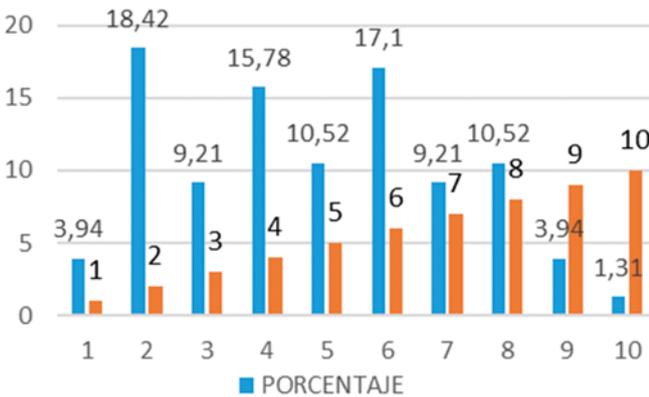
Fuente: elaboración propia

**Figura 13.** Rango poblacional del decil saber 11° grado, 2015 en Ciencias Naturales con relación al límite superior para cada decil establecido por el ICFES



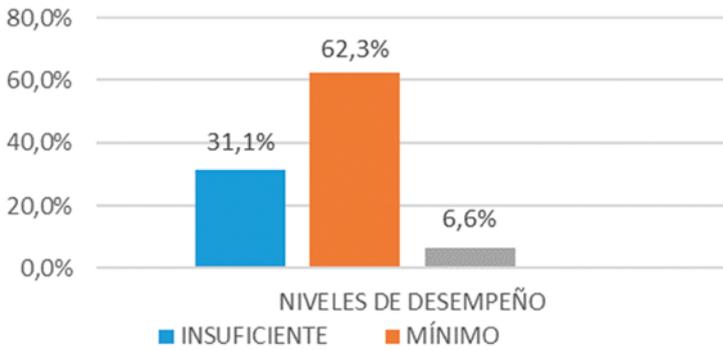
Fuente: *elaboración propia*

**Figura 14.** Porcentaje de estudiantes en cada decil, 2015 para el área de Ciencias Naturales de la Institución Educativa María Inmaculada



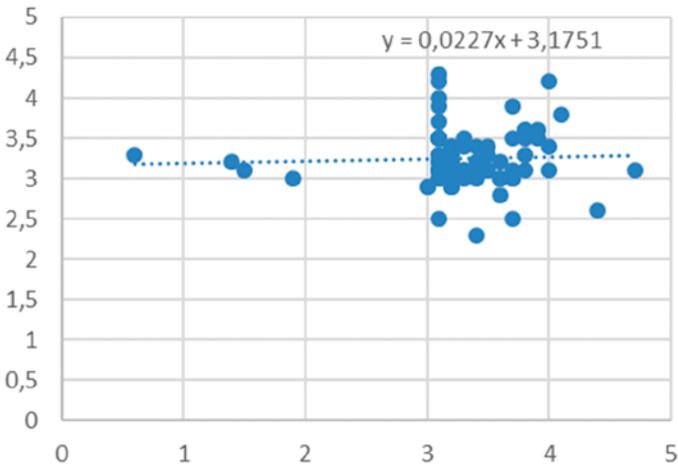
Fuente: *elaboración propia*

**Figura 15.** Prueba Externa 11° grado, 2016. Porcentaje de estudiantes para el área de Ciencias Naturales de la Institución Educativa María Inmaculada



Fuente: elaboración propia

**Figura 16.** Resultados correlación estadística pruebas externas – Resultados pruebas internas 2015-2016.



Fuente: elaboración propia

Se prueba que existe una correlación estadística entre los resultados de las pruebas internas y los resultados en pruebas externas de los es-

tudiantes de la Institución Educativa María Inmaculada de San Benito Abad, de los grados: 5º, 9º y 11º. Al analizar la información de los resultados se evidencia como los niveles de desempeño de los estudiantes en el área de Ciencias Naturales en la Institución Educativa María Inmaculada del municipio de San Benito, se mantienen en niveles básico durante los años 2015 y 2016; no se evidencian progresos en los resultados de pruebas externas, y antes por el contrario, hay un retroceso en los índices de desempeño del número de estudiantes que migran del nivel básico al bajo, y aun peor, son muy pocos los que alcanzan niveles satisfactorios o avanzados durante los años aquí mencionados. Al realizar la correlación estadística entre los resultados de las pruebas externas e internas de los años 2015 – 2016, se evidencia que esta es válida y que en la medida en que los resultados del desempeño de los estudiantes internamente en el área de Ciencias Naturales se mantiene bajo y básico, en esa misma proporción los estudiantes de los grados objeto de estudio no obtuvieron buenos resultados en su participación en las pruebas externas, constituyéndose, posiblemente, en una relación causal significativa en la medida en que unos resultados implican los otros.

Estos resultados muestran, además, que no se alcanzaron estándares de calidad en el desempeño de los estudiantes en el área de Ciencias Naturales en los grupos evaluados, muy a pesar de contar con las herramientas teórico conceptuales legales que apuntalan la labor docente en relación a lo que debe enseñar, hacia donde apuntar curricularmente para mejorar institucionalmente en cada área evaluada, lo cual podría constituirse en un indicador de que el docente no está haciendo una lectura significativa de los insumos que suministra el ICFES y que posibilitan tomar decisiones a través de un plan de mejoramiento, que contempla el PEI pero que, no es conocido, según el decir del docente, por los miembros de la comunidad educativa.

## Discusión teórica

Desde el paradigma conductista la evaluación está centrada en exámenes y trabajos y tiende a asimilarse con la calificación, generalmente sancionatoria, frente a los resultados, productos o alcances del estudiante. El producto es entendido como la ejecución mecánica de acciones repetitivas que no da lugar a la reflexión sobre la conducta realizada. Tales

conductas deben ser medibles y cuantificables y su valoración realizada a partir de criterios definidos con base en los objetivos previamente establecidos (Gutiérrez & Ortega, 2002, citado por Duque & Perdomo, 2014). Lo anterior coadyuva que el estudiante se preocupe por obtener una buena calificación y no por la apropiación del conocimiento. En este modelo se parte del supuesto de que todos los alumnos son iguales, por lo tanto, todos reciben la misma información y, en consecuencia, se califica generalmente de la misma manera, con los mismos instrumentos y pautas y como medio de poder y control. Implícitamente los maestros emplean este recurso para hacer entender a los alumnos que ellos son los que mandan y que si siguen sus normas recibirán el premio reflejado en la calificación aprobatoria. El profesor es una persona dotada de competencias aprendidas que transmite conforme a una planificación realizada en función de objetivos específicos determinados a priori. En este sentido el estudiante es considerado como un receptor y su misión es aprender lo que se le enseña, recordando entonces que el sentido de la evaluación se centra en el producto (Gutiérrez & Ortega, 2002 citado por Duque & Perdomo, 2014).

Según Sacristán (2009), las prácticas evaluativas constituyen los procedimientos y mecanismos utilizados por los profesores en el acto de la evaluación, representa una serie de historias docentes y cuya práctica se ha convertido en hábitos sobre los cuales no hay un control explícito. Acevedo (2003), las define como los procedimientos que utiliza el docente en el aula y que sirven para indagar sobre los conocimientos previos que ya posee el estudiante para intervenir adecuadamente en el proceso de desarrollo de sus capacidades (Guío, 2011, pág. 24). En estos términos, se asume que las prácticas evaluativas nacen de un conjunto de acciones desarrolladas en el salón de clases o en aquellos espacios que dan cuenta del currículo en acción, donde el objetivo de la evaluación depende de la manera como ésta se conciba por parte del docente. Escalante (1993), señala que evaluación y práctica educativa guardan una relación estrecha ya que ambas quedan inmersas en la organización y desarrollo del trabajo escolar. Define como *práctica educativa* las formas en que se expresan, relacionan, integran y determinan, de manera explícita e implícita, los principales elementos (maestro, alumno, normas, contenidos, tradiciones pedagógicas, métodos, etc.) que influyen en el aprendizaje escolar y en su orientación (Morales, Valverde, & Olmedo, 2016, pág. 90).

Según Gimeno (1994), *la Práctica Evaluativa* es una actividad que se desarrolla siguiendo unos usos, cumple múltiples funciones, se apoya en una serie de ideas y formas de realizarla y que es la respuesta a unos determinados condicionamientos de la enseñanza institucionalizada (Morales, Valverde & Olmedo, 2016, pág. 90). En este sentido, *prácticas evaluativas*: son prácticas de aprendizaje y de enseñanza y tienen que ver con el lugar de la producción del conocimiento por parte del estudiante y con la posibilidad de que el educador intervenga en ese proceso. En el mismo sentido, la Ley 115 de 1994, la evaluación está fundamentada por procesos la cual debe estar dinamizada por unas prácticas evaluativas renovadas donde la participación activa del estudiante sea promovida, tanto en forma individual como en grupo, lo mismo que la expresión escrita y la autoevaluación. De la misma manera, la evaluación al docente es necesaria, en perspectiva de un mejor desempeño pedagógico. Las prácticas pedagógicas son para los docentes todas las herramientas y estrategias que utilizan para la orientación de las clases, en donde los principales principios pedagógicos que promueven los docentes se fundamentan en el respeto, la equidad, la responsabilidad, lealtad, ética y comunicación.

Estas deben orientarse adecuadamente, siendo pertinentes y relevantes al proceso formativo, deben potencializar del desarrollo humano, permitir la socialización entre pares, promulgar el respeto, la igualdad, deben ser espacios amigables de construcción colectiva, donde el que tenga la razón, no siempre sea el docente, de tal forma que signifique una realidad agradable, para el estudiante y no un espacio donde los estudiantes, se alejen o vivan en un lugar de indiferencia y exclusión, aproximándolos al fracaso escolar (Zambrano, 2000, citado por Loaiza, Duque, Parra, Vallejo, Vallejo & Rodríguez, pág. 9). Como lo expresa un estudiante, en ocasiones uno se siente triste, porque no es escuchado, y todo en la universidad es impuesto, no hay tiempo ni para hablar porque como los docentes están tan ocupados, uno tiene problemas y no alcanza a terminar una actividad o taller, y no se tiene en cuenta y lo que pasa es que le ponen una mala nota, eso es muy desmotivante y mejor uno quisiera salirse de la carrera y ponerse a trabajar". La práctica pedagógica "como el saber teórico-práctico generado por los pedagogos a través de la reflexión personal y dialogal sobre su propia práctica pedagógica, especialmente en el proceso de convertirla en praxis pedagógica, a partir de su propia experiencia y de los aportes de las otras prácticas y disciplinas que se insertan en su quehacer" (Vasco, 1990, pág. 2). En este sentido podemos entender que las prácticas pedagógicas deben partir

de un referente teórico el cual dirige a la praxis, deben ser producto de la reflexión del quehacer diario, relacionan no solamente el conocimiento con una sola área específica, sino que además puede existir interrelación o transversalidad entre varias áreas del conocimiento.

Ahora bien, los postulados de los autores mencionados guardan relación con este trabajo por su postura sobre las prácticas pedagógicas, llevando a tomar una elección de tipo formativa en tanto contribuye a la formación del otro. Además, las prácticas pedagógicas deben ser coherentes con una elección teórico- pedagógica y con una asignatura donde se aplique, teniendo en cuenta una meta formativa coherente con la naturaleza de la asignatura. Hay que considerar que, desde el enfoque de aprendizaje significativo, David Ausubel, plantea que el aprendizaje del alumno depende de la estructura cognitiva previa que se relaciona con la nueva información, debe entenderse por estructura cognitiva, al conjunto de conceptos, ideas que un individuo posee un determinado campo de conocimiento, así como su organización. Es el proceso de orientación del aprendizaje, es de vital importancia conocer la estructura cognitiva del alumno; no solo se trata de saber la cantidad información que posee, sino cuáles son sus conceptos y proposiciones que maneja, así como de su grado de estabilidad. Los principios de aprendizaje propuestos por Ausubel, ofrecen el marco para el diseño de herramientas meta cognitivas que permiten conocer la organización de la estructura cognitiva del educando, lo cual permitirá una mejor orientación de la labor educativa, está ya no se verá como una labor que deba desarrollarse con mentes en blanco o que el aprendizaje de los alumnos comience de cero. Pues no es así, sino que, los educandos tienen una serie de experiencias y conocimientos que afectan su aprendizaje y puedan ser aprovechados para su beneficio (Soria, Giménez, Fanlo & Escanero, pág. 4).

Ausubel resume este hecho en el epígrafe de su obra de la siguiente manera: "Si tuviese que reducir toda la psicología educativa a un solo principio, enunciaría este: El factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe. Averíguese esto y enséñese consecuentemente" (Moreno, Rodríguez & Sánchez, 2011, pág. 154). El aprendizaje significativo ocurre cuando una nueva información "se conecta" con un concepto relevante "subsuntor" preexistente en la estructura cognitiva, esto implica que, las nuevas ideas, conceptos y proposiciones puedan ser aprendidos significativamente en la medida que otras ideas, conceptos y proposiciones relevantes estén adecua-

das, claras y disponibles en la estructura cognitiva del individuo y que funcionen como un punto de "anclaje" a las primeras (Cabero, Romero, Castaño, Román, Barroso & Llorente, 2007). Es decir, que aprender significa que los nuevos aprendizajes conectan con los anteriores no porque sean lo mismo, sino porque tienen que ver con estos de un modo que se crea un nuevo significado. Aprender haciendo: John Dewey, es el autor representante de la teoría que defiende que al hacer se aprende de manera significativa, representante de la pedagogía desde cuando defiende sus postulados, aprender haciendo tiene como finalidad utilizar íntegramente las capacidades de las personas para que puedan ser incorporadas a la vida social la resolución de problemas, donde el aprendizaje es el resultado y el premio por la acción con el objetivo. En base a su teoría expone que la enseñanza tiene como objetivo colocar los intereses y necesidades del alumno como base del acto de educar. Dewey propone cambios en la forma de concebir a la educación:

Plantea que la escuela debe ser una institución donde los avances de la sociedad se puedan transmitir directamente a las nuevas generaciones, no a través de métodos formalizados o de una pedagogía inerte, sino a partir de una escuela que permita al niño construir, crear e indagar activamente en un ambiente colectivo; lo que haría posible convertir a los niños y a los jóvenes en miembros participantes y constructivos de una sociedad democrática. Dewey estaba convencido de que la educación y la democracia se encontraban indisolublemente ligadas. En una sociedad democrática, el estado debe hacerse cargo de la educación y promover que todo el mundo pueda acudir a la escuela, independientemente de su género, religión, destreza individual o clase social- acceso universal de los niños a la escuela (Sujeto, educación y sociedad, 2011). Para Dewey el método del "aprender haciendo" tenía que presentar situaciones en las que los problemas se refirieran a la vida común y tanto el método de enseñanza del docente, como el método de aprendizaje del alumno, debían ser aspectos de un método general de investigación. Por lo tanto, el método más adecuado para la enseñanza es el método de los problemas, caracterizado por referirse a algunas experiencias del estudiante. Es decir, el punto de partida debe ser alguna situación empírica. Otra etapa del método, es una inspección de los datos que se tienen a la mano y que pueden brindar una solución al problema; posteriormente, se debe conformar una hipótesis y finalmente, someter la hipótesis a la prueba de la experiencia (Schmidt, 2006, pág. 1). Dewey

confiaba en una educación basada en la actividad práctica, que superara los problemas de conducta y disciplina de los estudiantes.

Escuela activa: Dewey, se basaba en un aprendizaje por experimentación e imaginación, fue creada a finales del siglo XIX, para eliminar la escuela que predominaba, la tradicional. Esta escuela no se creó al azar, sino por circunstancias históricas, políticas, sociales y culturales. Es una modificación de la escuela tradicional del Siglo XIX y XX, se desarrolla un tipo de educación, la denominada educación de párvulos o educación infantil, con la ayuda de precursores como Rousseau, Froebel, Pestalozzi, etc., a finales del siglo XIX, se crea una asociación para elaborar la escuela nueva, En Norteamérica encontramos a John Dewey, un filósofo que formó parte de una escuela como profesor o maestro. Difundió la escuela nueva, apuesta a una escuela moderna, diferente a la tradicional en ella se encuentra: "El niño no es un recipiente vacío, esperando a que lo llenen de conocimientos" (Medull, 2011).

## Conclusiones

Inicialmente, se contradice la intención del ICFES, cuyos resultados han de ser tomados como un instrumento que posibilita la toma de decisiones en pro de mejorar la calidad de las instituciones educativas, cuyas planificaciones, programaciones y demás elementos teleológicos deberían ser orientados al logro de los estándares de calidad y de los derechos básicos de aprendizajes, y que en este caso en concreto, no se evidencian avances ni en el desempeño evaluativo interno ni externo en el área de ciencias naturales en los diferentes grados evaluados por esta entidad gubernamental. Al realizar una observación del desarrollo evaluativo en el área de ciencias naturales en los diferentes grados objetos de estudio, se evidenció que no se utilizan innovaciones tecnológicas o pedagógicas en el desarrollo cotidiano de las clases y o de las evaluaciones, lo que podría repercutir negativamente en los resultados de las pruebas al utilizar modelos conductistas en el diseño y aplicación de las pruebas internas en relación a la evaluación de competencias que utiliza el ICFES (Armando & Julieta, 2005).

Desde la investigación desarrollada en Bogotá durante los años 2009 y 2013, en relación al desempeño de los estudiantes capitalinos en las

área de matemáticas y ciencias naturales, se dice que los estudiantes e instituciones que mejoraron significativamente sus resultados fueron aquellas que implementaron planes de mejoramiento institucional en tal sentido, y que aquellas que no, simplemente, no lo hicieron, éste parece ser el caso de la Institución María Inmaculada, donde no existe un plan de acción tendiente a cumplir con la meta de mejorar el desempeño en las evaluaciones de sus estudiantes en las pruebas internas y externas. Con Chica, Galvis & Ramírez (2009) y Cameron & Trivedi (2005), se puede establecer que posiblemente en los resultados está influyendo el bajo nivel académico de los padres, las condiciones ambientales en que se desenvuelven los estudiantes, el uso de herramientas tecnológicas y de infraestructuras telemáticas tanto en el hogar como en la comunidad para fines educativos, siendo éste último, un factor determinante para alcanzar y mejorar las posibilidades del estudiante para alcanzar resultados buenos en las pruebas evaluativas internas o externas.

En Gaviria & Barrientos (2001), confirman lo hasta aquí dicho en torno a los resultados obtenidos por los estudiantes de la Institución María Inmaculada en el área de ciencias naturales en pruebas internas y externas, agregando como la inversión en factores de calidad en las instituciones educativas podría contribuir al mejoramiento de la calidad educativa, cual fue el caso de Bogotá desde el 2009 hasta el 2013 y que resulta un indicador a tener en cuenta por parte de los directivos por la institución objeto de estudio de la presente investigación. Jurado (2005), encontró que las prácticas de gestión institucional, la programación de proyectos a largo plazo y las relaciones entre los miembros de la comunidad educativa correspondiente, entre otros, constituyeron distinciones asociables con el nivel de desempeño en las pruebas, y esto resulta inexistente en la institución María Inmaculada, lo que podría contribuir a explicar el bajo nivel de desempeño de los estudiantes, pues, no se podría hablar de comunidad educativa, en cuanto en el proceso de enseñanza aprendizaje solo intervienen el docente y los estudiantes, pues los padres o acudientes no asisten regularmente a la institución y cuando lo hacen sólo es para recoger informes académicos, de tal manera que el peso del mejoramiento del desempeño de los estudiantes recae únicamente en el docente y los directivos docentes.

Desde el paradigma conductista y por lo dicho por Gutiérrez & Ortega (2002), se puede afirmar que al utilizar las notas como único elemento

de juicio que posibilita establecer el nivel de desempeño de los estudiantes, la evaluación tendrá un carácter sumativo, yendo en contravía con la evaluación por competencias que el ICFES utiliza, lo que podría coadyuvar al bajo nivel de desempeño de los estudiantes (Sacristán, 2009, citado por Guío, 2011).

## Referencias bibliográficas

- Armando, M., & Julieta, S. (2005). *Implementación del proyecto pro-saber grado 11 Colegio EKKLESIA*.
- Barrientos, J. (2008). Calidad de la educación pública y logro académico en Medellín 2004-2006. Una aproximación por regresión intercuartil. *Lecturas de Economía, Universidad de Antioquia. No. 68.* , pp 121-144. Recuperado de: <https://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/lecturasdeeconomia/article/download/267/214>.
- Briones, G. (2008). *Metodología de la investigación cuantitativa en las ciencias sociales*. Bogotá, Colombia: ICFES. ISBN: 958-9329-09-8. Recuperado de: <https://metodo-investigacion.files.wordpress.com/2008/02/metodologia-de-la-investigacion-guillermo-briones.pdf>.
- Cabero, J., Romero, R., Castaño, C., Román, P., Barroso, J., & Llorente, M. d. (2007). *Diseño y producción de TIC para la formación*. Barcelona: Editorial UOC. ISBN: 978-84-9788-163-0.
- Casanova, M. (1999). *Manual de evaluación educativa*. 6.ª ed. Madrid: Editorial La Muralla.
- Chica, S. M., Galviz, M., & Ramírez, A. (2009). *Determinantes del rendimiento académico en Colombia Pruebas Saber ICFES 11º*. Bogotá, Colombia: Universidad EAFIT.
- Córdoba, F. (2006). La evaluación de los estudiantes: Una discusión abierta. *Revista Iberoamericana de Educación, N° 39*, ISSN: 1681-5653).
- Correa, J. (2004). Determinantes del rendimiento educativo de los estudiantes de secundaria en Cali: Un análisis multinivel. *Revista Sociedad y Economía. No. 6*, pp. 81-105. Recuperado de: [http://historiayespacio.univalle.edu.co/index.php/sociedad\\_y\\_economia/article/download/3866/5902/0](http://historiayespacio.univalle.edu.co/index.php/sociedad_y_economia/article/download/3866/5902/0).
- Duque, G., & Perdomo, M. (2014). Conceptos de evaluación en relación con los paradigmas psicológicos de la educación. *Amazona Investiga 3 (5)*,

- pp. 103-118, Florencia, Colombia. Recuperado de: [www.udla.edu.co/revistas/index.php/amazonia-investiga/article/download/53/52](http://www.udla.edu.co/revistas/index.php/amazonia-investiga/article/download/53/52).
- Forero, C. M. (2010). La investigación en el aula como estrategia de acción docente: Aproximación desde el paradigma cualitativo. *Docencia Universitaria, Volumen 11*, pp. pags 13-54.
- Gaviria, A. & Barrientos, J. (2001). *Determinantes de la calidad de la educación en Colombia*. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación. Recuperado de: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Estudios%20Economicos/159.pdf>.
- Gaviria, A. & Barrientos, J. (2001). Calidad de la educación y rendimiento académico en Bogotá. *Coyuntura Social*, pp. 111-127. ISSN 0121-2532. Recuperado de: <http://www.repository.fedesarrollo.org.co/handle/11445/1759>.
- Guío, F. (2011). *Concepciones y prácticas evaluativas de los docentes de Educación Física en colegios distritales de la localidad de Usaquén*. Bogotá, Colombia: Universidad de la Sabana. Recuperado de: [https://intellectum.unisabana.edu.co/bitstream/handle/10818/1660/Fernando\\_Gu\\_o\\_Guti\\_rrez.pdf?sequence=1](https://intellectum.unisabana.edu.co/bitstream/handle/10818/1660/Fernando_Gu_o_Guti_rrez.pdf?sequence=1).
- Jurado, F. (2005). El concepto de competencia en los contextos de evaluación externa: Un estudio de caso. *En Revista Enunciación No. 10*, pp. 22-30. Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá, Colombia.
- Ley 115. (1994). *Ley general de educación*. Bogotá, Colombia: Gaceta Oficial del Congreso de la República.
- Loaiza, Y., Duque, P., Parra, A., Vallejo, C., Vallejo, S. & Rodríguez, J. C. (s.f.). *Contexto de las prácticas pedagógicas de los maestros y los docentes*. Universidad Católica de Manizales (Colombia). Recuperado de: <http://ridum.umanizales.edu.co:8080/jspui/bitstream/6789/1255/1/Contexto%20de%20las%20practicass%20pedagogicas%20de%20los%20maestros%20y%20los%20docentes.pdf>.
- Medull. (2011). *Dewey y la escuela nueva*. Recuperado de: [https://medull.webs.ull.es/pedagogos/DEWEY/DEWEY\\_Y\\_LA\\_ESCUELA\\_NUEVA\\_2.pdf](https://medull.webs.ull.es/pedagogos/DEWEY/DEWEY_Y_LA_ESCUELA_NUEVA_2.pdf).
- Morales, O., Valverde, Y. & Olmedo, O. (2016). Evaluación y prácticas evaluativas. *Revista UNIMAR, 34 (1)*, pp. 87-94. Universidad Mariana, San Juan de Pasto, Nariño, Colombia. Recuperado de: <http://www.umariana.edu.co/ojs-editorial/index.php/unimar/article/view/File/1136/pdf>.
- Moreno, N., Rodríguez, L., & Sánchez, J. D. (2011). *La salida de campo... se hace escuela al andar*. Bogotá, Colombia: Universidad Pedagógica Nacional. ISBN 9589947611, 9789589947616.

- Rodríguez & Otros. (2008). *Estudio de corte cualitativo etnográfico*. INEM Santiago Pérez.
- Schmidt, S. (2006). *Sabia usted que el aprender haciendo viene desde John Dewey*. INACAP Corporación. Recuperado de: [http://www.minam.gob.pe/proyecolegios/Curso/curso-virtual/Modulos/modulo2/3Secundaria/m2\\_secundaria/Aprender\\_haciendo-John\\_Dewey.pdf](http://www.minam.gob.pe/proyecolegios/Curso/curso-virtual/Modulos/modulo2/3Secundaria/m2_secundaria/Aprender_haciendo-John_Dewey.pdf).
- Soria, M., Giménez, I., Fanlo, A. J., & Escanero, J. (s.f.). *El mapa conceptual: Una herramienta de trabajo. Diseño de una práctica para fisiología*. Disponible en: [http://www.unizar.es/eees/innovacion06/COMUNIC\\_PUBLICI/BLOQUE\\_IV/CAP\\_IV\\_5.pdf](http://www.unizar.es/eees/innovacion06/COMUNIC_PUBLICI/BLOQUE_IV/CAP_IV_5.pdf).
- Suárez, M. (2010). *Diseño curricular*. Sincelejo: Centro de Educación Continuada -CECAR-
- Sujeto, educación y sociedad. (2011). *John Dewey y la escuela pragmática*. Recuperado de: <https://sujetoeducacionysociedad.wordpress.com/2011/11/22/john-dewey-y-la-escuela-pragmatica/>.
- Vasco, C. (1990). *Algunas refelexiones sobre la pedagogía y la didáctica*. Bogotá: Universidad Nacional de Colombia.

## Webgrafía

- <http://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/754>
- <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Estudios%20Economicos/159.pdf>
- [https://medull.webs.ull.es/pedagogos/DEWEY/DEWEY\\_Y\\_LA\\_ESCUELA\\_NUEVA\\_2.pdf](https://medull.webs.ull.es/pedagogos/DEWEY/DEWEY_Y_LA_ESCUELA_NUEVA_2.pdf)



# D

---

## **Diseño e implementación de un prototipo domótico utilizando un controlador lógico programable**

*Carlos Segundo Cohen Manrique*

Ingeniero Electrónico – UFPS, Maestría en Ingeniería con Énfasis en Ingeniería de Sistemas, Corporación Universitaria del Caribe – CECAR, carlos.cohen@cecar.edu.co

*Jhonatan Andrés Rodríguez Manrique*

Ingeniero Agroindustrial – Universidad de Sucre. Maestría en ingeniería en ciencias agroalimentarias, Corporación Universitaria del Caribe – CECAR, jhonatan.rodriguez@cecar.edu.co

*Rafael Humberto Merlano Porto*

Magister en Ingeniería, Universidad Tecnológica de Bolívar, Corporación Universitaria del Caribe – CECAR, Rafael.merlano@cecar.edu.co

### **Resumen**

Las herramientas tecnológicas son cada vez más trascendentales para racionalizar y optimizar gastos y recursos en todos los órdenes económicos, sociales y laborales. En este ámbito, el manejo energético no es un caso aparte, por lo tanto, a nivel mundial se siguen explorando e implementando técnicas que contribuyan a controlar el calentamiento global manteniendo el confort, la seguridad y la tranquilidad de los usuarios. Tal es el caso del internet de las cosas, la domótica y lo que recientemente está siendo estudiado, la inmódica. Dichas tecnologías que disponen de un modelo de gestión remoto, centralizado y automa-

tizado. En el presente documento se muestra una implementación a escala de un dispositivo con estas características, donde se utilizó un dispositivo de control PLC a través de una conexión inalámbrica para controlar las cargas energéticas en una locación, y luego se evaluó el ahorro energético de los sistemas de iluminación y climatización en dicha locación, obteniendo resultados numéricos satisfactorios, que indican que el consumo eléctrico en un mes, se puede reducir al menos un 29,7% con el prototipo de control inteligente. Las pruebas experimentales han demostrado que el sistema propuesto para las redes de control inteligentes es factible y funciona correctamente.

**Palabras clave:** domótica, automatización y control, internet de las cosas, ahorro energético.

## *Design and implementation of a domotic prototype using a programmable logic controller*

### **Abstract**

Technological tools are becoming increasingly important to rationalise and optimise costs and resources in all economic, social and employment areas. In this context, energy management is not a separate case, therefore, worldwide techniques continue to be explored and implemented to help control global warming while maintaining the comfort, safety and tranquility of users. Such is the case of the internet of things, domotics and what has recently been studied, inmotics. These technologies have a remote, centralized and automated management model. This document shows a scale implementation of a device with these characteristics, where a PLC control device was used through a wireless connection to control the energy loads in a location, and then evaluated the energy savings of the lighting and air conditioning systems in that location, obtaining satisfactory numerical results, which indicate that the power consumption in a month, can be reduced by at least 29.7% with the intelligent control prototype. Experimental tests have shown that the proposed system for intelligent control networks is feasible and works well.

**Keywords:** domotics, automation and control, internet of things, energy saving.

## Introducción

Los sistemas de control cada día tienen mayor auge y repercusión en el diario vivir de las personas, y más aún con el advenimiento de la tecnología móvil. Muchos esfuerzos tecnológicos están orientados hacia éste mismo sector, con la implementación de protocolos y servicios de mayor robustez para ser aplicados a la industria y cada vez con mayor aceptación, en los hogares. De modo que muchas plataformas tecnológicas y digitales, están haciendo mayores inversiones para que sus aplicaciones y terminales estén adaptados y disponibles para las tecnologías inalámbricas. De este modo, aparecen desde hace unos años áreas de la automatización que se orientan hacia la implementación de tecnologías más específicas tales como la internet de las cosas, la domótica que ha evolucionado en más de una conexión entre dispositivos autónomos. Está evolucionando hacia sistemas y procesos que se vuelven más inteligentes y sistemas que son incluso capaces de comunicarse con las personas en tiempo real (Toschi et al., 2017).

En éste mismo sentido, se presenta un prototipo domótico orientado a la optimización de los recursos energéticos y con el objetivo de demostrar la utilidad de estos sistemas en grandes edificaciones. Como locación para la implantación del prototipo se utilizó la sala de profesores de la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Arquitectura de la Corporación Universitaria del Caribe (CECAR). Sabiendo, que esta institución cuenta además de su sede principal, ubicada en la ciudad de Sincelejo (Sucre), con nueve edificaciones, entre las cuales, están ubicadas las aulas de clase y de estudio, oficinas, biblioteca, auditorio, laboratorios, locaciones deportivas; lo anterior, se muestra como una opción tangible para la implementación de dispositivos domóticos y electrónicos a gran escala, obviamente a partir de la experiencia que se obtuvo a través del prototipo planteado. Para esto, es importante tener en cuenta que actualmente algunas de las locaciones mencionadas, ya poseen dispositivos eléctricos y electrónicos como los switches, lámparas, ventiladores, aires acondicionados, Access Point, entre otros, pero que son operados manualmente y expuestos a la manipulación de cualquier tipo de usuario. Además, muchos de estos dispositivos se mantienen las 24 horas del día, los 8 días a la semana conectados a la red eléctrica, generando aumentos en el consumo de energía eléctrica, lo que se ha convertido en un problema, tanto económico como ambiental.

Atendiendo a todo lo anterior, el presente estudio se enfocó hacia la implementación de una herramienta domótica, específicamente desarrollada para el ahorro energético y la automatización de procesos. De manera que, se pueda ejercer control automático a distancia para el encendido y apagado, apertura o cierre y la regulación en el consumo de aparatos y sistemas en las instalaciones eléctricas, tales como la iluminación natural y artificial, climatización, apertura de puertas y ventanas utilizando sensores de proximidad, riego, entre otras; de manera centralizada y/o remota. Todo esto, teniendo en cuenta que entre sus objetivos están el ofrecer al usuario más confort, economía en cuanto al ahorro energético, mejora de los índices de seguridad, incluso el mayor tiempo para el ocio y mejores servicios en el entorno doméstico por medio de una red de comunicación y diálogo que permite la interconexión entre dispositivos (Asensio et al., 2017).

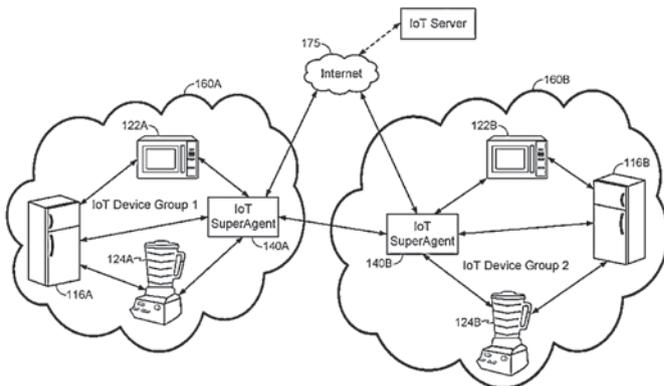
Es decir, que el prototipo desarrollado cumple con los principios conceptuales que se están desarrollando con el Internet de las Cosas (IoT). Estos conceptos se resumen en que todas las cosas estarán conectadas a internet a través de una dirección IP (Perera et al., 2014). En otras palabras, que las aplicaciones actuales deben estar entorno a las aplicaciones en la web, de modo que aseguren una mayor interoperabilidad, seguridad, accesibilidad y economía. Todo esto, a través de la posibilidad de controlar de manera remota e inalámbrica las cargas eléctricas y electrónicas, como la del prototipo que se está presentando, ampliando en gran medida las posibilidades de optimizar los recursos energéticos y económicos de las empresas.

En éste mismo orden, el proyecto se planteó como herramienta de automatización basado en el diseño e implementación de un prototipo de sistema de control domótico sistematizado con mando a distancia, para la operación de dispositivos eléctricos y electrónicos de la sala de profesores de la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Arquitectura de la CECAR, que permitió controlar por medio de una aplicación web diferentes dispositivos terminales: luminarias, accionadores, aires acondicionado de dos estados, ventiladores. Utilizando una aplicación usuaria bajo el lenguaje de programación Visual Basic y su interacción con OPC PC ACCES, y del lenguaje KOP del Controlador Lógico Programable (PLC), Siemens a través del software STEP7 BASIC utilizado para realizar el programa de control.

## Método

El esquema básico en el que se realizó el prototipo domótico para la sala de profesores de la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Arquitectura de la CECAR, se ilustra en la figura 1, siguiendo las consideraciones básicas y metodológicas para los desarrollos de prototipos en el internet de las cosas. Es decir, utilizando comunicaciones de bajo consumo, sensores invisibles y procesadores de altas prestaciones. De igual modo, en la figura se observa que a través de un servidor web (que por el simple hecho de poseer dirección IP, ya hace parte del IoT) se comunica a través de la web con terminales como AP (access point) o switch, es decir, agentes IoT, quienes distribuyen sus comunicaciones con todos los elementos conectados a ellos, de manera que se pudo encender, controlar, medir, ajustar, verificar, y demás opciones que podría hacer el ser humano si estuviese presente en el lugar. Pero, como una de las ventajas del IoT es que se pueden revisar y observar los comportamientos de los elementos en su red, entonces fue posible estar a kilómetros de distancia y poder seguir controlando los dispositivos optimizando su comportamiento.

Figura 1. Malla representativa del Internet de las cosas



Fuente: Guedalia et al. (2018)

El prototipo que se desarrolló, utiliza como base el internet de las cosas y el caso específico de este concepto aplicado a la optimización energética y el control autónomo en hogares y empresas, es decir la domótica. A partir de este par de conceptos básicos, se construyó el dispositivo bajo la metodología de desarrollo de prototipado, muy utilizada en ingeniería para trazar proyectos pilotos para luego extenderlos en áreas mucho más amplias. Resultó ser útil este tipo de metodología de diseño, porque no se conocían desde un principio todos los requerimientos del sistema y se presentaron cambios constantes de los mismos según se ampliaba el diseño (Sorto, 2017). Posteriormente, se realizó un inventario de los dispositivos eléctricos y electrónicos a controlar en la sala de profesores escogida como localización para el prototipo. Los elementos encontrados y posteriormente utilizados como carga para el diseño se presentan en la tabla 1.

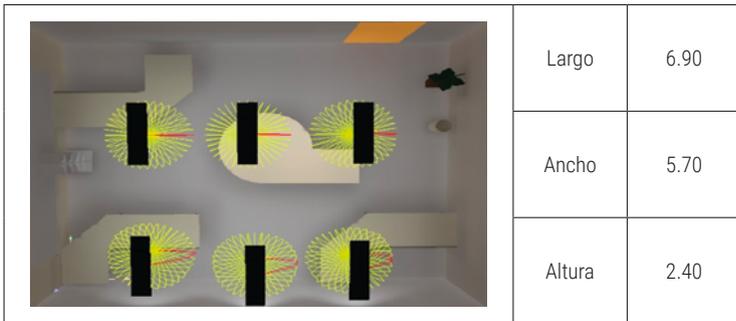
**Tabla 1.** Dispositivos a controlar colocar las características en potencia y otros

Descripción	Cantidad
Lámparas fluorescentes	12
Aire acondicionado	1
Ventiladores de techo	2

Fuente: *elaboración propia*

Es decir, que en la locación prevista para implementar el prototipo existían 12 lámparas (conectadas en 6 puntos eléctricos) que están conectadas en paralelo, éstas fueron controladas en su encendido a través de un swicht (sin incluir dispositivos atenuadores de luz). El nivel de voltaje promedio de la red eléctrica en el cual funcionaron las luminarias fue de 110 voltios y las lámparas fueron fluorescentes. La sala de profesores solo contó con un aire acondicionado y éste, trabajó con voltaje de 220 -240 voltios. En la figura 2, se muestra la distribución luminaria de la locación, utilizando Dialux como software de diseño y adaptabilidad para el proyecto. En él se simuló la ubicación y el comportamiento de las luces, asegurándose de que la cantidad de lumens por unidad de área presente fuese el indicado por las normas ocupacionales actuales.

**Figura 2.** Dimensiones de la sala escogida para la implementación del prototipo domótico



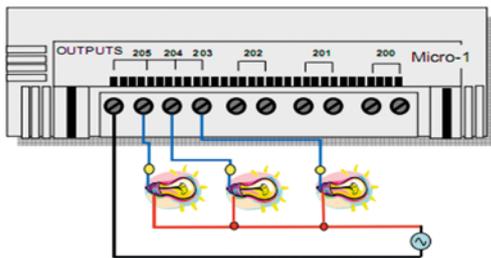
Fuente: *elaboración propia*

Técnicamente, las instalaciones eléctricas en la Corporación Universitaria del Caribe sede Sincelejo, utilizan comúnmente corriente alterna a 120 o a 240 voltios a 60 hertz, según el requerimiento de la carga. Por lo tanto, en el diseño se incluyó una etapa de potencia a base contactores de alta corriente que permiten controlar una carga eléctrica alterna, y así poder encender o apagar el sistema de iluminación, o activar/desactivar la corriente del aire acondicionado. La razón por la cual se utilizaron contactores de potencia y aislamiento eléctrico, es por protección al sistema de control. Dicho sistema está manejado por un Controlador Lógico Programable, al cual se le ha desarrollado e implantado un software en lenguaje ladder, para manipular las cargas requeridas. La etapa de potencia está conformada por los dispositivos y cargas del sistema, como son lámparas, aire acondicionado, red eléctrica, contactores, entre otros. Esta etapa de potencia, requiere una señal de voltaje que controle la carga alterna, es por eso que necesita de un controlador previamente programado y configurado, que permita de manera sencilla entregar una señal de voltaje a la etapa de potencia. Esta señal es entregada por las salidas de relevador que posee el PLC a los contactores para el control de encendido/apagado del sistema de iluminación o activar/desactivar la corriente de alimentación del aire acondicionado de la locación.

De hecho, los circuitos lógicos programables utilizados, poseen entradas para variables analógicas y para entradas digitales, dependiendo de

la fuente. Así mismo, para sus salidas. Las variables analógicas son las variables del común en la naturaleza y cuyo comportamiento es variante en el tiempo, pero con valores para todo intervalo evaluable de tiempo ( $t$ ). Mientras que las entradas/salidas digitales, fueron las que se utilizaron para intercambiar información con sistemas electrónicos con CPU (unidades centrales de procesamiento). Es decir, que el mundo digital en la naturaleza no existe, pero es indispensable para poder interactuar con los dispositivos y terminales electrónicos (Cohen et al., 2018). Bajo esta disposición, se puede decir que las salidas de relevador o relé del PLC soportan voltajes de alimentación entre 24 v – 110v respectivamente, dependiendo del tipo de carga. En la figura 3, se muestran las conexiones de cargas de corrientes alternas a través de las salidas del relé del PLC S7-1200.

**Figura 3.** Conexión CA con cargas de prueba a las salidas del relé

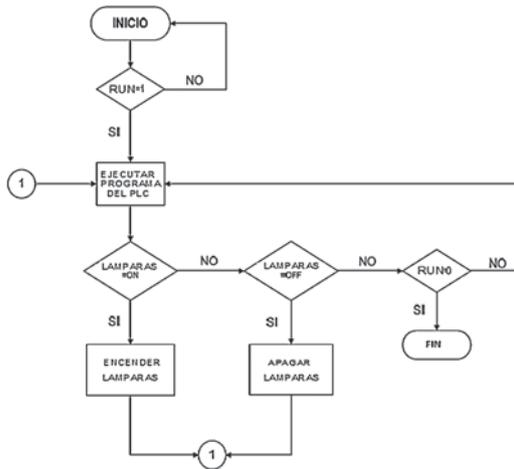


Fuente: *elaboración propia*

En la implementación del programa de control en el PLC S7-1200 se utilizó el software STEP 7 BASIC V10.5. Antes de programar fue necesario realizar la configuración de los dispositivos empleados. Esto es imprescindible, pues es el primer paso de diseño para el prototipo planteado. El programa se cargó en la CPU del controlador, configurando los módulos de señales y los módulos de comunicación (en caso que sea necesario). Posteriormente, se realizó el software que controló las acciones eléctricas y electrónicas del PLC. Este software S7-1200, es una aplicación grafica que funciona seleccionando en las entradas analógicas o digitales los componentes que se iban a utilizar, esto es, las carga eléctricas y manipuladores (contactores). En el caso del presente prototipo, se seleccionó la CPU 1214C con serie 6ES7 214-1BE30-0XB0. En cuanto

al programa en sí, que rigió las funciones que realizó el PLC SIMATIC S7-1200 para controlar y alimentar los contactores que actúan sobre el módulo de lámparas y el aire acondicionado, recibió las instrucciones enviadas desde la aplicación usuario mediante comunicación Ethernet, por medio de las variables compartidas con el PC, utilizando una aplicación en Visual Basic®. Esta interface fue desarrollada para ser amigable con el usuario, quien, sin tener ningún tipo de conocimiento en programación, ni en configuración de PLCs o de instalaciones eléctricas, podía controlar a distancia todos los terminales eléctricos. Incluso desde la comodidad del hogar de las personas encargadas, pudieron consultar si existen luces o terminales encendidos y así proceder a su control de manera que se optimice el recurso energético. Luego, para el diseño del software de control de las luminarias se utilizó como elemento organizador el diagrama de flujo para el control de las luminarias (Figura 4).

Figura 4. Diagrama de flujo del control de luces



Fuente: elaboración propia

Esta estructura permite al prototipo controlar el encendido y apagado de las lámparas, donde primero se corre el programa del PLC (modo RUN), para luego enviar la señal o realizar la acción de encendido o apagado de las luces, en este lazo se mantendrá hasta que el modo RUN se apa-

que, ya sea de manualmente o por intermedio de las diferentes opciones temporizadas o de mando a distancia que se le incorporaron al programa diseñado en Visual Basic. Posteriormente, se utilizó el diagrama de flujo para el control de los aires acondicionados. El esquema planteado sigue la misma secuencia lógica de la figura 4, solo que los activadores son de cargas más elevadas. La aplicación de control para estos aires acondicionados, se orienta a de componentes de dos estados, es decir on/off. Esto es, que el usuario pudo revisar si el dispositivo estaba encendido o apagado, y dependiendo de los requerimientos en tiempo real, pudo cambiar esta condición con el mando a distancia, pero no podría (para este prototipo) regular la temperatura al interior del recinto evaluado u otras funciones similares. Pero sí pudo ser usado para abrir el circuito aislando al aparato de la red eléctrica evitando así problemas de variaciones en el suministro y optimizar el consumo de energía en horarios no habituales.

### Código fuente del programa de control

Para la realización del programa de esta aplicación se utilizó el lenguaje de programación KOP que es un lenguaje de programación gráfico. Su representación se basa en esquemas de circuitos. A continuación, en la tabla 2 se relacionan las variables del sistema y a qué tipo de variable pertenecen, de manera que se pueda interpretar de mejor manera en su programación.

**Tabla 2.** Variables de sistema en la programación KOP

Nombre variable	Dirección	Tipo de datos
"PC ACCEES".START_STOP_LUCES	%DB1.DBX0.0	Booleano
"PC ACCEES".START_STOP_AIRE	%DB1.DBX0.1	Booleano
"PC ACCEES".LUCES	%DB1.DBX0.2	Booleano
"PC ACCEES".AIRE	%DB1.DBX0.3	Booleano
"LUCES_OUT"	%Q0.0	Booleano
"AIRE_OUT"	%Q0.1	Booleano

Fuente: *elaboración propia*

En cuanto a la interfaz de control interactiva para que el usuario controlara los dispositivos, ésta se desarrolló en lenguaje visual basic. Y el pro-

grama de control alojado en el PLC se hizo a través del OPC PC Access (OLE for Process Control), porque a pesar que los autómatas programables son dispositivos que permiten controlar todo tipo de procesos más o menos complejos y que además, almacenan información que luego podría ser importante manipular en un computador (PC), trabajan bajo su plataforma nativa (Step 7), en la cual muchas veces no resulta sencillo permitir que esta información que maneja el autómata sea exportada a un PC. A pesar de ello, no existe mucha bibliografía relacionada con la interconexión de PLC Siemens S7 1200 con sensórica de precisión y con protocolos de comunicación al computador, por lo que se presentaron dificultades en la aplicación al momento de la comunicación e interacción con los dispositivos relacionados.

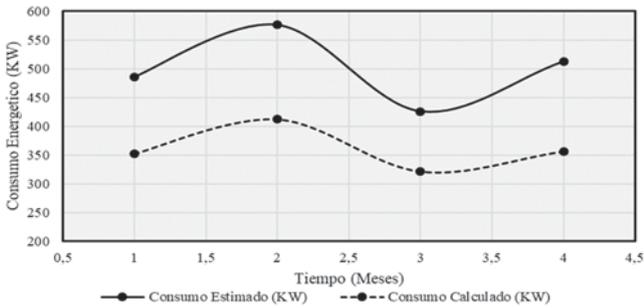
Este impedimento obligó a establecer un enlace mediante un servidor OPC, el cual hizo de pasarela entre los dos dispositivos (PC-PLC), es decir, el servidor OPC sirvió de interfaz comunicando por un lado las fuentes de datos (lectores sensóricos, actuadores) utilizando sus protocolos nativos y por el otro lado con un cliente OPC, es decir, el programa de usuario diseñado en Visual Basic (Rojas et al., 2017). En el dispositivo donde se instaló y se hizo funcionar el software diseñado en Visual Basic, fue necesario configurar el servidor OPC. Esto se consiguió mediante la aplicación PC ACCESS y Step 7 v10.5. Por otro lado, fue necesario configurar cada una de los dispositivos con los que se requiere comunicar, proporcionando su dirección IP, tal como lo sostiene el internet de las cosas. Es entonces cuando el servidor OPC, resultó ser viable para intercambiar variables o estados entre la aplicación usuario y el PLC S7 1200.

## Resultados

La correcta gestión de los dispositivos de carga terminales contribuye a mejorar la vida útil de los dispositivos y a la optimización en el consumo energético de manera ostensible. Para el caso del prototipo que se presenta y que fue implementado, demostró un ahorro promedio aproximado del 27.9% luego de la utilización del sistema por 160 días en las instalaciones de prueba descritas con anterioridad. En la figura 5, se muestra la diferencia sustancial que existió entre el valor de consumo sin el prototipo (consumo estimado) y con el prototipo implementado

(consumo calculado). Quiere decir esto, que el dispositivo domótico ahorra una cuarta parte del consumo energético.

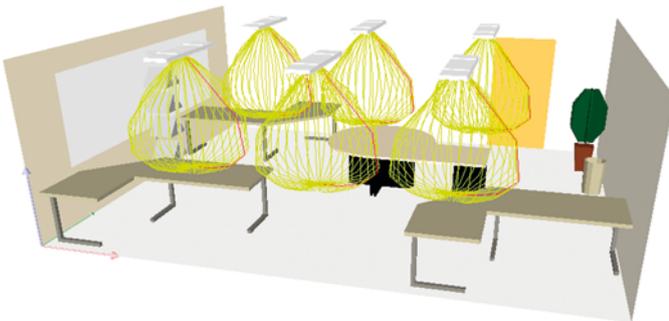
**Figura 5.** Contraste entre el consumo estimado y el calculado para la locación implementada



Fuente: *elaboración propia*

Este ahorro podría ser mayor en la medida en que la solución tecnológica propuesta pueda implementarse en locaciones mayores y con mayor carga energética, teniendo en cuenta la robustez del sistema. En la figura 6, se muestra una recreación en Dialux de la locación utilizada como prueba piloto del dispositivo construido.

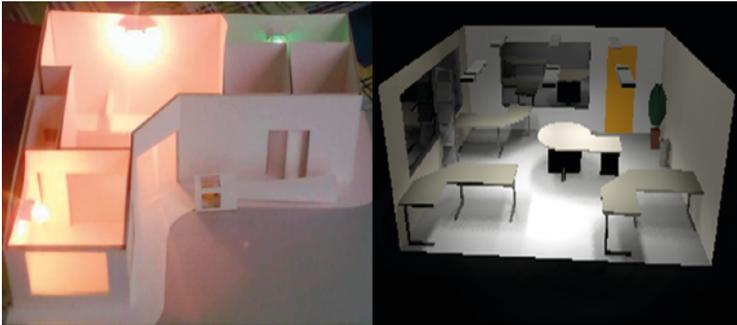
**Figura 6.** Simulación de la distribución de las luminarias mediante el uso del software DIALUX



Fuente: *elaboración propia*

La recreación del diseño de la etapa de potencia se ilustra en la figura 7. Esta etapa, se desarrolló en primera instancia en una maqueta, siguiendo la metodología de prototipado mencionada anteriormente, para demostrar su funcionamiento utilizando bombillas que trabajan con el mismo voltaje de las lámparas que se encuentran en la locación seleccionada.

Figura 7. Maqueta del prototipo y recreación del sistema domótico en Dialux

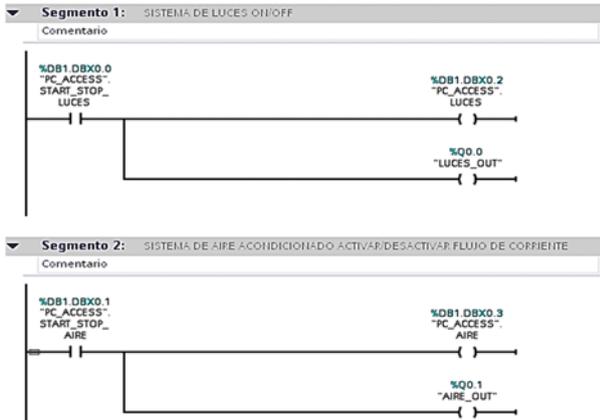


Fuente: *elaboración propia*

El prototipo mostrado a escala, luego fue implementado en la locación seleccionada. En la figura 8, se muestra el programa del PLC implantado a través de segmentos de cargas de aplicación. El segmento 1, describe el sistema de control ON/OFF para luces, en cuya aplicación se pudo controlar la apertura y cierre de los contactos de la salida, a los cuales se conectan las lámparas mediante la programación de secuencias de encendido y apagado en las salidas del PLC, para obtener el ambiente deseado. La función de cierre y apertura de los contactos es realizada por la variable START\_STOP\_LUCES con dirección de memoria %DB1.DBX0.0 que consta de un contacto normalmente abierto de tal forma que al activar el programa este aísla el sistema de manera inmediata, y que cambiará su estado cuando tome un valor lógico de '1', permitiendo el flujo de la corriente hacia los inductores, como lo indica el segmento 1. Inicialmente, tiene un valor lógico '0' que no permite flujo de corriente y por ende no activa las inductancias. La salida LUCES\_OUT (%Q0.0) o salida de relé solo se activa cuando el contacto toma valor lógico '1', caso contrario se mantiene desactivada, lo mismo ocurre con la marca

LUCES con dirección de memoria %DB1.DBX0.2, quien tiene la misma particularidad, con la diferencia que esta es utilizada para la lectura del sistema, es decir, la lectura de esta variable indica si las luces están encendidas o apagadas.

Figura 8. Programa de control doméstico



Fuente: *elaboración propia*

En el segmento 2, se describe el sistema de control para el sistema de aire acondicionado, en cuya aplicación se puede controlar la apertura y cierre de los contactos de la salida, mediante la programación de secuencias de activación y desactivación de las salidas del PLC para controlar el flujo de corriente eléctrica. Esta función es realizada por la variable START\_STOP\_AIRE con dirección de memoria %DB1.DBX0.1 que consta de un contacto normalmente abierto de tal forma que, al activar el programa se bloquee el flujo de la intensidad de corriente de forma inmediata, si no que cambiara su estado cuando tome un valor lógico de '1', que permite el flujo de la corriente hacia las salidas o bobinas como lo indica el segmento 2. Inicialmente, tiene un valor lógico '0' que no permite el flujo de corriente y por ende no activa las bobinas.

La salida AIRE\_OUT (%Q0.1) o salida de relé solo se activa cuando el contacto toma valor lógico '1', caso contrario se mantiene desactivada.

Lo mismo pasa con la marca AIRE con dirección de memoria %DB1.DBX0.3, la lectura de esta variable nos indica si hay o no flujo de corriente en el circuito del aire, es decir, se podría consultar a través de la web si los aires, luces y demás elementos o cargas de potencia están encendidos en horarios en los cuales no hay presencia de personas utilizando los recintos. En cuanto a la interface de la aplicación usuario, tiene por objetivo brindar y facilitar el medio por el cual el usuario puede ver el estado del sistema y además configurar las acciones de control necesarias. A continuación, en la figura 9 se muestra la interface básica de usuario, la cual está diseñada de manera que sea interactiva y fácil de operar por cualquier tipo de usuario.

Figura 9. Interfaz de autenticación para el usuario



Fuente: elaboración propia

Esta interfaz permite al interesado autenticarse en los campos "usuario" y "contraseña". Si los datos son correctos el usuario puede ingresar al sistema pulsando el botón "Ingresar", si desea salir de la aplicación, puede pulsar la opción "Salir". Para poder conectar con el PLC se tiene que pulsar sobre el botón conexión, y se habilitarán todos los botones de la interfaz, esta opción carga todos los objetos y componentes del OPC PC ACCESS para poder interactuar de manera directa y en tiempo real con el programa de control alojado en el PLC, como se puede observar en la figura 10. Esta interfaz ofrece distintas configuraciones que el usuario puede manejar según su conocimiento o permisos que le sean otorgados con anterioridad, como es encender todas las luces al mismo

tiempo y viceversa, o encender una por una, si lo desea. Además, activar o desactivar la corriente del aire acondicionado. También se puede verificar el estado del sistema presionando el botón *Estado-Sistema*, donde se pueden conocer los datos históricos de consumo, tiempo de funcionamiento de cada uno de los elementos por separado, los usuarios que han manipulado el sistema, entre otras posibilidades que permite el internet de las cosas.

Figura 10. Interfaz de control del sistema domótico con controles activados

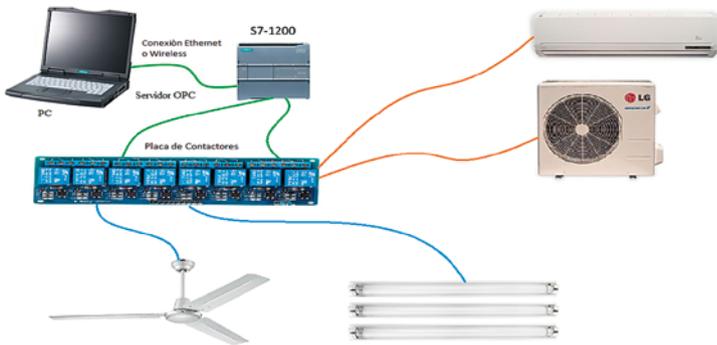


Fuente: *elaboración propia*

La misma interfaz, a través de sus posibilidades muestra el estado de los dispositivos del sistema, es decir, si las luces están encendidas el mensaje mostrado es *verdadero*, y el icono de la bombilla se coloca de color amarillo, en caso contrario el valor reflejado es falso y la bombilla se coloca de color gris oscuro, y en caso de no haber conexión o ha ocurrido un error en la conexión el valor arrojado es "SIN CONEXION" de color rojo. En cuanto a los protocolos, todos los dispositivos están conectados a la red LAN de la CECAR y tienen asignadas sus respectivas direcciones IP. Internet utiliza el protocolo TCP/IP (protocolo de control de transmisión / protocolo de internet), el cual se encarga de recibir paquetes de información y redirigirlos al usuario que los solicitó. TCP/IP requiere del establecimiento de una conexión previa a la transmisión de datos, lo cual provoca

una ligera pérdida de velocidad, pero garantiza la correcta entrega de los mismos (Dordoigne, 2015). Teniendo esto en cuenta, el protocolo encaja en los requerimientos del prototipo, porque para un sistema que controla actuadores y terminales eléctricas como cargas de potencia (luces, aires, entre otros), no requiere altas velocidades de ejecución, pero sí la verificación de todos los datos utilizados. Para estos sistemas, la calidad del servicio depende en gran medida de la fidelidad en la comunicación de los datos, y no tanto en la velocidad de los mismos.

Figura 11. Esquema general del proyecto



Fuente: elaboración propia

En la figura 11, se muestra el esquema general del proyecto, donde el usuario con acceso al programa ubicado de manera remota, puede manipular sus opciones desde un pc ubicado en las instalaciones de la universidad, desde su casa, desde su móvil o desde cualquier lugar donde exista conexión a internet. Éste mismo usuario, puede manipular a través de la conexión inalámbrica la información relacionada con el estado de operación, un módulo con las estadísticas de operación y consumo, e incluso los tiempos de servicio de las cargas terminales. Las señales provenientes del PC vía cable UTP y recibidas por el PLC a través del puerto Profinet Ethernet son transformadas en impulsos modulados y enviadas a las salidas de éste, quien administra la conexión de los terminales por medio de contactores de 15 y 25 amperios, a 110 y 220 voltios respectivamente. Los contactores manejan las siguientes

cargas: seis lámparas Philips TBS569 (TBS569 2xTL5-28W HFA C6) de 28 Watts para interiores, con 2250 lúmenes y con un área de cobertura de 1.20x0.30x0.06 metros. Dos ventiladores de techo con 120 Voltios de consumo, trabajando a una frecuencia de 60 Hertz, con un consumo promedio de 0,6 Amperios por hora y un aire acondicionado LG Mini Split Jet Cool 24000 btu (SP242CM).

Como puede observarse en la figura 11, existen conexiones digitales de color verde. Estas conexiones, manejan niveles de voltaje bajo, entre 5 y 24 voltios. Las conexiones azules son de cargas medianas a 120 voltios y son administrados a través de los contactores de 15 amperios. Y las de color naranja, son las conexiones establecidas a altas cargas 220 voltios y 195 KWH (Kilowatts hora). Solo con un cambio de estado en el software, es decir, poner en 1 o un 0, el usuario controla el encendido remoto de todas o de algunas cargas, porque el software plantea la posibilidad de activar las cargas individualmente o de manera grupal, según su requerimiento.

## Discusión

El prototipo funciona para ver la interacción de los distintos dispositivos conectados mediante el PLC quien, a su vez, es capaz de detectar cambios de estados y reportarlos a través de señales eléctricas de baja potencia, de tal forma que el usuario pueda verificar si el sistema de iluminación, ventilación o enfriamiento está en funcionamiento. Autores como Bingol et al., (2014) desarrollaron e implementaron un diseño de sistema inteligente de automatización en el hogar mediante el uso de un PLC modelo Delta DVP28SV (Controlador lógico programable) utilizan lenguaje de programación C# y comunicación inalámbrica para controlar los electrodomésticos en un hogar inteligente. Así mismo, Díaz, (2016), quien trabajó un sistema domótico para una vivienda mediante un controlador lógico programable (PLC) del tipo TM-251 o también Li et al., (2015) quien implementa esta misma tecnología acompañada de sensores inalámbricos (WSN) orientado a reducir el impacto de la interferencia inalámbrica en una red de control de hogar inteligente y el consumo innecesario de energía, utilizando el WSN como controlador; abordan la domótica como respuesta al consumo energético y mejorar la seguridad en hogares y empresas.

Pero los sistemas que se proponen, tienen algunos problemas que son abordados y solucionados a través del prototipo que se diseñó y que se presenta en este documento y son, los costos elevados y las cargas energéticas en dispositivos de alto consumo. En el prototipo que se presenta, los costos de los dispositivos utilizados son muy bajos, pues las herramientas utilizadas y que han sido mencionadas a lo largo del presente escrito, están ajustadas a los requerimientos técnicos y de diseño que requieren para el diseño, es decir, es un diseño ajustado. En cuanto al manejo de las cargas de alta potencia, normalmente las implementaciones que se plantean por los autores nombrados, están orientadas a la implementación de sensorica y dispositivos de control en las casas inteligentes, pero no lo aplican a cargas de alto consumo. Según Rodríguez (2011), la reducción del consumo esperado en dispositivos domóticos es de aproximadamente del 25%, valor porcentual acorde con el valor medido en el prototipo a lo largo de los 160 días de utilización, es decir un 27,9%.

Por estas mismas prestaciones, otros autores han direccionado las bondades de la automatización y de la domótica en viviendas de interés social cuestión que demuestra el amplio espectro de utilidad que posee esta herramienta (Quintana et al. 2015). Incluso, Strauch et al. (2017), proponen a la inmótica como herramienta más actualizada y estilizada para este tipo de aplicaciones, pero aún con costos muy elevados. Por su parte, Gutiérrez et al. (2017), utilizan estas mismas técnicas, pero en edificios inteligentes. Por último, Guedalia et al. (2018), plantean mecanismos para soportar procesos automatizados y crear subdivisiones configurables y de controles de acceso en una red IoT en función del uso asociado con objetos que están registrados en la red, y las interacciones entre los objetos registrados. Elementos que pueden ser adicionados al prototipo planteado, para mejorar su seguridad y estabilidad, como quiera que al estar en línea o en la red de internet, se muestra expuesto a ataques de hackers o con software maliciosos.

Lo anterior apunta que la domótica, tiene como objetivo la regulación del consumo energético, y con el avance del internet de las cosas (IoT) todas las aplicaciones que se aplican en este campo mejoran los niveles de seguridad, tolerabilidad, consumo y costos energéticos (Perera et al., 2014). La aplicación que se llevó a cabo en la sala de profesores del programa de Ingeniería de Sistemas, de la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Arquitectura de la Corporación Universitaria del Caribe, no

solo apunta hacia la introducción a esta tecnología, sino que también se orienta hacia la adaptación de nuevas estrategias aplicadas a las diferentes ramas del sector productivo y educativo en la región, donde aún son pocas las implementaciones técnicas y tecnológicas adoptadas.

## Conclusiones

El sistema prototipo implementado, por la función de escalabilidad que posee puede ser aplicable para controlar cualquier cantidad de dispositivos, es decir, todas las cargas terminales que existan en el edificio en el que está dispuesta la locación prototipo, lo que es equivalente a futuras ampliaciones. Se optó por desarrollar un sistema de control de estado ON/OFF de los dispositivos eléctricos de climatización, como lo es el aire acondicionado y el sistema de iluminación de un prototipo de instalación de forma tal que se pudiera trasladar la idea del diseño a una instalación de mayor tamaño. Pero aún, se pueden incluir tecnologías de control moderno que podrían mejorar el funcionamiento y rendimiento de los dispositivos, para esto se requiere un sistema de control programable como, por ejemplo, las tarjetas de adquisición de datos.

Por otro lado, los costos del diseño e implementación del prototipo y del software administrador de recursos son bajos, ya que se utilizan en su mayoría programas con licencias gratis o de código abierto, lo que sin duda puede considerarse como ventaja al momento de reproducir el sistema. La adquisición del controlador PLC se hizo por las numerosas ventajas que ofrece como son la reducción del cableado, poco diseño eléctrico, número de puertos de entrada y salida que permiten conectar un número cualquiera de dispositivos para ser controlados, reducción de la diafonía con el uso de contactores de potencia de carga, fácil programación, escalabilidad puesto que se puede añadir funcionalidades a un programa sin alterar el sistema, su costo es bajo comparado con la construcción de una tarjeta o circuito de control más especializados.

El sistema domótico diseñado, proporciona beneficios como el ahorro energético de un 27,9% aproximadamente, a través de la racionalización de cargas eléctricas, aumentando el nivel de confort y controlando todos los dispositivos instalados desde un módulo central, simplificando su gestión y optimizando su uso.

Un agradecimiento muy especial para los ingenieros Marco Antonio Barrios Vergara y William Mosquera Machado, quienes trabajaron con este equipo de investigadores en el diseño básico inicial del presente proyecto.

## Referencias bibliográficas

- Asensio, J., Criado, J., Padilla, N. & Iribarne, L. (2017). Emulating home automation installations through component-based web technology. *Future Generation Computer Systems*.
- Bingol, O., Tasdelen, K., Keskin, Z. & Kocaturk, Y. (2014). Web-based smart home automation: PLC-controlled implementation. *Acta Polytechnica Hungarica*, 11(3), 51-63.
- Cohen, C., Rodríguez, J. & Hernández, G. (2018) Application and optimization of control implemented in irrigation systems based on microclimate models of tropical crops. *International Journal Of Engineering Research And Development*, vol. 14, no. 03, 2018, pp. 17–27.
- Díaz, M. (2016). Diseño de sistema domótico de una vivienda mediante un controlador lógico programable (PLC) del tipo TM-251 (Bachelor's thesis, Universitat Politècnica de Catalunya).
- Dordoigne, J. (2015). *Redes informáticas-Nociones fundamentales (5ª edición): (Protocolos, Arquitecturas, Redes inalámbricas, Virtualización, Seguridad, IP v6.)*. Ediciones ENI.
- Gutiérrez, S., Álvarez, J., Velázquez, R. & Lay, A. (2017). Use of automated blinds in smart buildings for energy savings: A Mexican case. In *Central America and Panama Convention, 2017 IEEE 37th* (pp. 1-5). IEEE.
- Guedalia, I., Guedalia, J., Chandhok, R. & Glickfield, S. (2018). U.S. Patent No. 9,900,171. Washington, DC: U.S. Patent and Trademark Office.
- Li, M., & Lin, H. J. (2015). Design and implementation of smart home control systems based on wireless sensor networks and power line communications. *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, 62(7), 4430-4442.
- Perera, C., Zaslavsky, A., Christen, P. & Georgakopoulos, D. (2014). Sensing as a service model for smart cities supported by internet of things. *Transactions on Emerging Telecommunications Technologies*, 25(1), 81-93.
- Quintana, G. Andrés, B., Poveda, P., Vega, S. & Nayid, C. (2015). Automatización en el hogar: Un proceso de diseño para viviendas de interés social. *Revista EAN*, (78), 108-121.

- Rodríguez, P. A., & Lorenz, F. U. K. (2011). Estudio para reducción de consumo energético en Colombia basado en Tecnología Domótica. Fundación universitaria Konrad Lorenz.
- Rojas, J. & Enríquez, W. (2017). Diseño de un control de escoraje para planta Leybold 734300 con comunicación OPC entre PC-PLC.
- Sánchez, J. (2013). Instrumentación y control avanzado de procesos. Ediciones Díaz de Santos.
- Sorto, C. (2017). Incidencia de las metodologías Lean-Agile en la mejora de tiempos de entrega y reducción de costos para el desarrollo de software.
- Strauch, F., Gutiérrez, D., Martínez, J., Hernández, R. & Méndez, B. (2017). Inmotics: Sustainability and comfort. *Revista Facultad de Ingeniería*, 26(46), 131-139.
- Toschi, G., Campos, L. & Cugnasca, C. (2017). Home automation networks: A survey. *Computer Standards & Interfaces*, 50, 42-54.



# **Una aproximación a la gestión del conocimiento organizacional basada en los recursos: un análisis de la literatura y aproximación a un estudio de caso**

**Isabel Cristina Rincón Rodríguez**

Doctora en Ciencias Empresariales y Económicas *cum laude* (Universidad Antonio de Nebrija, Madrid-España), Doctoranda en Administración por la SMC University (Switzerland), Maestría en Administración con énfasis en Finanzas (Tecnológico de Monterrey-México), Especialista en Finanzas y Administradora de Empresas (Universidad Autónoma de Bucaramanga UNAB). Docente-Investigadora Facultad de Ciencias Económicas Administrativas y Contables, Universidad del Sinú, Montería-Córdoba, Colombia.

Correo: irincon15@hotmail.com, isabelrinconr@unisinu.edu.co

**Jorge E. Chaparro Medina**

Doctorando en Administración por la SMC University (Switzerland), Master en Administración y Gerencia Pública, Máster en Dirección y Gestión de Bienestar y Servicios Sociales (Universidad Alcalá de Henares-España), Estudios de Maestría en Planificación y Administración del Desarrollo Regional (Universidad de los Andes-Colombia), Sociólogo, con Estudios en Historia y Filosofía. Profesor Investigador de la Facultad de Ciencias Administrativas, Universidad del Sinú, Córdoba, Colombia.

Correo electrónico: profesorjorgechapparom@gmail.com, jorgechapparom@unisinu.edu.co

## Resumen

La globalización ha hecho que las empresas piensen en la necesidad de generar ventajas competitivas que les permitan subsistir en el actual entorno competitivo, que trasciende de una era de generar valor a través de los activos tangibles, y de la información a la gestión de estos, siendo el más importante el conocimiento (Edvinsson y Malone, 1997; Bontis, 1996; Roos y Roos, 1997) (Jiménez, 2004). El capítulo identifica desde el direccionamiento estratégico las características que hacen confiable la gestión de los recursos o activos tangibles e intangibles, recurriendo a la observación específica realizada en la Gerencia Complejo Barrancabermeja "GCB" de ECOPETROL S. A., durante los años 2013 a 2017. Se adelanta esta identificación desde una revisión bibliográfica desde el direccionamiento estratégico bajo el lente de una visión empresarial de los recursos y las capacidades, aportando elementos comparativos entre lo observado en la práctica y la teoría de este enfoque.

**Palabras clave:** gestión de los recursos, direccionamiento estratégico, confiabilidad de los activos.

## *An approach to the management of organizational knowledge based on resources: an analysis of literature and approach to a case study*

### Abstract

Globalization has made companies think about the need to generate competitive advantages that allow them to survive in the current competitive environment, which goes beyond an era of generating value through tangible assets, and from information to their management, knowledge being the most important (Edvinsson and Malone, 1997, Bontis, 1996, Roos and Roos, 1997) (Jiménez, 2004). The chapter identifies from the strategic direction the characteristics that make the management of tangible and intangible resources or assets reliable, resorting to the specific observation made in the Barrancabermeja Complex Management "GCB" of ECOPETROL SA, during the years 2013 to 2017. It

is anticipated this identification from a bibliographic review from the strategic direction under the lens of a business vision of resources and capabilities, providing comparative elements between what is observed in practice and the theory of this approach.

**Keywords:** resources management, strategic direction, assets reliability

## Introducción

La parte más difícil de la gestión empresarial es poner en práctica la estrategia previamente diseñada (David, 1988; Hofer & Schandel, 1985, y Jarillo, 1990), esta afirmación compartida por muchos autores, llevó a reflexionar en este artículo sobre la forma como la primera empresa del país enfrenta los vertiginosos cambios del ambiente de refinación y petroquímica a través de la gestión de sus activos o recursos tangibles e intangibles (Dierickx & Cool, 1989, y Markides, 2000) y que tanto se asemejan o no a las mejores prácticas reportadas por la literatura. La observación durante los años 2013 a 2017, se realizó desde la Gerencia de Producción perteneciente a la Gerencia Complejo Barrancabermeja "GCB", con el fin de describir la implantación de su estrategia y cuales son las características más importantes de su aplicación. En esta forma y mediante un enfoque cualitativo e inductivo, el primer objetivo de la investigación se centró en encontrar similitudes entre el modelo desarrollado en la práctica y la visión de la empresa basada en recursos "RBV" que últimamente toma fuerza al integrar la perspectiva interna y externa del direccionamiento estratégico (Dess y LumpKin, 2003; Hill & Jones 1996; Hitt, Ireland & Hoskisson, 1999; Hofer & Schandel, 1985; Jhonson & Scholes, 2001, y Thompson & Strickland, 1999). La empresa objeto de nuestro estudio, imprimió a su proceso de gestión de activos unos aspectos claves que lo hicieron confiable acorde con la "assets reliability" o confiabilidad de los activos (Cuatrecasas, 2000; Mather, 2005, y Schroeder, 1995: 628), aplicado también a sus recursos intangibles.

El segundo objetivo consistió en contrastar estas características observadas en la acción estratégica con las que reporta la literatura. Se encontraron semejanzas y aspectos disímiles, propios estos últimos de las condiciones particulares de cada organización como bien lo expresan quienes han escrito sobre el cambio cultural (Markides, 2000; Mello,

2004; Robbins, 1998; Sánchez, 2006; Schein, 1982, y Stoner, Freeman & Gilbert JR., 1996), pero que hacen valiosa la indagación para posibles nuevas aplicaciones a sectores empresariales similares. Finalmente, relacionamos el cambio cultural centrado en comportamientos en que giró la gestión confiable de los activos de la empresa con el control moderno de la estrategia según las teorías de direccionamiento estratégico (Dess & Lumpkin, 2003; Mello, 2004; Sánchez, 2003, y Strelbel, 1996). El capítulo inicia diferenciando la planeación estratégica de la implantación de la estrategia como síntesis de la estructura teórica y la metodología que orientó la revisión bibliográfica. En la segunda parte se presenta el contexto en que se desarrolló el direccionamiento estratégico de la Gerencia Complejo Barrancabermeja "GCB", contrastándolo con el modelo de visión basada en recursos "RBV" (resource based view), en la tercera parte se analizan las características que hicieron confiable la gestión de los recursos de la empresa, comparándolas con las que reporta la literatura, en la cuarta parte se revisan los cambios en comportamientos realizados durante la implantación a la luz del control moderno de la estrategia. Por último, se esbozan las conclusiones.

## **Estructura teórica y metodológica**

Con base en los objetivos trazados, se conformó una estructura teórica y una metodología que nos permitiera describir si las observaciones realizadas desde la Gerencia de Producción, a la implantación de la estrategia de la Gerencia Complejo Barrancabermeja "GCB" en los años 2013 a 2017, se asemejaba al modelo reciente de resource based view "RSB" o visión basada en los recursos y que tanto se alejaban o no las características y comportamientos resultantes del proceso de implantación en esta gerencia con los reportados por la literatura.

## **Marco teórico**

### **Antecedentes**

Todas las empresas buscan no solo el éxito de sus negocios sino también su sostenibilidad, para ello a lo largo de la historia del pensamiento administrativo, se ha proporcionado a los gerentes conceptos, perspectivas, herramientas, modelos y teorías que le sirven de apoyo en su proceso administrativo (Chiavenato, 1998; Da Silva 2002, y George, JR.,

1974). No obstante, lo anterior, es bastante nueva la relación entre negocios y estrategia, ya que después de la segunda guerra mundial surge la idea de estrategia revolucionándose conceptualmente en los últimos 20 años (Drucker, 1954; Chandler, 1962; Andrews & otros, 1965, 1971, y Ansoff 1965). Alfred Chandler propuso en 1962, la siguiente definición de estrategia: "La determinación de las metas y objetivos básicos de una empresa a largo plazo, la adopción de los cursos de acción y la asignación de recursos necesarios para alcanzar dichas metas". La evolución del concepto de Chandler, trajo como consecuencia la identificación de dos factores según Stoner; Freeman & Gilbert JR. (1996): 1. La planificación estratégica empieza a ser importante en el mundo de los negocios 2. El papel del gerente para implantar los planes estratégicos no estaba muy claro.

Fue así como Hofer & Schendel en 1978, en su libro estrategia y estructura sintetizaron el enfoque de la administración estratégica en cuatro aspectos primordiales: 1. Establecer metas. 2 Formular estrategias. 3. Administrar para alcanzar las metas y 4. Control estratégico. Bajo ese análisis encontraron que el proceso de administración estratégica consta de dos fases: 1. La planificación o planeación estratégica: Proceso para establecer metas y para formular estrategias y 2. Implantación de la estrategia: Las acciones basadas en la planificación, la administración para lograr las metas y el control estratégico. Luego de que Mintzberg (1994), criticara fuertemente el proceso de planificación estratégica, por ser impulsada por análisis y fórmulas, comienza a tomar fuerza la necesidad de centrar el foco en la implantación de la estrategia en el negocio y es así como aparece la dirección estratégica que cobija en forma conjunta el análisis, las decisiones y acciones que una organización lleva a cabo para crear y mantener ventaja competitiva. De acuerdo con Jarillo, se plantea desde entonces dos grandes interrogantes ¿Qué es lo que la empresa debe hacer? y ¿Cómo conseguir que la empresa lo haga?

El primero de ellos conlleva a definir o formular el problema, de esto se ha escrito bastante, se han difundido las herramientas y las bases para su análisis, pero para el segundo que implica las acciones para la implantación, la literatura es solo teórica y muy poco prolifera en su aplicación real. De hecho, nos asegura Jarillo (1990), las habilidades que requiere el directivo son bien diferentes para ambas tareas. En el primer caso, es necesario un conocimiento profundo del sector y de los

conceptos competitivos. Para el segundo, la puesta en práctica, se requieren altas dosis de liderazgo y capacidad organizativa: se trata de lograr que un grupo más o menos grande de personas, organizado de una forma compleja, haga una serie de cosas en pro de la productividad y la competitividad de la empresa. Y esta segunda pregunta fue la que nos movió para alcanzar el objetivo principal de esta investigación. No es que queramos separar estas dos actividades que deben llevarse a la par en forma indisoluble, sino más bien el deseo de indagar con nuestra observación y el método inductivo si las acciones de gestión de los activos en la refinería de Barrancabermeja, obedecen o se enmarcan en algunas de las teorías modernas del direccionamiento estratégico. Por lo anterior, nos adentraremos en dos campos o teorías que comienzan a darle forma a nuestros interrogantes y objetivos de investigación, como son los recursos tangibles e intangibles por un lado y los comportamientos y la cultura como palancas del control de la estrategia por el otro.

### **La visión de la empresa basada en los recursos**

Está claro que desde que apareció en el mundo de los negocios el concepto de estrategia y este fue definido por Chandler (1962), los recursos empresariales fueron considerados por sus pioneros. Sin embargo, como bien lo dice Hofer & Schendel, ninguno de los siguientes autores Ansoff (1965), Newman & Logan (1971) y Uytterhoeven & otros (1973), incluye la aplicación de recursos o competencias distintivas como componentes de la estrategia, lo cual es contradictorio puesto que:

Es imposible llevar a cabo acciones, ni se pueden alcanzar las metas a menos que se creen destrezas básicas y se apliquen para lograr ventaja competitiva.

La aplicación de recursos y las ventajas competitivas, no solo son fundamentales en la estrategia si no que pueden ser más importantes que el ámbito (Interacciones de la empresa con su ambiente) para determinar el éxito empresarial.

A lo anterior debemos sumarle que todos los que hemos aprendido a realizar los diagnósticos internos y externos tomamos los recursos financieros, humanos tecnológicos y físicos para determinar el DOFA y las brechas que debemos llenar para alcanzar a las mejores y esto no es malo, el problema está en que los utilizamos como una actividad

intelectual y no como una acción de implantación o una ejecución operativa que realmente le de el mayor beneficio a la empresa a través de la gestión de dichos recurso o activos (David, 1988). Para darle un mejor sentido a la implantación se acude al enfoque de los recursos Resource based view "RBV" y las capacidades (Malaver & Vargas, 2004), cuyos antecedentes se remiten a los aportes iniciales de Penrose (1959) y a los planteamientos de Wernerfelt (1984) y Peteraf (1993). Son dos las perspectivas que la visión basada en los recursos interrelaciona: el análisis interno dentro de la organización y el externo del sector y su entorno. Tiene un alcance mayor que la DOFA tradicional, puesto que integra las dos perspectivas para desarrollar la estrategia en empresas con un único negocio principalmente. La Visión de la empresa basada en recursos o los activos, se acomoda bien a la Gerencia Complejo Barrancabermeja "GCB" por estar dedicada al único negocio de la refinación y la petroquímica. Adicionalmente, nos permite comparar este estudio de caso con la revisión de la literatura, buscando nuevas fronteras en la aplicación de la estrategia, más que en el desarrollo de la misma.

### **Modelo teórico de la "RBV" según lo reportado por la literatura**

Los tres tipos claves de recursos que poseen las empresas son: Los recursos tangibles, los recursos intangibles y las capacidades organizativas. Es muy importante centrarnos en las condiciones bajo las cuales tales activos y capacidades le permiten a una empresa alcanzar una ventaja competitiva y sostenible, lo decimos debido a que los recursos por si mismo no suelen producir una ventaja competitiva (Dess & Lumpkin, 2003), en otras palabras estos recursos tienen que estar integrados con las demás áreas de la empresa como mercadeo, producción, proyectos, etc. para que se conviertan como un sistema en generadoras de valor para la empresa (Kaplan & Norton, 2000). En el cuadro 1, se indica con más detalle cómo están conformados los recursos o activos y las capacidades de la empresa, según la adaptación que de los siguientes autores hiciera Dess and Lumpkin en su libro *Dirección estratégica* reseñado en nuestra bibliografía: Barney, 1991. *Firm resources and sustained competitive advantage*, Journal of management 17, p.101. Grant, R. M. 1991. *Contemporary strategy analysis*, Cambridge, Blackwell Business, pp. 100-102. y Hitt, M. A.; Ireland & Hoskisson, 2001. *Strategic management competitiveness and globalization*, 4a. Ed., Cincinnati, South Western College Publishing. Hacemos énfasis

sis en esto, para mostrar que esta visión de la empresa basada en los recursos, es el modelo teórico resultante del aporte de muchos investigadores el cual vamos a contrastar inductivamente luego de observar y vivir la experiencia, como Gerente de Producción, de la implantación estratégica en la Gerencia Complejo Barrancabermeja.

**Cuadro 1.** Recursos y capacidades de la empresa

Recursos tangibles	
Financieros	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Caja y activo disponible.</li> <li>• Capacidad de aumentar dividendos de la empresa.</li> <li>• Capacidad de endeudamiento de la empresa.</li> </ul>
Físicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Instalaciones y equipos modernos.</li> <li>• Ubicación favorable de las fábricas.</li> <li>• Maquinaria y equipos dotados de la técnica más moderna.</li> </ul>
Tecnológicos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Secretos comerciales.</li> <li>• Procesos de producción innovadores.</li> <li>• Patentes, <i>Copyrights</i> y marcas registradas.</li> </ul>
Organizacionales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Procesos de planificación estratégica eficaces.</li> <li>• Sistemas de evaluación y control excelentes.</li> </ul>
Recursos intangibles	
Humanos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Experiencia y capacidades de los empleados.</li> <li>• Confianza.</li> <li>• Habilidades directivas</li> <li>• Prácticas y procedimientos específicos de la empresa.</li> </ul>
Innovación y creatividad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidades técnicas y científicas.</li> </ul>
Reputación	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Capacidad de innovación.</li> <li>• Imagen de marca.</li> <li>• Reputación de calidad y confianza ante los clientes.</li> <li>• Reputación ante los proveedores de transparencia y mantenimiento de relaciones que no son de suma cero.</li> </ul>
Capacidades organizativas	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Competencias de la empresa o habilidades que la empresa emplea para pasar de las materias primas a los productos acabados.</li> <li>• Capacidad para combinar recursos tangibles e intangibles, utilizando procesos organizativos para alcanzar el fin deseado.</li> </ul>	

Fuente: *Dess & Lumpkin (2003), adaptación de varios autores*

## **Visión conceptual de la Gerencia Complejo Barrancabermeja “GCB” basada en los activos**

Lo observado en el periodo 2013 – 2017, en la “GCB”, difiere un poco del mostrado en el Cuadro 1 por tener unas palabras y categorías que se interrelacionan para hacer más comprensible la operatividad del proceso, como se explica a continuación. La palabra recursos no se encuentra dentro de la temática de implantación y es remplazada por la de activos, debido a que tiene una mejor comprensión a nivel de gerencia de producción, que era en definitiva por la naturaleza del negocio quien más debía concretar en hechos las acciones estratégicas. Aprovechando que ECOPETROL S. A. instituyó desde el 2003, el premio interno a la calidad, con miras a participar con todas sus unidades de negocio en el premio colombiano a la calidad de la gestión y que la “GCB” identificó el mapa de procesos dentro del sistema de gestión de la calidad ISO 9001:2000, los recursos organizacionales se denominaron procesos (NTC ISO 9001, 2000). Para destacar la denominada categoría de resultados, similar al tablero balanceado de gestión, con sus cuatro perspectivas: La económico- financiera, la del cliente, la de los procesos internos de la empresa y la del aprendizaje (Kaplan & Norton, 2000). Esto hizo utilizar el concepto de confiabilidad de los activos valiosos, de mayor grado de pertenencia que el solo recursos.

La palabra confiabilidad, más que su expresión técnica de probabilidad implicaba el ser confiable (confianza en), el estar listo y disponible cuando se requiriera cualquier activo tangible o intangible: equipos, personas, desempeño de procesos, evaluación-control de la estrategia y los resultados acorde con metas. Valiosos tiene como connotación que no solo lo moderno, lo dotado con las últimas tecnologías era importante, tal como aparece en el modelo de la literatura. Por lo expuesto anteriormente, se buscaba: mejorar la operación-mantenimiento de plantas y equipos, los comportamientos de las personas, el desempeño de los procesos de gestión de la calidad, la evaluación y control de la estrategia, para obtener los resultados esperados. Todo en forma sistémica y dentro del proceso de mejora continua “PHVA”: Planear, Hacer, Verificar y Asegurar-actuar. Adicionalmente, involucra el concepto de cambio cultural, el cual adquiere la connotación de institucionalización de la confiabilidad de la estrategia a través de: normas, políticas, comportamientos, roles, grupos y valores, que hacen más ágil la implantación de la estrategia (Stoner; Freeman y Gilbert, 1996). La figura 1, nos muestra la forma como se esquematizan los anteriores conceptos, para hacerlos visibles por todos en la organización.

Figura 1. Visión integral de los activos valiosos y confiables de la "GCB"



Fuente: *Elaborado a partir del programa puntos focales, Bucaramanga, "GCB", 2017*

## Cultura empresarial de respaldo a la implantación de la estrategia

La ejecución de la estrategia afecta a todas las esferas de la organización, cambia las vidas de sus integrantes, principalmente la de los gerentes que tienen que incorporar las perspectivas del corto y del largo plazo (Senge, 2000, 1997 y 1993). Esta necesidad llamada por Senge, la tensión creativa, hace que los directores tengan que mantener tanto la visión de futuro de toda la empresa como la preocupación constante por las necesidades operativas actuales y esto se va logrando mediante un cambio cultural que permita aplicar con éxito la estrategia sin que cultura y estrategia se contrapongan (Dubrin, 2003; Ferrer, 1976; Mello, 2004; Montufar, 2004; Robbins, 1987; y Schein, 1992). En el caso particular de la Gerencia Complejo Barrancabermeja, el cambio cultural se llevó a la par con el cambio tecnológico de sus activos tangibles e intangibles (Sánchez, 2006). Para este cambio, que era para todos un reaprender en búsqueda de una modificación relativamente permanente del comportamiento, resultado de la experiencia o de la práctica, se prepararon los comportamientos exigibles de la "GCB", ver anexo 2. Los comportamientos a nuestro juicio y luego de la revisión de la literatura, se acomodan al condicionamiento operante (Brunet, 1992), en lugar del condicionamiento clásico, ambos desarrollados por Pavlov, considerando que la situación, dura más tiempo y presenta particularidades como que se revelan pertinentes en el aprendizaje. También estos comportamientos se involucra-

ron dentro de los objetivos del personal y estaban altamente relacionados con sus acciones cotidianas durante la implantación de la estrategia. Estos cambios de comportamientos, debían reflejarse en la efectividad de las reuniones de seguimiento a la estrategia según anexo 1.

## **Metodología y trabajo de campo**

La aproximación al estudio de caso de la Gerencia Complejo Barrancabermeja, sigue el enfoque cualitativo, considerando que se identifican categorías más que variables y características no cuantificables numéricamente, donde se les estudia con la observación y participación directa en su unidad organizacional (Gerencia de Producción de la "GCB"), desde su aspecto básico en el periodo 2013 – 2017 (Hernández y otros, 2003; Martínez, 2004; Méndez, 2004; Tamayo, 2002). Por el alcance de sus objetivos es una descripción de: los hechos, los alcances de la implementación del direccionamiento estratégico y de las categorías con sus respectivas características que hacen posible su comparación con lo reportado por la literatura. Inicialmente el raciocinio o argumentación es inductivo, puesto que a partir de la situación particular o fenómeno observado (aproximación al estudio de caso) se va luego a una revisión de la literatura para llegar a establecer relaciones que vayan acumulando conocimiento y sirvan de base para futuras generalizaciones. Posteriormente se realizó la investigación documental a través de las fichas de trabajo o indagación (Moreno, 2005).

## **Unidad de análisis**

La unidad de análisis es la Gerencia Complejo Barrancabermeja, ver cuadro 2, conformada por los jefes de los departamentos de producción, los coordinadores operativos y los profesionales representantes de equipos núcleo y de propuestas de mejora. Se toman como muestra, por compartir o guiarse por formas de vida y situaciones laborales que los hacen semejantes durante sus reuniones de trabajo (Martínez, 1991).

## **Instrumentos de recolección y análisis de la información**

Se utilizaron la observación, las guías de trabajo y la encuesta, en donde se recolectaron los datos de las diferentes actividades. A continuación, presentamos los aspectos más importantes de los instrumentos utilizados:

**Cuadro 2.** Conformación de la unidad de estudio en la "GCB"

Tipo de reunión y frecuencia	Dependencias	No. Personas
Gerencia general (Frecuencia: una semanal)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gerente general</li> <li>Gerente de producción</li> <li>Gerente de servicios</li> <li>Coordinador optimización</li> </ul>	4
Gerencia de producción (Frecuencia: una semanal)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Gerente de producción</li> <li>Jefes de departamento operativos y Mntto. (8)</li> <li>Jefe de turno</li> <li>Coordinador de emergencias</li> </ul>	11
Propietarios del sistema (Frecuencia: una cada 15 días)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Coordinadores operativos</li> <li>Coordinadores de mantenimiento (8)</li> </ul>	24
Equipos núcleos (Frecuencia: una al mes)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Un equipo por departamento operativo (Materias primas/productos, refinación, Cracking, petroquímica y servicios industriales).</li> <li>Equipo conformado por: Jefe de departamento operativo, coordinadores e ingenieros de apoyo técnico a la producción</li> </ul>	26
Equipos de mejora (Frecuencia: una al mes)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lideres de equipos de mejora operativos</li> </ul>	10
Total de participantes		75

Fuente: *elaboración propia*

- Formato de observación de comportamientos exigibles, acordes con los valores y principios de la empresa, los cuales se calificaban en: color rojo, no lo aplica, amarillo, lo aplica algunas veces, verde lo aplica casi siempre (anexo 2).
- Formato de observación para evaluación de la efectividad de las reuniones de seguimiento a la estrategia, en donde se revisaban comportamientos complementarios como los de comunicación, el desempeño y logro de resultados (anexo 1).
- Modelo de medición del cambio o pirámide de sostenibilidad, la cual contiene 29 elementos que deben iniciar con la base de la pirámide y así sucesivamente hasta lograr los resultados de sostenibilidad y mejora continua en la cúspide. Cada cuadro se califica con Verde: esta sostenible. Amarillo: en uso, pero requiere mejora y Rojo: no está consistentemente en uso.

- Formato de encuesta medición del cambio pirámide de sostenibilidad, se tomaron en consideración los siguientes seis elementos de la pirámide, los cuales se vieron que eran prioritarios en el análisis inicial de la situación de la empresa: Visión clara del proyecto de reorganización o de implantación de la estrategia, apropiación de las Iniciativas de Cambio, visión clara del proyecto de reorganización o de implantación de la estrategia, un sentido de urgencia, liderar dando ejemplo y un equipo de liderazgo extendido.

### **Contexto en que se desarrolla el direccionamiento estratégico en la “GCB” Vs. la visión basada en los recursos “RBV”**

El direccionamiento estratégico de la “GCB” en su aplicación, se denominó “Gestión confiable de los activos”, de acuerdo con el marco conceptual del numeral 1.1.4 y lo contrastamos con la visión basada en los recursos “RBV”, a través del cuadro 3. Los elementos o categorías en que se dividen los esquemas que conforman la implementación de la estrategia observada en la práctica con los reportados por la literatura, son decisivos en el momento de hacer realidad la estrategia formulada por cualquier organización. Son las condiciones particulares de la cultura empresarial las que determinan las variaciones que deben realizarse.

Para el contexto particular de la “GCB” vemos que estos elementos tienen las siguientes características:

- Unión de los recursos físicos y tecnológicos en uno solo llamado activos tecnológicos, ya que lo de patentes, secretos comerciales, etc., son más acordes a otras unidades del negocio como la Vicepresidencia Comercial y el Instituto Colombiano del Petróleo. De esta manera las operaciones, el mantenimiento y la renovación de las instalaciones de proceso y sus equipos toman para esta gerencia operativa toda su importancia.
- Mantener la gestión de sus activos muy sistémica, al no presentar separación entre los recursos tangibles e intangibles y las capacidades organizativas. Estas últimas se hacen realidad a través de las personas y por ello en la implantación de la “GCB” se encuentran inmersas como una solo en los recursos humanos y en la ejecución confiable de la estrategia.
- Implantación en la “GCB” de una menor cantidad de nombres para los activos, lo que se traduce en una más fácil comprensión por parte de los niveles estratégicos y operativos, una mejor visualización al llamarlos activos confiables y valiosos, enfocándolos en la búsqueda de los resultados organizacionales (ver figura 1).

**Cuadro 3.** Elementos comparativos entre la gestión confiable de los activos de la "GCB" y la visión basada en los recursos "RBV"

Visión basada en los recursos "RBV"	Gestión confiable de los activos de la "GCB"	
Recursos tangibles	Activos tangibles	Cambio Cultural
Financieros	Resultados	
Físicos	Tecnológicos	
Tecnológicos		
Organizacionales	Procesos	
Recursos intangibles	Activos intangibles	
Humanos	Humanos	
Innovación y creatividad		
Reputación	Estrategia	
Capacidades organizativas		

Fuente: elaborado a partir de Dess y Lumpkin, 2017

- Involucra el concepto de cambio cultural, el cual adquiere la connotación de institucionalización de la confiabilidad de la estrategia a través de: normas, políticas, comportamientos, roles, grupos y valores, que hacen más ágil la implantación de la estrategia (Stoner; Freeman & Gilbert JR., 1996).

### Características que hicieron posible la gestión confiable de los activos de la "GCB"

Definidos por la "GCB" los activos o recursos (ver cuadro 3), que más se adaptaban a su contexto o cultura organizacional, fue necesario establecer un modelo que hiciera confiable la implantación de la estrategia a través del gerenciamiento de dichos activos. En la figura 2 se presenta el modelo de gestión confiable de los activos de la "GCB" a través del cual cualquier activo tangible o intangible de esta empresa debía ajustarse a:

- Una política y objetivos (adquisición, contratación, reconversión, etc.)
- La solicitud de una dependencia con responsabilidades y recursos definidos
- La definición de estándares y procedimientos (operación, mantenimiento, capacitación, ascenso, etc.)



El cuadro 4, indica estas características relacionando los elementos del sistema de calidad con los del modelo de gestión confiable de los activos de la "GCB", destacándose las siguientes:

- El liderazgo de la dirección con compromiso visible con los activos de la empresa.
- Organización matricial para materializar iniciativas de cambio a través de proyectos de mejora y responsabilidades claras para todos.
- Estándares y procedimientos de trabajo para que se cumplan y sigan a todo nivel.

**Cuadro 4.** Características que hicieron confiable el modelo de gestión de activos de la "GCB", comparados con los elementos básicos de la gestión de calidad

Características de la calidad	Características de la gestión de activos confiables de la "gcb"	Comentarios
Apoyo de la dirección y el liderazgo	Política y objetivos	Compromiso visible de la gerencia
Diseño organizacional.	Organización, responsabilidades y recursos	Entrenamiento y comunicaciones a todo nivel.
Gestión de integración del recurso humano.		
Entrenamiento formación y aprendizaje	Estándares y procedimientos	Estándares altos y bien entendidos.
Gestión por procesos	Monitoreo de implantación y desempeño	Medición del desempeño y comunicación.
Información y evaluación para la calidad	Auditorias	A las prácticas implantadas.
	Evaluación de la gerencia	Investigación de incidentes para encontrar causa raíz.
Mejora continua	Control, acciones correctivas - preventivas y mejora	Evitar que los incidentes vuelvan a ocurrir y siendo preventivos.
Resultados empresariales	Tablero balanceado de gestión	Revisión sistemática en toda la organización.

Fuente: *elaborado a partir de Perdomo & González (2017)*

- Monitoreo al proceso de implantación en reuniones sistemáticas.

- Auditorias planeadas como instrumento gerencial de mejora.
- Seguimiento a los resultados organizacionales para la toma de decisiones.
- Establecer las acciones preventivas como un hábito empresarial

## **Características de los comportamientos observados en la implantación de la estrategia en la “GCB”**

La cultura organizacional es factor determinante para la implementación de la estrategia, los comportamientos del personal en todas las esferas de la empresa, permite moldear este aspecto diferenciador. Institucionalizar la estrategia implica crear un conjunto de palancas como son valores, normas, roles y grupos de acción que se desarrollen para alcanzar los resultados de la organización. En la “GCB” se involucraron los grupos de interés en el proceso de institucionalización de la estrategia, tales como: los contratistas, visitantes, clientes que visitaban la refinería y el personal propio de la empresa, requiriéndose de entrenamiento previo para lograr adecuado desempeño respecto a los comportamientos exigibles definidos por la empresa de acuerdo con el anexo 2. El esquema de valores definido previamente por la empresa, sirvió de soporte a las normas y roles establecido en el modelo de gestión confiable de los activos. Así mismo se definieron tal como aparece en el anexo 1, comportamientos para las reuniones de seguimiento sistemático de la estrategia en los diferentes escenarios seleccionados como muestra en esta investigación.

Para complementar la institucionalización de la estrategia los grupos núcleos en cada departamento operativo y los equipos de mejora de proyectos prioritarios seleccionados según cuadro 2, fueron observados y reportados sus avances con relación a las reuniones efectivas. Adicionalmente, en la pirámide de sostenibilidad de la estrategia o modelo de medición del cambio en la “GCB”, que se detalla en el anexo 4, se definieron las categorías o elementos de cambio que debían operarse en el contexto en donde se implantaba la estrategia, seleccionándose en una primera fase los más prioritarios. Se hizo énfasis en el control de los comportamientos a través de un programa de recompensas y límites. En el primero los incentivos por resultados: globales de la “GCB”, obtenidos por los equipos de proyectos de mejora, alcance de las metas de los departamentos en “HSEQ” (Salud ocupacional, seguridad, ambiente y calidad).

En lo concerniente a los límites, se establecieron políticas como las de drogas y alcohol, "HSEQ", personal, mantenimiento y control de activos. Lo anterior se complementó con procedimientos, normas y reglas más específicas en la parte operativa y del control de los riesgos, medidas mediante la encuesta del anexo 3, con el fin conocer que tanto se interiorizaban las categorías definidas como de alta prioridad, las cuales se representaban en el modelo de cambio. En el cuadro 5 se comparan las características organizacionales requeridas para la aplicación de los comportamientos indispensables en la implantación de la estrategia en la "GCB", con los reportados por Dess & Lumpkin (2003) y Stoner; Freman & Gilbert (1996).

**Cuadro 5.** Características organizacionales necesarias en la aplicación de los comportamientos en la "GCB" comparadas con los reportados por la literatura

Reportadas por la literatura	Reflejados en la "GCB" mediante
Institucionalización de la estrategia*	Institucionalización en la "GCB"
Valores	Pirámide de sostenibilidad Comportamientos exigibles
Normas	
Roles	
Grupos de trabajo	Equipos núcleo y de mejora
Grupos de interés	Contratistas, clientes y trabajadores
Control moderno de la estrategia**	Control en la "GCB"
Cultura	Reuniones efectivas y modelo de cambio
Incentivos	Globales, por departamentos y equipos
Límites	Políticas droga y alcohol, "HSEQ", etc.
Reglas y procedimientos	ISO 9001, Matriz de riesgo y operativas

Fuente: *elaboración propia a partir de \*Dess & Lumpkin (2017) y \*\*Stoner; Freman & Gilbert (1996)*

## Conclusiones

La gestión organizacional basada en los activos, observada en la "GCB", tiene características similares a la gestión basada en los recursos que reporta la literatura. Esto indica que el modelo de gestión de la "GCB" tiene las categorías esenciales que hacen exitosa la implantación de

su estrategia. Conviene explorar si estas características pueden llegar a conformar modelos de gestión aplicables a otras organizaciones, respetando sus condiciones culturales particulares.

Los comportamientos y las características esenciales para su aplicación, durante la implementación estratégica en la "GCB", se comparan con los reportados por la literatura. El modelo de cambio utilizado por la "GCB" entonces tiene actividades del día a día que reflejan bien el logro de sus resultados, soportados por un cambio cultural en mejora continua. Se hace necesario continuar las investigaciones aplicadas a casos empresariales específicos, para ampliar la base de datos y encontrar los comportamientos deseables, lo más generales posibles, que definan el éxito de la implantación de las estrategias empresariales.

## Referencias bibliográficas

- Andrews, Kenneth & Otros. 1965. Business policy: Texts and cases, Illinois, Irwin Inc., en: Hofer, Charles W. y Schendel, Dan. 1985. Planeación estratégica: conceptos analíticos, Bogota, Norma.
- Andrews, Kenneth. 1971. The concept of corporate strategy, Illinois, Irwing, Inc.
- Ansoff, H. Igor 1965. Corporate strategy: an analyitic approach to business policy for growth and expansion, New York, McGraw-Hill.
- Brunet, Luc. 1992. El clima de trabajo en las organizaciones: definición, diagnóstico y consecuencias, México, Trillas.
- Burriel, Lluna Germán. 1999. Sistema de gestión de riesgos laborales e industriales, Madrid, Mapfre.
- Chandler, Alfred. 1962. "Strategy and structure; chapters in the story of American industrial enterprise", Massachusetts: MIT press, en: Hofer, Charles W. y Schendel, Dan. 1985. Planeación estratégica: conceptos analíticos, Bogotá, Norma.
- Chiavenato, Idalberto. 1998. Introducción a la teoría de la administración, 3ª ed., Bogotá, McGraw-Hill.
- \_\_\_\_\_. 2001. Administración. Proceso administrativo. Teoría, proceso, práctica, Bogotá, McGraw-Hill.
- Cuatrecasas, Luis. 2000. TPM Total productive maintenance. Hacia la competitividad a través de la eficiencia de los equipos de producción, Barcelona, Gestión 2000, pp.167-178.

- Da Silva, Reinaldo O. 2002. Teorías de la administración, México, Thomson.
- David, Fred, R. 1988. La gerencia estratégica, Bogotá, Legis. pp. 15-17.
- Dess, Gregory G y Lumpkin, G. T. 2003. Dirección estratégica, Madrid. McGraw-Hill.
- Diericxk, I. y Cool, K. 1989. "Asset stock acumulation and sustainability of competitive advantage", en Management science, n. 35, december.
- Drucker, Peter. 1954. The practice of management, New York, Harper and Row.
- Dubrin, Andrew J. 2003. Fundamentos de comportamiento organizacional. 2ª Ed. México, Thomson.
- ECOPETROL S. A. 2003. Reorganización y proyecto SENSOR, Bogotá, ECP.
- Ferrer, Pérez Luis. 1976. Guía práctica de desarrollo organizacional, México, Trillas.
- George, JR., Claude S. 1974. Historia del pensamiento administrativo, México, Prentice Hall.
- Gerencia Complejo Barrancabermeja, 2003. Premio interno a la calidad ECOPEPETROL 2003, Barrancabermeja, GCB.
- \_\_\_\_\_. 2003. Programa punto focales Bucaramanga, Barrancabermeja, GCB.
- Hernández, Sampieri Roberto y otros, 2003. Metodología de la investigación. Con aplicaciones interdisciplinarias. 3ª. Ed. México, McGraw – Hill.
- Hill, Ch. y Jones, G. 1996. Administración estratégica. Un enfoque integrado, Bogotá, McGraw-Hill.
- Hitt, M.; Ireland, D., y Hoskisson, R. 1999. Administración estratégica, competitividad y conceptos de globalización, México, Thomson.
- Hofer, Charles W. y Schendel, Dan. 1985. Planeación estratégica: conceptos analíticos, Bogota, Norma.
- NTC-ISO 9001. 2000. Sistemas de gestión de la calidad. Norma técnica colombiana NTC-ISO 9001, Bogotá, ICONTEC.
- Jarillo, Carlos José. 1990. Dirección estratégica, Madrid, McGraw-Hill, pp.167- 169.
- Jonson, G. y Scholes, K. 2001. Dirección estratégica, Madrid, Prentice Hall.
- Kaplan, Robert S. y Norton, David P. 2001 Cómo utilizar el cuadro de mando integral: para implantar y gestionar su estrategia, Barcelona, Gestión 2000.
- \_\_\_\_\_. 1997. El cuadro de mando integral, Barcelona, Gestión 2000.

- Malaver, Rodríguez F. y Vargas Pérez M., 2004. Los procesos de innovación en la industria colombiana: Resultados de un estudio de casos, en: Cuadernos de administración, Bogotá, Pontificia Universidad Javeriana, Vol. 17, No.28, julio –diciembre de 2004, pp. 9-51.
- Martínez, Miguélez Miguel. 2004. Ciencia y arte en la metodología cualitativa, México, Trillas.
- \_\_\_\_\_. 1991. La investigación cualitativa etnográfica en educación. Manual teórico práctico, Caracas, Editorial texto RSI.
- Markides, Constantino C. 2000. En la estrategia está el éxito, Bogotá, Norma, pp. 135-137.
- Mather, Daryl. 2005. La importancia estratégica de la gestión de recursos, (online). Available from Internet: darylm@strategic-advantages.com www.confiableidad.net
- Mello, de Faria. 2004. Desarrollo organizacional. Enfoque integral, México, editorial Lymusa S. A.
- Méndez, A. Carlos E. 2004. Metodología: diseño y desarrollo del proceso de investigación. 3ª.E.d., Bogotá, McGraw-Hill.
- Mintzberg, Henry. 1994. The rise and fall of strategic planning, en: Hamel, Gary y Crainer, Stuart. Los 50 mejores libros de management. Bogotá: Casa editorial el tiempo, portafolio, 2001. p 211-214.
- Montufar, Rafael Guizar. 2004. Desarrollo organizacional. Principios y aplicaciones. 2ª Ed., México, McGraw-Hill.
- Moreno, Hernández Gícela. 2005. Cómo investigar. Técnica documental y de campo, México, Édere
- Newman, William H. y Logan, James P. (1971). Policy and central management, Cincinnati, S. W. Publishing Co.
- Penrose, E. (1959). The theory of the growth of the firm, New York, Wiley.
- Perdomo, Ortiz J. y González Benito J. 2004. "Medición de la gestión de la calidad total: una revisión de la literatura", en Cuadernos de administración, Bogotá, Pontificia Universidad Javeriana, Vol. 17, No.28, julio –diciembre de 2004, pp. 91-109.
- Peteraf, M. (1993). "The cornerstones of competitive advantage. A resources based view", en: Malaver, Rodríguez F. y Vargas Pérez M., 2004. Los procesos de innovación en la industria colombiana: Resultados de un estudio de casos, en: Cuadernos de administración, Bogotá, Pontificia Universidad Javeriana, Vol. 17, No.28, julio –diciembre de 2004, pp. 9-51.

- Robbins, Stephen P. 1998. *La administración en el mundo de hoy*, México, Pearson Educación.
- \_\_\_\_\_. 1987. *Comportamiento organizacional. Conceptos, controversias y aplicaciones*. 3ª Ed., México, Prentice Hall.
- Sánchez, Silva Eliécer. 2006. *Desarrollo organizacional. Cómo encarar los cambios en las organizaciones, conceptos, estrategias y aplicaciones prácticas*, Bucaramanga, Universidad Santo Tomas (USTA), Iris Impresores.
- \_\_\_\_\_. 2003. *Cómo gestionar la estrategia empresarial: Novedoso sistema para gestionar la estrategia "SGE" basado en el cambio de comportamiento organizacional*, en: *Prospectiva Gerencial, órgano de difusión de la maestría en administración de empresas*, USTA, marzo, número 2.
- \_\_\_\_\_. 2005. "Sistema de control para la gestión de la estrategia empresarial" "SCGE", en: *Investigación en administración en América Latina, evolución y resultados*, Manizales, Edigráficas, pp. 113 a 124.
- Schein Edgar H. 1982. *Psicología de la organización*, 3ª E.d., México, Prentice Hall.
- \_\_\_\_\_. 1992. "Organizational cultura and leadership", 2ª. Ed. San Francisco, Jossey Bass, en: Stoner, James A. F.; Freeman, Edward R. y Gilbert JR., Daniel R. 1996. *Administración*, 6a Ed. México, Prentice Hall.
- Schroeder, 1995. *Administración de operaciones, toma de decisiones en la función de operaciones*, 3ª Ed., México, McGraw-Hill, pp. 628-630.
- Senge, Peter. 2000. *La danza del cambio: los retos de sostener el impulso en las organizaciones abiertas al aprendizaje*, Bogotá, Norma.
- \_\_\_\_\_. 1997. *La quinta disciplina en la práctica: estrategias y herramientas para construir la organización abierta al aprendizaje*, Barcelona, Granica.
- \_\_\_\_\_. 1993. *La quinta disciplina: el arte y la práctica de la organización abierta al aprendizaje*, Barcelona, Granica.
- Stoner, James A. F.; Freeman, Edward R. y Gilbert JR., Daniel R. 1996. *Administración*, 6a Ed. México, Prentice Hall.
- Strebel, Paul. 1996. *¿Porqué los empleados se resisten al cambio?*, en: *Gestión del cambio*. Harvard Business Review, Buenos Aires, Deusto. 2004, pp.175-197.
- Tamayo, Tamayo Mario, 2002. *El proceso de la investigación científica*, México, Limusa.
- Thompson, A. y Strickland, A. J. 1999. *Administración estratégica, conceptos y casos*, México, McGraw- Hill.

Uyterhoeven, Hugo y otros (1973). *Strategy and organization: texts and cases in general management*, Illinois, Irwin Inc.

Wernerfelt, B. (1984). "A resource based view of the firm", en: *Strategic management journal*, n. 5, referenciado por: Malaver, Rodríguez F. y Vargas Pérez M., 2004. Los procesos de innovación en la industria colombiana: resultados de un estudio de casos, en: *Cuadernos de administración*, Bogotá, Pontificia Universidad Javeriana, Vol. 17, No.28, julio -diciembre de 2004, pp. 9-51.





# Análisis del desempeño de los costos de stroke de producción para una cadena de suministro

*Rafael Humberto Merlano Porto*

Magister en Ingeniería, Universidad Tecnológica de Bolívar, Corporación Universitaria del Caribe – CECAR, Rafael.merlano@cecar.edu.co

*Jhonatan Andrés Rodríguez Manrique*

Ingeniero Agroindustrial – Universidad de Sucre. Maestría en ingeniería en ciencias agroalimentarias, Corporación Universitaria del Caribe – CECAR, jhonatan.rodriguez@cecar.edu.co

*Carlos Segundo Cohen Manrique*

Ingeniero Electrónico – UFPS, Maestría en Ingeniería con Énfasis en Ingeniería de Sistemas, Corporación Universitaria del Caribe – CECAR, carlos.cohen@cecar.edu.co

## Resumen

El entorno actual de la cadena de suministro, está enfocado a priorizar en cuatro aspectos básicos; la globalización de los mercados; Cambios en las necesidades de los consumidores; concentración; y los nuevos bloques económicos. El objetivo de la investigación consiste en presentar un marco analítico para la toma de decisiones en la planificación de la producción, la optimización y evaluación del desempeño de los costos de producción del fabricante. Para simular la cadena de suministro de tipo multinivel, se propuso el modelo matemático, deno-

minado "Generic Materials & Operations Planning", el cual trabaja en un horizonte rodante, y con diferentes estructuras de productos para la fabricación, con el fin de optimizar cada problema. A fin de simular y evaluar el desempeño de los eslabones de la Supply Chain Management, fue preciso caracterizar e identificar los factores de entrada bajo diferentes niveles de operatividad, parámetros, y variables de respuesta que determinaron el alcance del sistema. En las siguientes fases y mediante un diseño experimental, se efectuaron las corridas de cada instancia, con el fin de indagar interacciones entre factores y medir el impacto en la variable de salida.

**Palabras clave:** modelo matemático, horizonte rodante, diseño experimental, stroke de operación, cadena de suministro, interacciones.

## *Analysis of the performance of stroke costs of production for a supply chain*

### **Abstract**

The current environment of the supply chain is focused on prioritizing four basic aspects; the globalization of markets; Changes in consumer needs; concentration; and the new economic blocks. The objective of the research is to present an analytical framework for decision making in production planning for the optimization and evaluation of the cost performance of the manufacturer's production Stroke. To simulate the environment for Multilevel Supply Chain Management, a mathematical model was proposed, called Generic Materials & Operations Planning, which works in a rolling horizon and with different product structures for manufacturing in order to optimize each problem. In order to simulate and evaluate the performance of the Supply Chain Management links, it was necessary to characterize and identify the input factors under different levels of operability, parameters, and response variables that determined the scope of the system. In the following phases and by means of an experimental design, the runs of each instance were carried out, in order to investigate interactions between factors and measure the impact on the output variable.

## Introducción

Son varios los aspectos y factores que inciden en el desempeño y gestión de la cadena de suministro, esto ha motivado a los investigadores en la búsqueda y solución de problemas derivados de la planificación y gestión de la Supply Chain Management (CSM). Estos aportes se han realizado desde diferentes enfoques; desde modelos empíricos, modelamiento matemático y técnicas algorítmicas que han contribuido de manera significativa al mejoramiento u optimización de los procesos (Li, & Liu, 2012) que hacen parte de la CSM. Un primer aspecto está relacionado con la dinámica misma e incertidumbre de los mercados, un segundo aspecto tiene que ver con la complejidad (Bode Ch. y Wagner S, 2015) para articular todos y cada uno de los eslabones o procesos que conforman toda la red de abastecimiento –producción y distribución, de bienes o productos terminados– y un tercer aspecto, hace referencia con la globalización de la economía, y en muchas situaciones la variabilidad de la demanda, y pérdida de competitividad en los mercados (Lu, 2011).

En cualquiera de las situaciones, esto ha inquietado a investigadores y organizaciones para buscar y desarrollar de forma integrada, estrategias, métodos, filosofías y modelos que mejoren sus ventajas competitivas en cuanto a: Costos de producción (Glock, 2012); costos de preparación; niveles y costo del inventario; tiempos de entrega; nivel de servicios, y planificación de los planes de producción, entre otros (Li et al., 2012). Identificando y evaluando estos factores, es posible el diseño de estrategias para dar respuesta a estos problemas, que en muchos casos resultan complejos y que indudablemente limitan y dificultan la toma de decisiones y la gestión misma de la cadena de suministro (Ottmoller & Friedrich, 2017). Por ello, y con base en esa variabilidad del mercado, y otros factores, que pueden afectar directamente o indirectamente la SC, a los resultados esperados, es importante preguntarnos por el efecto y los resultados que se esperan en las variables de costos, y las repercusiones que esto representa en el desempeño de la SC.

Para el presente estudio, se hace énfasis específicamente, en minimizar y evaluar el desempeño de los costos de Stroke de producción, mediante el modelamiento matemático para una cadena de suministro de tipo multinivel, cuando la planificación de la SC (Zukui & Marianthi 2010), se realiza en horizonte rodante y depende de factores que pueden tener

alguna interacción y afectar significativamente su desempeño. Estudios previos, han demostrado que factores como los tiempos de entrega variables (Lead Time), exacerban el efecto látigo o efecto bullwhip (Lee, et al., 2014). Además, sostienen que el efecto látigo durante mucho tiempo ha sido considerado como uno de los factores críticos que afectan la SC, más específicamente en la amplitud de la demanda aguas arriba. Los costos de stroke de la producción y los costos de setup, están relacionados con los procesos de fabricación, básicamente con la estructura de los productos, Bill of Materials, flexibilidad en las operaciones o rutas alternativas para la fabricación (Maheut y Sabater, 2010). El propósito es la reducción de los costos en la cadena de producción. Maheut & Sabater (2010), proponen el modelo matemático Generic Materials & Operations Planning (GMOP), al cual se le introduce el parámetro tiempo de entrega – LEAD TIME – (Kamal & Hafar, 2010) además, considera las recepciones programadas, el empleo y análisis de cuatro matrices que buscan entre otros, facilitar la implementación del modelo matemático basado en el concepto de Stroke y Skus (Stock Keeping Units). Otros factores como la heterogeneidad de la demanda ( Fang, Zhang, Robb, & Blackburn, 2012), comunalidad (Zhoua & Grubbstrom, 2003), y el coeficiente de variación igual de importantes, que fueron considerados en el estudio para definir el alcance de y en cumplimiento a los objetivos de la investigación; optimización de los costos de producción y de setup en una cadena de suministro de tipo Binivel.

Otras consideraciones importantes contempladas en el estudio, y guardando estrecha relación con el modelo matemático propuesto (GMOP), tiene que ver con el plan maestro de producción (MPS), el plan de requerimiento de materiales y el horizonte de tiempo programado para evaluar la incidencia de las variables de entrada y parámetros del sistema sobre los costos de producción y de setup. Además, el MPS y el MRP, es una decisión táctica-operativa de la dirección relacionada con las órdenes de trabajo, y la cantidad de sub-ensambles y ensambles (Operaciones-Stroke) que deben programarse y ser fabricadas en el siguiente período. También considera los resultados de los periodos anteriores y la estimación de los próximos periodos, con el fin de asegurar la disponibilidad de los materiales y recursos que se requieren en el horizonte de planificación (Bredstom et al., 2010).

## Desarrollo

El desarrollo del proyecto fue previsto en seis (6) fases: la primera fase, se limitó a una etapa de preparación, y definición del alcance de la investigación, así como las herramientas y equipos utilizados, entre ellos: Servidor 250 GB de RAM, diseño de algoritmo en JAVA, y el optimizador GUROBI para la optimización de cada una de las instancias. Para el proceso y preparación de los experimentos, se utilizó el software estadístico StatGraphics. En la fase 2, se presentó un análisis de la base conceptual, relacionada directamente con la identificación de variables, los parámetros del modelo, el modelo matemático, el horizonte de planificación para correr los problemas, la replanificación y congelamiento de los planes de producción. En la fase 3, se identificaron las variables de entrada y salida del sistema, se describieron y configuraron las matrices de materiales y operaciones que definirían cada problema y alimentarían la simulación. En la fase 4, se realizó el diseño metodológico de la simulación, identificando para las variables de entrada, los respectivos niveles en que operaría cada factor. En la fase 5, se preparó el modelo estadístico, y su correspondiente diseño experimental (Diseño factorial) y análisis de varianza. Finalmente, en la fase 6 se presentaron los resultados del análisis de varianza, y conclusiones del estudio.

### **Métodos: caracterización de las instancias para la simulación**

Se relacionan las características que son comunes a las diferentes instancias, los datos o parámetros empleados en cada problema, el horizonte de planificación, y los periodos de replanificación que se requieren para la simulación. (Habchi & Labrune, 1995)

### **Modelo matemático GMOP**

La notación del modelo GMOP, se presenta en la figura 1. El objetivo del modelo, como se expresó anteriormente consiste, en minimizar los costos de producción (Stroke) y los costos de setup. La ecuación 1 y 2 del modelo representa la cantidad de flujo de los materiales, la ecuación -2 indica que, si se presenta un Stroke en el periodo  $t$ , entonces se presenta costo de preparación. La restricción -4 representa, limitación en la capacidad, de cada recurso en cada periodo. De acuerdo a lo anterior, se puede inferir que el modelo es un modelo Np-Hard (Maheut y Garcia-Sabater, 2011). El modelo matemático es el siguiente:

*Set**i* Productos SKUs  $i = 1, \dots, 50$ *r* Recursos  $1, \dots, 4$ *k* Stroke  $1, \dots, 50$ *t* Periodos  $= 1, \dots, 52$  $la(t)$  donde *Periodo*  $t = 1$  $lb(t)$  donde *Periodo*  $t = 2, \dots, 52$ **Parámetros** $D_{it}$  Demanda en SKU,  $i$  durante el periodo  $t$  $h_{it}$  Costo de almacenar una unidad SKU,  $i$  durante el periodo  $t$  $Ot_{kr}$  Tiempo de Operación para la ejecución de una unidad de Stroke en el recurso  $r$  $St_{kr}$  Tiempo de Setup del Stroke  $k$  en el recurso  $r$  $P_{kt}$  Costo de planificar la ejecución de una unidad de Stroke  $k$  durante el periodo  $t$  $F_{kt}$  Costo de Setup del Stroke  $k$  durante el periodo  $t$  $Ii_o$  Nivel inicial del inventario de SKUs  $i$  $Y_{it}$  Recepciones Planificadas en SKUs  $i$  durante el periodo  $t$  $Cd_{rt}$  Capacidad disponible del recurso  $r$  durante el periodo  $t$  $So_{ik}$  Numero de unidades de SKUs  $i$ , resultado de la ejecución de una unidad del Stroke  $k$  $Si_{ik}$  Numero de unidades de SKUs  $i$  que se consumen durante la ejecución del Stroke  $k$  $Lt_k$  Lead Time de un Stroke  $k$ *Variables* $Z$  Función objetivo Costos Totales del Setup $Sk_{kt}$  Cantidad de Strokes  $k$  que empiezan durante el periodo  $t$  $In_{it}$  Nivel del inventario del SKUs  $i$  al final del periodo  $t$  $J_{kt}$  Vale 1 si el Stroke  $k$  esta en setup durante el periodo  $t$  (0 en caso contrario) $con_{it}$  Variable de consumo $x_{ikt}$  Unidades producidas $consumos_{it}$  Consumos para segundo balance de inventario $produccion_{it}$  Producción de SKUs por cada Stroke en el periodo  $t$

### *Función objetivo*

$$\text{Minimizar } Z = \sum_{t=1}^T \left[ \sum_{i=1}^n (h_{it} * In_{it}) + \sum_{k=1}^K (P_{kt} * Sk_{kt} + J_{kt} * F_{kt}) \right]$$

### *Restricciones*

$$In_{i,Ja} = Iio_i + Y_{i,Ja} - D_{i,Ja} - \text{consumos}_{i,Ja} + \text{produccion}_{i,Ja}$$

$$In_{it} = In_{i,t-1} + Y_{it} - D_{it} - \text{consumos}_{it} + \text{produccion}_{it}$$

$$\text{produccion}_{it} = \sum_{k=1}^k x_{ikt}$$

$$x_{ikt} = So_{ik} * Sk_{k,t-Lt(k)}$$

$$\text{con}_{ikt} = Si_{ik} * Sk_{kt}$$

$$\text{consumos}_{it} = \sum_{k=1}^k \text{con}_{ikt}$$

$$S_{kt} - M * J_{kt} \leq 0$$

$$\sum_{k \in S} (J_{kt} * St_{kr} + Sk_{kt} * Ot_{kr}) \leq Cd_{rt}$$

$$In_{it} \geq 0; Sk_{kt} \geq 0; J_{kt} \in \{0,1\}$$

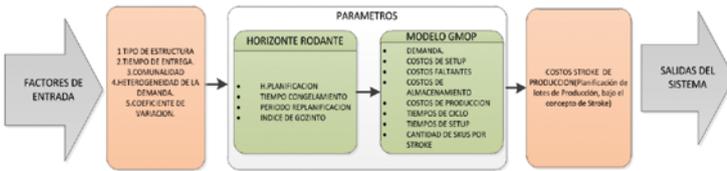
### **Datos y parámetros del sistema**

En cuanto a la parametrización del sistema MRP, existen muchos factores que afectan el rendimiento del MRP. La configuración de estos parámetros está relacionada con el modelo GMOP, las cinco estructuras propuestas y los 10 productos con diseños diferentes (Taleizadeh, Akhavan & Makui, 2011) por cada estructura, para un total de  $i=50$  productos. Los datos empleados para esta simulación, fueron obtenidos directamente de la literatura y de otros estudios relacionados. La Figura 1, ilustra de forma muy general, el proceso para la simulación de las instancias en relación a la variable de salida, Costos del Stroke de Producción. Se definen 5 factores de entrada, que operan en diferentes niveles, posteriormente en una segunda etapa se describe el proceso

de planificación de la producción, simulado con dos características especiales. La primera característica, define el ámbito o el horizonte rodante de planificación para los periodos, con dos elementos claves en este proceso: El primero es el periodo de congelamiento. Sridharan et al. (1987), sugieren dos métodos para este parámetro; el primero es un método basado en el periodo, y el segundo método está basado en el número de órdenes. Para este estudio se propone el método basado en el periodo. Se define entonces el periodo de congelamiento, como  $Pc=1$ . La segunda característica está relacionada con el periodo de replanificación  $Pr=\delta$ . En esta misma etapa de la simulación, se optimizan las variables de salida del modelo GMOP, entre ellas:

- $Z_{kt}$  = Cantidad de strokes  $k$  que empiezan durante el periodo  $t$
- $I_{it}$  = Nivel de inventario del SKU  $i$  al final del periodo  $t$
- $F$  = Costos totales del Setup.

Figura 1. Parámetros y factores de la simulación



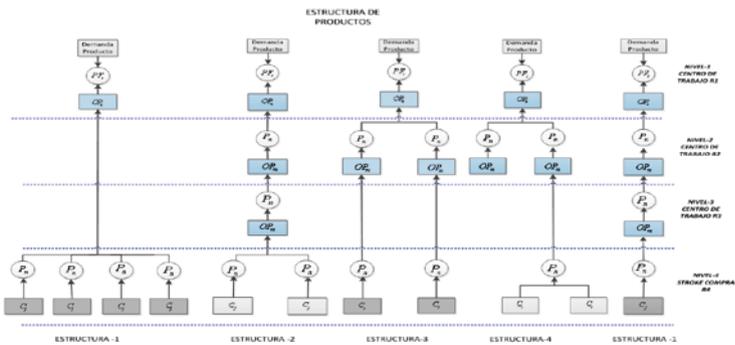
Fuente: elaboración propia

Los datos de entrada para efectuar las simulaciones en el modelo, son tomados directamente de investigaciones previas y casos de estudios de la literatura, entre ellos podemos resaltar; Xie et al. (2003), el cual propone los parámetros del horizonte rodante, el periodo de congelamiento, el ciclo de planificación y los costos de setup. Zhao & Lee (1996), y Prasad & Krishnaiah (2001), complementan los parámetros para los costos de setup, también utilizados para generar los respectivos escenarios. En la figura 2, se muestran las cinco estructuras de productos bajo el concepto de stroke y Skus. La notación correspondiente se establece de la siguiente forma:

- $PF_i$  Producto final ( $i = 1, \dots, I$ )
- $OP_k$  Stroke de operación ( $k = 1, \dots, K(\text{nivel} - 1)$ )
- $P_n$  Sub-productos ( $n = 1, \dots, N$ )
- $OP_m$  Stroke de operación ( $m = 1, \dots, M(\text{nivel} - 2, \dots)$ )
- $C_j$  Stroke de compra ( $j = 1, \dots, J$ )
- $TS_t$  Tiempo de Setup ( $t = 1, \dots, T$ )
- $TP_t$  Tiempo de Producción ( $t = 1, \dots, T$ )
- $TD$  Tiempo Disponible ( $t = 1, \dots, 2$ )

Los datos de los costes de almacenamiento, setup, stroke (Producción, compra o transporte), y el factor Gozinto que se presentan en la Tabla 1, son una adaptación de los valores de los trabajos de Prasad et al., (2001) y de Zhao & Xie (1998).

Figura 2. Estructuras de productos tipo 1, 2, 3, 4,5: stroke de compra y stroke de producción



Fuente: adaptado a partir de Maheut et al., (2011) y Blackburn & Millen (1982)

Los datos de los costes de almacenamiento, setup, stroke (producción, compra o transporte), y el factor Gozinto que se presentan en la Tabla 1 son una adaptación de los valores de los trabajos de Prasad et al., (2001) y de Zhao & Xie, (1998).

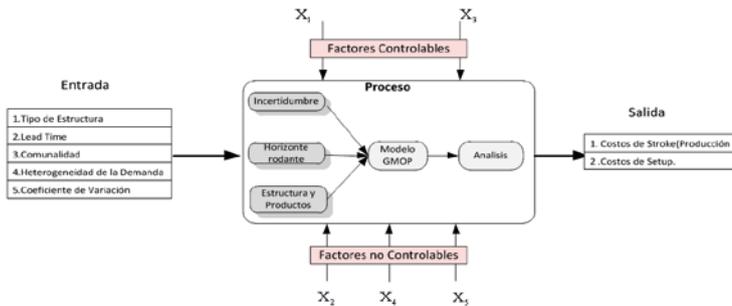
Tabla 1. Costos, parámetros y factor de Gozinto

Etapa	Costo de almacenamiento	Costo de setup	Costo de stroke	Factor Gozinto
1	1	8000	2	-
2	0,1	4000	1	1
3	1	18000	5	1
4	2	4000	1	1
5	0,1	1800	0,5	1

Fuente: *elaboración propia*

Con base en las matrices de operaciones y de parámetros a emplear por el modelo GMOP, se corrieron las diferentes instancias como se esquematiza en la Figura 3. Los resultados de la simulación fueron empleados en el diseño experimental, con el propósito de medir el impacto de los factores de entrada sobre la variable de salida del sistema; Costos de Stroke de Producción, o Costo de planificación de la producción en cada Stroke.

Figura 3. Esquema para simular las instancias



Fuente: *elaboración propia*

Para cada etapa de la cadena de suministro hay un recurso productivo por nivel de profundidad y las operaciones (Stroke de operaciones) consumen capacidad del recurso en su nivel correspondiente como se muestra en la Figura 3 y la Tabla 2. El último nivel de las estructuras se supone que son operaciones de compra.

**Tabla 2.** Costos y parámetros

Recursos	R1	R2	R3	R4
Tiempo de Stroke por unidad	1	1	1	1
Tiempo de Preparación	5	5	5	5
Capacidad en Tiempo	2000	2000	2000	2000

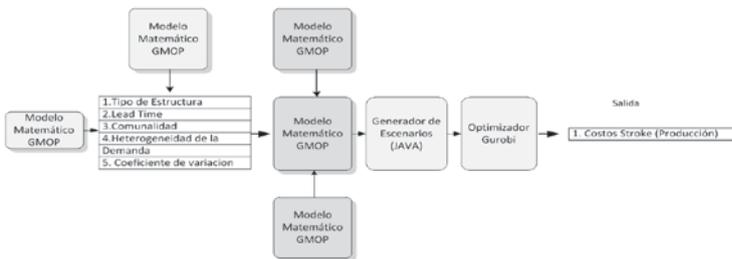
Fuente: *elaboración propia*

Los datos de demanda para cada producto se determinaron basados en los patrones utilizados por Omar & Bennell (2009). En la figura 4, se puede apreciar la metodología para generar los escenarios y los resultados, al aplicar el modelo GMOP en cada ciclo de planificación del horizonte rodante.

### Datos de la matriz de operación, basados en el modelo GMOP

La matriz de operación y recursos, asigna a cada Stroke los diferentes recursos que se inmovilizan o se utilizan. Esta matriz se construye en función de una matriz de asignación de recursos a Strokes que se denota como  $R_s$  (Maheut & Garcia, 2011). Para efectos de la simulación, se consideraron 120 problemas por cada réplica.

**Figura 4.** Generación de escenarios y resultados



Fuente: *elaboración propia*

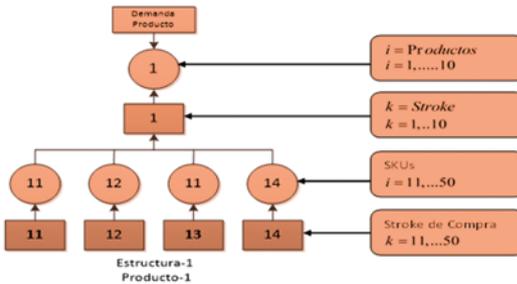
Para cada problema, se diseñaron las respectivas matrices de operaciones, costos y tiempo, dependiendo de la estructura del producto.

Los detalles para el primer problema son: Estructura, Lead Time Bajo, Sin comunalidad en los materiales, un coeficiente de variación bajo y la heterogeneidad de la demanda es baja. Las configuraciones y características del resto de problemas, así como las matrices o parámetros de costos, tiempo, y de operaciones para los 120 problemas no se detallan dada la magnitud de los datos. En la tabla 2, se muestran las matrices resumidas para el problema y la estructura, los datos y características son los siguientes.

### Número de unidades SKUs, como resultado de un Stroke

Esta matriz, denominada también matriz sparse, identifica el número de unidades de *SKUs* (productos), que resultan por la ejecución de una unidad de *Stroke* ( $k$ ). El número de unidades de *SKUs* resultante por unidad de *Stroke* ( $k$ ) se define como  $So_{ik}$ . La matriz sparse, muestra la cantidad de unidades en *SKUs* requeridas para fabricar una unidad de *Stroke*. Para el *Stroke* de la Figura 5, se requieren cuatro unidades de *SKUs*, esto son parte 11,12,13,14 respectivamente.

Figura 5. Configuración del stroke para la estructura



Fuente: elaboración propia

La matriz correspondiente para representar la cantidad de *SKUs* que se obtienen por la ejecución de una unidad de *Stroke*, se muestra en la tabla 3. Para este caso, el *Stroke*-1, genera el producto-1(*SKUs*), y el *Stroke* 11, genera el *SKUs* -11(o producto 11), el resto de datos se



**Tabla 4.** Resumen de los factores con sus respectivos niveles

Factor	Nombre	Label	Numero de niveles	Valores
1	Estructura	Ep	6	Ep1, Ep2, Ep3, Ep4, Ep5
2	Lead time	Lt	3	0,1,2
3	Comunalidad	Cm	2	0:0,5
4	Heterogeneidad	Hd	2	0%; 88,5%
5	Coefficiente de variación	Cv	2	0; 0,5

Fuente: *elaboración propia*

materiales, basados en el concepto de Stroke y *SKUs*. En la figura 2, se resumen las diferentes estructuras del producto con sus respectivos niveles.

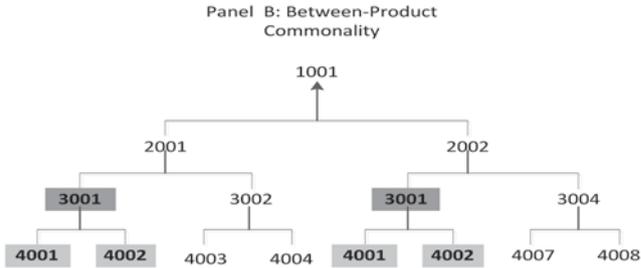
**Lead Time**

El Lead Time(*Lt*), se convierte en un factor que no se puede separar al momento de gestionar la cadena de suministro, y como factor inseparable, también presenta un grado de incertidumbre dentro de la SC. Esta incertidumbre, nos conduce al estudio de tres niveles para este factor. El primer nivel el,  $Lt = 0$ , se considera que las entrega se efectuan de manera instantenea o justo a tiempo. En el segundo nivel el  $Lt = 1$  periodos, y el tercer nivel,  $Lt = 2$  periodos. En la tabla 4, se resume el factor Lead time con sus respectivos niveles.

**Comunalidad**

El factor de comunalidad ha sido ampliamente estudiado, investigadores como Zhoua & Grubbstrom (2003), establecen que son características comunes, cuando se utiliza el mismo tipo de componentes en una estructura o lista de materiales y por lo general se encuentra en la industria manufacturera. Se considera, además, que el uso de componentes comunes puede reducir el nivel de inventario, y disminuir el tiempo de respuesta del mercado, los tiempos de preparación. Y por consiguiente aumentar la productividad, y mejorar la flexibilidad (Zhoua & Grubbstrom, 2003).

Figura 6. Estructura de producto tradicional con comunalidad



Fuente: Vakharia et al. (1995)

## Heterogeneidad de la demanda

La heterogeneidad de la demanda está basada como medida, en el coeficiente de Gini, el cual, normalmente se utiliza para medir la desigualdad en los ingresos, pero puede usarse, además, para tratar cualquier distribución que tenga un comportamiento desigual.

## Coefficiente de variación de la demanda

A través de este factor, se desea medir el impacto en la variabilidad de la demanda, sobre los costos de stroke de producción. Esta variabilidad se puede expresar por cambio en el coeficiente de variación ( $CV$ ), primero cuando la demanda no presenta variación, para este caso  $CV$  es igual a cero, y segundo cuando la demanda presenta alta variabilidad, determinado con un coeficiente  $CV$  del 50%. Ahora bien, si el valor esperado de la media ( $\mu$ ), y la desviación estándar ( $\sigma$ ), es una variable aleatoria  $X_i$ , entonces el coeficiente de variación ( $CV$ ), se define mediante  $CV = \frac{\sigma}{\mu}$ , donde  $\mu > 0$ .

## Variables de respuesta

En esta investigación, y a partir del comportamiento de los factores de entrada, se desea indagar y analizar los resultados para determinar el impacto e interacciones presentes entre factores, además del desempeño y comportamiento de la variable de salida.

## Costos planificación de la producción

Los costos para la planificación de la producción (Stroke), se relacionan en la ecuación de costos totales. Están definidos por cada Stroke Pkt, que representa el costo de producción en el periodo  $t$ , y  $Z_{kt}$ , cantidad de stroke que empiezan en el horizonte de planificación  $t=1$ , hasta  $t=52$  periodos. En la siguiente expresión, se muestra la ecuación que identifica los costos de Setup por Stroke y periodo.

$$\text{Costos totales} = \sum_{t=1}^T \left( \sum_{i \in p} (h_{it} * I_{it}) + \sum_{k \in s} (p_{kt} * z_{kt} + \delta_{kt} * f_{kt}) \right)$$

## Resultados

### Diseño del experimento

Con el propósito de medir el impacto de las variables de entrada; Lead Time (tiempo de entrega por parte del proveedor), estructura del producto, comunalidad, heterogeneidad de la demanda y el coeficiente de variación) en el desempeño del sistema, más específicamente en los costos para planificar la producción (stroke de producción), se recurre al diseño experimental y análisis de varianza con cinco factores de entrada y sus respectivos niveles (ANOVA), con tres replicas por cada tratamiento, empleando el software Statgraphics®. En la tabla 5, se resumen los factores de entrada con sus respectivos niveles.

### Diseño del modelo estadístico

Teniendo en cuenta el número de factores y sus respectivos niveles se plantea el diseño factorial general con  $f$ , factores  $A, B, C, \dots, K$  y niveles  $a, b, c, \dots, k$  (para  $k$  que representa el,  $f$  – esimo) o último factor a estudiar, con ello es posible construir el diseño factorial general  $axbxc, \dots, xk$  que consiste de  $axbxc, \dots, xk$  tratamiento o corridas experimentales. Para el caso específico de este estudio, se trabajó con el diseño, *Factorial general* ( $5x5x2^3$ ) y 3 repeticiones por tratamiento.

Tabla 5. Resumen de los factores de entrada y sus niveles

N	Nombre del factor	Código	Código del nivel	Valores	Unidad
1	Tipo de estructura (A)	EP-1	1	1	Tipos
		EP-2	2	2	
		EP-3	3	3	
		EP-4	4	4	
		EP-5	5	5	
2	Tiempo de entrega (B)	LT-1	Bajo	0	Periodos
		LT-2	Medio	1	
		LT-3	Alto	2	
3	Comunalidad (C)	CM-A	Bajo	0%	Porcentaje
		CM-B	Alto	50%	
4	Heterogeneidad de la demanda (D)	HD-A	Bajo	0%	Porcentaje
		HD-B	Alto	88,5%	
5	Coeficiente de variación (E)	CV-A	Bajo	0%	Coeficiente
		CB-B	Alto	50%	

Fuente: elaboración propia

Las hipótesis del modelo se plantearon de la siguiente forma:

$$H_0 : \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \dots \tau_k = 0$$

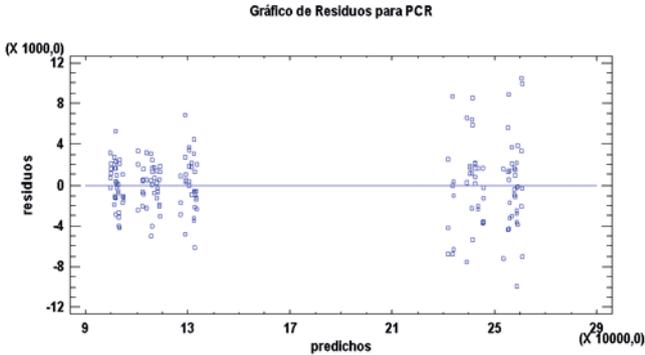
$$H_A : \tau_i \neq 0 \text{ para algun } i$$

### Consideraciones generales para el análisis de varianza

Se consideraron: la suma de cuadrados SC por tratamiento, los grados de libertad por tratamiento o factor, y los cuadrados medio por tratamiento. Para el error, se trabajó con los estadísticos de prueba basados

en la distribución F, y el valor prefijado para la significancia, se establece con  $\alpha=5\%$ . El nivel de confianza se fijó en un 95% mediante la prueba de Fisher LSD.

Figura 7. Grafica de normalidad para residuos PCR



Fuente: elaboración propia

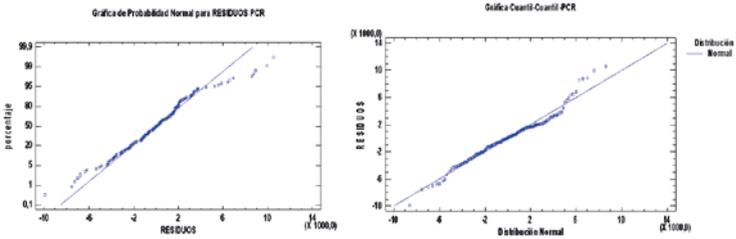
## Análisis de varianza para los “Costos de Stroke de Producción” (PCR)

### Supuestos del modelo

*Supuesto de normalidad:* basados en la prueba grafica de los residuos para la variable de respuesta *Costos de Producción (PCR)*, se observa que la distribución normal ajusta bien los datos de los residuos. Desde el punto de vista analítico, el valor-p para la prueba de Shapiro-Wilk= 0,0518471, dado que el valor-p es mayor que 0,05 no se puede rechazar la hipótesis de que los residuos provienen de una distribución normal (figura 7).

*Supuesto de varianza constante para PCR:* como se aprecia en la figura 8, de predichos y residuos, no se observa ningún patrón en la gráfica, este comportamiento, se toma como señal de que se cumple con el supuesto de que los tratamientos tienen igual varianza.

Figura 8. Predichos contra residuos para la variable: costo de stroke de producción



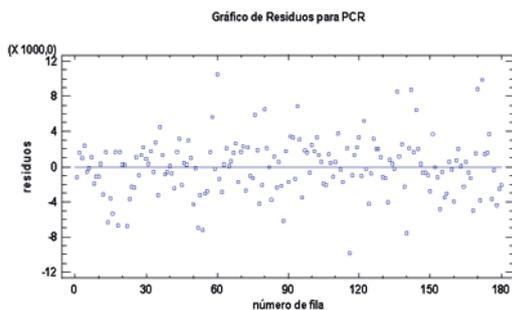
Fuente: elaboración propia

Supuesto de independencia para PCR: la figura 9, registra el orden en que se tomaron los datos contra los respectivos residuos, no se tiene evidencia de tendencia o patrón que este claramente definido, por consiguiente, no se identifica una correlación entre los errores y se confirma que el supuesto de independencia se cumple.

### Análisis de varianza e interacciones para los cinco factores experimentales e interacciones triples

Con base en los resultados que arroja la tabla ANOVA para la variable de respuesta "Costos de Producción" (PCR), en la tabla 6, se muestra el *valor-p*, para cada uno de los cuatro efectos principales, Estructura del Producto (EP), Lead Time (LT), Comunalidad (CM) y Heterogeneidad de la Demanda (HD), los cuales resultan ser estadísticamente significativos o factores activos y con *valor-p* menor que el nivel de significancia pre-fijado. El factor LT, presenta un *valor-p* = 0,0066, paralelamente el factor EP, con *valor-p* = 0,0000, el factor CM, con un *valor-p* = 0,0003, y el factor HD, con un *valor-p* = 0,0000, respectivamente.

Figura 9. Orden de los datos contra residuos para el factor: costo stroke de producción



Fuente: elaboración propia

Tabla 6. Análisis de varianza para el factor Costo del Stroke de producción (PCR)

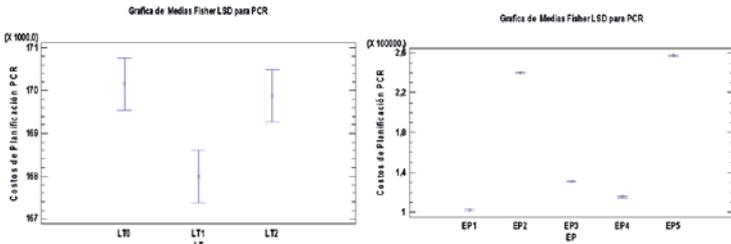
Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
A:EP	7,81227E11	4	1,95307E11	15454,69	0,0000
B:LT	1,31434E8	2	6,57171E7	5,20	0,0066
C:CM	1,70761E8	1	1,70761E8	13,51	0,0003
D:HD	3,15731E8	1	3,15731E8	24,98	0,0000
AB	8,0443E7	8	1,00554E7	0,80	0,6072
AC	1,67916E8	4	4,19791E7	3,32	0,0122
AD	2,64334E8	4	6,60834E7	5,23	0,0006
BC	826882,	2	413441,	0,03	0,9678
BD	2,2093E7	2	1,10465E7	0,87	0,4193
CD	1,93367E8	1	1,93367E8	15,30	0,0001
RESIDUOS	1,89561E9	150	1,26374E7		
TOTAL (CORREGIDO)	7,84469E11	179			

Fuente: elaboración propia

Análisis de medias para los factores “Estructura del producto (EP), el factor Lead Time (LT) y la variable de respuesta PCR.

Con base en el análisis de varianza para la variable de respuesta *PCR* y a la gráfica de medias de la figura 10 se rechaza la Hipótesis nula  $H_0: \mu_1 = \mu_2 = \dots \mu_k$  para los factores *EP*, *LT*, *CM* y *HD*, y se acepta la hipótesis alternativa  $H_A: \mu_i \neq \mu_j$ , para todo  $i \neq j$ , se puede concluir que estadísticamente no hay igualdad entre las medias poblacionales para los diferentes niveles de los factores en estudio, por lo tanto el cambio de nivel del para los factores Lead Time y Estructura del Producto, impactan significativamente los Costos de Stroke de Producción (PCR).

Figura 10. Gráfica de medias para los factores *LT* y *EP* y el factor Costos de Stroke de Producción



Fuente: elaboración propia

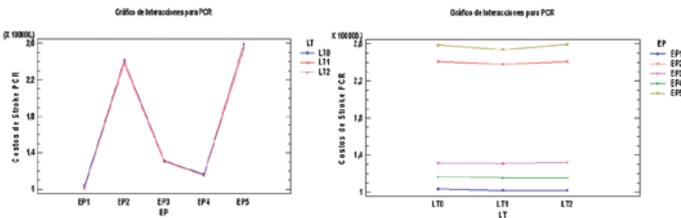
Apoyados en la prueba de rangos múltiples, se confirma que para el factor *LT*, el contraste entre los niveles *LTO* y *LT1*, el contraste *LTO* y *LT2*, y en el contraste *LT1* y *LT2* se presentan diferencias significativas entre sus medias. Sin embargo, se refleja un grupo homogéneo en el contraste *LTO* y *LT2*, paralelamente, para los contrastes del factor *EP* resultantes entre los cinco niveles del factor se evidencian diferencias significativas en las medias para cada nivel de *EP*.

### Análisis de las interacciones dobles para los factores *EP*, *LT* y la variable de respuesta "Costos de Stroke de Producción" (PCR)

De los datos de interacciones dobles, para los factores "Estructura del producto" (Factor- A) y "Lead Time" (Factor B) se observa en la figura 11, que estadísticamente resulta no significativa la interacción AB, con un

*valor-p* de 0,1781, mayor que el nivel de significancia prefijado, igualmente resultan estadísticamente no significativas las interacciones BC, con un *valor-p* de 0,7363, y la interacción BD, con un *valor-p* de 0,1645. Además, Se puede concluir también que a pesar de la significancia de los factores Lead Time (LT), y Estructura del Producto (EP), no existe efecto de interacción (AB), cualquier cambio en los tiempos de entrega de LT0 a LT2 no refleja variaciones en los *Costos de Producción*, para cualquiera de las estructuras de los productos. En resumen, el PCR no presenta diferencias o variaciones para alguna de los niveles de cada estructura EP1, EP2, EP3, EP4 o EP5, por operar con LT bajos o altos. Para ilustrar mejor, en la gráfica de Interacciones Figura 12, se observó que, para la estructura EP1, el *Costo de Producción* en LT0=1,03E+05, para LT1=1,01E+05, y para LT2 el costo =1,02E+05, la variación más alta entre los diferentes niveles es solo del 1,5%, se corrobora entonces que los cambios de LT no inciden significativamente en los costos de los niveles de la EP1.

Figura 11. Interacción para el factor LT, EP y la variable de respuesta Costos de Stroke de Producción



Fuente: elaboración propia

### Análisis de medias para los factores Comunalidad (CM), el factor Heterogeneidad de la Demanda (HD) y la variable de respuesta PCR

Paralelamente, para el análisis de varianza de la variable de respuesta PCR y a la gráfica de medias de la Figura 12, se rechaza la Hipótesis nula  $H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$  para los factores EP, LT, CM y HD, y se no se rechaza la hipótesis alternativa  $H_A : \mu_i \neq \mu_j$  para todo  $i \neq j$ , se puede concluir, que estadísticamente no hay igualdad entre las medias

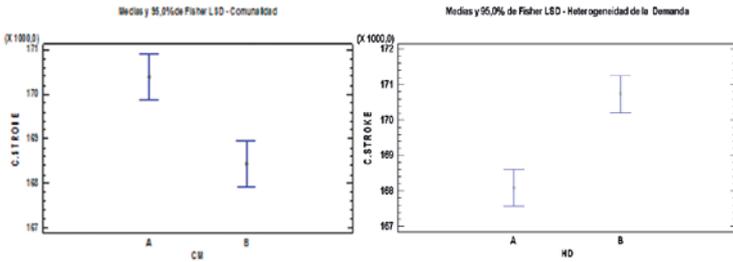
poblacionales para los diferentes niveles de los factores en estudio, por lo tanto, el cambio de nivel para los factores Comunalidad (CM) y Heterogeneidad de la demanda (HD), impactan también significativamente los *Costos de Stroke de Producción (PCR)*.

### Interacciones dobles para los factores Comunalidad (CM) y Heterogeneidad de la demanda (HD) y la variable de respuesta NSR

De los datos de interacciones dobles, de la figura 13 para los factores CM y HD, se observa que estadísticamente resulta significativa la interacción entre estos dos factores, con un *valor -p* de 0,0000, menor que el nivel de significancia prefijado de 0,05.

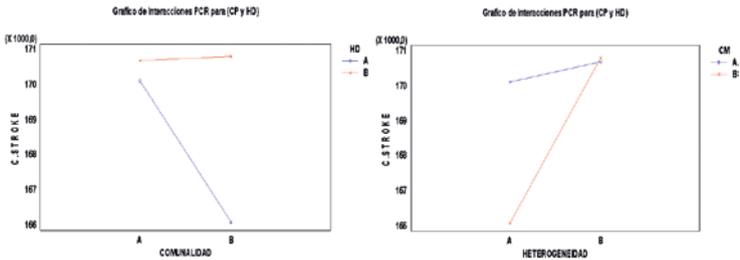
Igualmente, resultan estadísticamente no significativas las interacciones entre el factor Tiempos de entrega (LT) y Comunalidad (CM), con un *valor-p* de 0,9678, y no significativa la interacción Tiempos de Entrega (LT) y la Comunalidad (CM), con un *valor -p* de 0,4193, superior al valor de 0,05 del nivel de significancia.

Figura 12. Medias para el Factor CM, HD y la Variable de respuesta PCR



Fuente: elaboración propia

Figura 13. Interacción para el Factor CM, HD y la Variable de respuesta PCR



Fuente: *elaboración propia*

Se puede inferir entonces, que de acuerdo a la significancia de los factores Comunalidad (CM) y Heterogeneidad (HD) y el efecto de interacción CD, también ampliamente significativo para la variable de respuesta Costos de Stroke de Producción (PCR), se observó que pasar de baja comunalidad a alta comunalidad, es probable que repercuta en un cambio en la Heterogeneidad de la demanda, e incrementando los costos de Planificación del Stroke de Producción u operación.

## Discusión

Glock (2102), resalta que, mediante el manejo de algunos factores, entre ellos; Inventarios, nivel de servicios y los planes de producción, es posible mejorar la ventaja competitiva en las CS. De igual modo, en la figura 10 se puede afirmar que el *Costo de Producción (PCR)* más bajo se consigue con las estructuras puras de procesos, para este caso en la estructura EP1 y el costo más alto se presenta para las estructuras EP5, con variaciones del 152%, y corresponde a una estructura pura de ensamble. De tal forma que la planificación de los procesos y la estructura de ensamble los costos de producción son más altos, y la variabilidad del tiempo de entrega (LT), no tienen repercusiones considerables en los costos del Stroke de producción. Esto indica que los costos de planificación del stroke, obedecen a otros factores. Se corrobora también que la variabilidad en el tiempo de entrega, puede afectar el desempeño y los costos de la cadena de suministro. Uno de los objetivos en la gestión de

las CS, es minimizar los costos, entre ellos los costos del Stroke de Producción, para satisfacer las cantidades exactas que se deben fabricar en cada periodo y durante el horizonte de planificación. Sin embargo, las interacciones entre los factores de entrada tienen incidencia directa sobre los resultados de la CS. Así como lo establece Xie (2003), es importante planificar el plan de producción, para evitar altos costos en la planificación de los Stroke de operaciones.

## Conclusiones

Con base en el análisis de la varianza para los factores EP, LT, CM Y HD, con p-valúes inferiores al 0,05, se infiere que las variaciones presentes en estos factores pueden impactar positivamente o negativamente en los costos de *Planificación de la Producción* (Stroke). Se puede concluir también, que a pesar de la significancia de los factores Lead Time (LT), y Estructura del Producto (EP), no existe efecto de interacción (AB), cualquier cambio en los tiempos de entrega de LT0 a LT2 no refleja variaciones en los *Costos de Producción*, para cualquiera de las estructuras de los productos. En resumen, el PCR no presenta diferencias o variaciones para alguna de los niveles de cada estructura EP1, EP2, EP3, EP4 o EP5, por operar con LT bajos o altos. Se confirma, además, que el Costo de Stroke de Producción (PCR) se incrementa levemente cuando se opera con alta comunalidad (CM) en los materiales, y la Heterogeneidad (HD) de la demanda opera en un nivel bajo, esto quiere decir que la demanda del producto es muy variable. Se infiere entonces, que el cambio de un nivel bajo a un nivel alto en la comunalidad, es un indicador que algunos productos utilizan materiales similares, al menos en un 50%.

Ahora bien, si esta situación se presenta los costos de stroke o de planificación de la producción se incrementan. En resumen, cuando los sistemas de producción tienen a trabajar con alta comunalidad en sus materiales para la fabricación de productos, se deriva que los costos de planificación de la producción en los stroke de operación, se incrementan. En ese mismo orden, para las cinco estructuras de productos (EP), cuando los tiempos de entrega (LT) varían entre LT0 y LT1, los *Costos de Stroke de Producción*, -PCR- no representan variaciones significativas en sus costos, para ninguna de las estructuras (EP1, EP2, EP3, EP4, EP5). En consecuencia, independiente al tipo de estructura (EP), los costos de stroke de producción, mantienen variaciones promedio del 1,1%.

## Referencias bibliográficas

- Bode, Ch. & Wagner, M. (2015). Structural drivers of upstream supply chain complexity and the frequency of supply chain disruptions. *El Sevier, Journal of Operati3n Management* 36(2015) 215-228.
- Bredstom, D. & Ronnqvist, P. (2010). A new method for robustness in rolling horizon planning - A numerical study. *Int. J. Production Economics. Science Direct.*
- Fang, X., Zhang, C., Robb, D. j. & Blackburn, J. (2012). Decision support for lead time and demand variability reduction. *Omega*, 390-396.
- Glock C. (2010). Lead time reduction strategies in a single-vendor–single-buyer integrated inventory model with lot size-dependent lead times and stochastic demand. *Int. J. Production Economics* 136(2010)37–44. *Science Direct.*
- Habchi, G. & Labrune, C. (1995). Study of lot sizes on job shop systems performance using simulation. *El Sevier, Simulation Practice and Theory* 2 (1995) 277-289, 277-289.
- Kamal, S. & Hafar, H. (2010). Lead Time variance or Lead time mean reduction. *El sevier*
- Lee, S., Klassen, R., Furlan, A. & Vinelli, A. (2014). The green bullwhip effect: Transferring environmental requirements. (I. J. Economics, Ed.) Gwangju, South Korea: *El Sevier.*
- Li, C. & Liu, S. (2012). A robust optimization approach to reduce the bullwhip effect of supply chains with vendor order placement lead time delays in an uncertain environment. *Applied Mathematical Modelling*, 36 (3), 863-1346.
- Lu, D. (2011). *Fundamentals of supply chain management.* Bookboon.
- Maheut, P & García, S. (2011). *La Matriz de Operaciones y Materiales y la Matriz de Operaciones y Recursos, un nuevo enfoque para resolver el problema GMOP basado en el concepto del Stroke.* Departamento de Organización de empresas. Universitat Politècnica de Valencia. Direcció n y Organizaci3n, Núm. 45. *Science Direct*
- Ottmoller, O. & Friedrich, H. (2017). Modelling change in supply-chain-structures and its effect on freight transport demand. *ELSEVIER.*
- Prasad, P. & Krishnaiah, C. (2001). Multilevel Lot Sizing with a Genetic Algorithm Under Fixed and Rolling Horizons. *Advanced Manufacturing*

- Technology (Manufacturing Engineering Sección, Indian Institute of Technology Madras, Chennai, India, 520-527. Science Direct.
- Sridharan, V., Berry, W. L. & Udayabhanu, V. (1987). Freezing the Master Production Schedule Under Rolling Planning Horizons. *Management Science*, v. 33, n. 9.
- Taleizadeh, A., Akhavan, S. T. & Makui, A. (2011). Multiproduct multiple-buyer single-vendor supply chain problem demand, variable lead-time, and multi-chance constraint. *Expert Systems with Applications*, 39 (2012) 5338–5348. Science Direct.
- Zhoua, L. & Grubbstrom, R. W. (2003). Analysis of the effect of commonality in multi-level inventory systems applying MRP theory. (I. J. Economics, Ed.) Linkoping, Sweden: Elsevier.
- Zukui, L. & Marianthi, I. (2010). Rolling horizon based planning and scheduling integration with production capacity consideration. Department of Chemical and Biochemical Engineering, Rutgers University, Piscataway, USA 2010. Science Direct
- Zhao, X. & Lee, T. (1996). Freezing the master production schedule in multiviel material requirements plannings systems under deterministic demand. *Production Planning & Control*, 141-161.
- Xie J., Zhao X. & Lee T. (2003). Freezing the master production schedule under single resource. Constraint and demand uncertainty. *Int. J. Production Economics* 83 (2003) 65–84. Science Direct.



# E

---

## El problema de la innovación tecnológica en educación y la formación superior en el municipio de Valledupar, Colombia

*María del Mar Restrepo Villarroel*

M. Sc. Gerencia de proyectos de investigación y desarrollo (Universidad Rafael Beloso Chacín –Venezuela); Profesional universitaria en administración de empresas y de sistemas (Universidad de Santander – Colombia). Directora del programa de administración de empresas de la Fundación Universitaria del Área Andina – Colombia.  
Correo: mrestrepo39@areandina.edu.co

*Gustavo Adolfo Piedrahita Vanegas*

Doctorante en ciencias, mención gerencia (Universidad Rafael Beloso Chacín – Venezuela); MBA, especialidad sistemas integrados de gestión (Universidad de Viña del Mar – Chile); Ingeniero industrial (Universidad del Atlántico – Colombia); Experto en gestión de proyectos, Gestión de I+D+i, Auditorías Internas, Diseño e Implementación de Sistemas Integrados de Gestión. Docente de la Fundación Universitaria del Área Andina - Colombia. Correo: gpiedrahita4@areandina.edu.co

*César Galindo Ángulo*

Msc. en Gerencia de Proyectos de Investigación y Desarrollo (Universidad Rafael Beloso Chacín – República Bolivariana de Venezuela); Máster en Desarrollo de Sistemas para el Comercio Electrónico (Universidad de Salamanca – España); Economista (Corporación Universitaria de la Costa – Colombia); Experto en competitividad y desarrollo empresarial, Docente (Universidad Popular del Cesar), Consultor de la Cámara de Comercio de Valledupar. Correo: cesargali@yahoo.com

## Resumen

El presente análisis tiene por objetivo identificar la problemática existente entre innovación tecnológica y sistema e-learning en las universidades públicas presenciales del Municipio de Valledupar, Colombia. La investigación es de naturaleza descriptiva documental con un enfoque cualitativo. Todo proceso investigativo debe tener una pertinencia y valor agregado para el contexto científico y social donde se desarrolla, lo cual para este caso que determine la relación entre innovación tecnológica y la educación en las universidades públicas. Sin embargo, hoy día se sabe que existe una brecha tecnológica entre los avances vigentes en temas de educación y el estado de las Universidades en el Municipio de Valledupar, Colombia, lo cual deja la puerta abierta para una investigación más amplia que permita generar recomendaciones conducentes a acciones por parte de los actores de todo el modelo educativo a nivel regional y nacional.

**Palabras clave:** innovación tecnológica, educación universitaria.

## *The problem of technological innovation in education and higher education in the municipality of valledupar, colombia*

### Abstract

The present analysis aims to identify the existing problem between technological innovation and e-learning system in the public universities of the Municipality of Valledupar, Colombia. The research is documentary descriptive in nature with a qualitative approach. All investigative processes must have a relevance and added value for the scientific and social context where it is developed, which in this case determines the relationship between technological innovation and education in public universities. However, nowadays it is known that there is a technological gap between the current advances in education issues and the state of the Universities in the Municipality of Valledupar, Colombia, which leaves the door open for a wider investigation that allows generating recommendations to actions by the actors of the entire educational model at the regional and national levels.

**Keywords:** technological innovation, university education.

## Introducción

Los procesos investigativos deben tener una pertinencia y valor agregado para el contexto científico y social donde se desarrolla, lo cual para este caso que permita determinar la relación entre innovación tecnológica y la educación en las universidades públicas, por tal motivo se considera valioso una descripción desde el punto de vista teórico, de los preceptos vigentes en ambos campos y su posible estado en las Universidades del municipio de Valledupar. Este proceso, desde el punto de vista teórico, recurre a la revisión de diversos autores sobre la innovación tecnológica, de allí que aporta diversos aspectos teóricos y elementos que conforman la disertación, por lo cual constituye una fuente de consulta para otros investigadores que permitirán ampliar los conceptos inherentes a las mismas.

Desde el punto de vista práctico, sirve de guía para visualizar la innovación tecnológica en los recintos universitarios, con lo cual se orienta la posibilidad de incluir el uso de TIC en los procesos de aprendizaje motivando a la búsqueda de nuevas alternativas de adquisición de conocimientos. La finalidad del presente documento es plantear un problema vigente y latente en la comunidad educativa, especialmente en la formación superior, la cual muestra un rezago a nivel mundial por la falta de implementación de políticas públicas enfocadas a la innovación, problemas de inversión, corrupción y politización de la educación por la excesiva burocracia existente.

A nivel mundial, las transformaciones que han venido sucedido en el campo tecnológico generan un profundo impacto sobre las organizaciones, en especial en las de carácter educativo. Lo cual obliga a este tipo de organizaciones, adoptar medidas para el desarrollo de procesos evolutivos que conduzcan a la competitividad y productividad como factor de crecimiento para generar un mejor proceso de aprendizaje con excelencia. En este sentido, la innovación tecnológica es considerada por Escobar (2014), como: *"la transformación de una idea en un producto o equipo vendible, nuevo o mejorado; en un proceso operativo en la industria o el comercio, o en una nueva metodología para la organiza-*

*ción social*", de allí que, a partir de este proceso de transformación de un producto, se proyectan diversas investigaciones para ampliar dicha innovación específicamente en el ámbito educacional a nivel mundial.

Dentro de estas investigaciones, cabe mencionar a Illich (2003, p. 15), quien refiere que las organizaciones educativas en América Latina "*son instituciones sociales obsoletas en medio de procesos tecnológicos contemporáneos*", debido a que en la realidad de las experiencias vividas en los claustros académicos, las mismas demuestran connotadas debilidades, donde se manifiesta una acción meramente magistral de transferencias de información docente-estudiante, que no evidencian articulación con el resto del contexto educativo y los proceso de adquisición de conocimientos a partir de la investigación que permiten las innovaciones tecnológicas. El Siglo XXI, concretó el desarrollo progresivo de las innovaciones tecnológicas, con ello se ha ampliado las tecnologías destinadas a prolongar las facultades intelectuales lo que permite la comunicación del producto de complejas transformaciones de datos en informaciones, y de estas en conocimientos, a lo largo de amplias redes electrónicas interconectadas a nivel mundial, dando paso esto al advenimiento de una sociedad de la información y del conocimiento en los escenarios de la educación superior.

Por ello, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la cultura (UNESCO, 2012), considera la innovación tecnológica en el área educativa como la transformación de una idea en un producto o equipo que permita la implementación de una nueva metodología para alcanzar el desarrollo del conocimiento como vía para la propuesta de soluciones a los problemas de las diversas organizaciones sociales, a partir del conjunto de actividades científicas, tecnológicas, financieras y comerciales que permitan introducir nuevos productos o procesos productivos para la mejora de la calidad de vida de las poblaciones. También, Hidalgo (2010, p. 65), considera la innovación tecnológica en los países de América Latina "como un medio que crear una industria o un mercado nuevo", y que en el campo de la educación requiere de esfuerzos duraderos, continuos y concentrados, normalmente, sobre un tipo determinado de tecnologías para la revolución de la ciencia y de sus aplicaciones en el quehacer de las instituciones de educación superior para poder llevar a cabo procesos que tienen que ver más con la transferencia de conocimientos o con su imitación, contrastando con la innovación y creatividad de los países desarrollados.

La innovación tecnológica está dirigida a desarrollar productos, proceso y mercado, tal como lo refieren Baelo (2009) y Fernández (2013), en la educación superior revelan una serie de tendencias emergentes, como es el sistema e-learning o aprendizaje electrónico que de acuerdo a Area & Adell (2009), deben hoy en día asumir las instituciones de educación superior, para construir un nuevo escenario que coadyuve al mejoramiento sustancial de los niveles de vida para las poblaciones, y brinde la posibilidad de un mayor bienestar, democracia e igualdad desde la ciencia, la educación y la cultura. Asimismo, con relación al sistema e-learning o aprendizaje electrónico, engloba la concepción y comprensión de las aplicaciones, así como los servicios que ofrecen las tecnologías de la información y comunicación (TIC), que se orientan a facilitar el proceso de enseñanza-aprendizaje, donde deben coexistir un profesor y estudiante, para la comprensión de la complejidad conceptual así como la diversidad de términos, conceptos y vocablos que se utilizan para poder brindar un contenido y formato dentro de la acción educativa como vínculo del redescubrimiento del proceso de aprender que puede permitir un reimpulso a un importante sector de la sociedad como es el económico-productivo, gracias al desarrollo del sistema e-learning en la actividad educativa universitaria.

Frente a este escenario, las universidades públicas colombianas, de acuerdo a un estudio realizado por Manjarrez (2014), se muestran descontextualizadas con esta realidad emergente de la educación dentro de la sociedad de la información, que se encuentra impulsada por un vertiginoso avance científico en un marco socioeconómico neoliberal-globalizador y sustentada por el uso generalizado de las potentes y versátiles TIC, y que conlleva a cambios que alcancen todos los ámbitos de la actividad humana. Desde dicho señalamiento, y de la experiencia docente, se puede argumentar que las universidades de Colombia, tal es el caso de las universidades públicas presenciales Municipio de Valledupar Colombia, las cuales mantienen un sistema tradicional de procesos de aprendizaje, han sido dominadas por la organización de conocimientos segmentado y poco diversificado, donde los estudiantes no se familiarizan con la diversidad que ofrecen las innovaciones tecnológicas en los procesos de aprendizaje.

Sobre esta realidad, se hace necesario que las Instituciones de Educación Superior de Colombia, particularmente las públicas presenciales del

Municipio de Valledupar, Colombia, deben desarrollar políticas institucionales efectivas en cuanto a la incorporación del sistema e-learning a partir del uso de las TIC, donde el eje central sea la adquisición de conocimientos que permita la transformación de la vida cotidiana de los estudiantes, mediante la incorporación de las innovaciones tecnológicas en los métodos de enseñanza-aprendizaje, a fin de que se pueda desarrollar nuevos procesos mentales, mediante la implementación de estrategia y la creatividad como cambio radical del espacio físico de aula y se propenda una nueva relación profesorado-estudiante. Por consiguiente, se exige de las universidades de Colombia, específicamente las universidades públicas presenciales, Municipio de Valledupar, necesitan desarrollar ciertas condiciones para rendir los beneficios esperados de las innovaciones tecnológicas a partir de la incorporación del sistema e-learning, para qué puedan tener un papel fundamental en la perspectiva de una sociedad del conocimiento, sobre todo si pueden llevar a cabo cambios fundamentales en sus modelos de formación y del aprendizaje a partir de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC).

En otras palabras, ha de conseguirse el acceso equitativo, a estas tecnologías, mediante la adaptación de estas a las necesidades nacionales, regionales, locales y el suministro de sistemas técnicos, educativos, de gestión e institucionales, siendo fundamental para conseguir que las acciones educativas en el nivel superior se cumplan como medio e instrumentos de la mejora de la calidad y la pertinencia social. No obstante, de no llegarse a adecuar la experiencia de la enseñanza-aprendizaje con las tecnologías de la información y la comunicación (TIC), en las actividades académicas de las universidades de Colombia, se estaría mostrando un déficit en la calidad de la educación y escasa innovación, porque la lógica lleva a inferir que la incorporación se debe realizar con una planificación pedagógica previa acerca de los propósitos que se persiguen, qué estrategias son las apropiadas para alcanzarlos y, con qué tecnologías se puede apoyar el sistema e-learning en los procesos cognitivos de los estudiantes.

## **A manera de conclusión**

De allí, que partiendo de la necesidad que deben experimentar las universidades, particularmente las públicas presenciales del Municipio

de Valledupar, Colombia, se hace necesario fomentar la investigación y el desarrollo, además, los establecimientos deberían buscar nuevas formas de aumentar la innovación tecnológica, mediante iniciativas conjuntas de múltiples copartícipes entre el sector público y el privado, que abarquen a las pequeñas y medianas empresas a través de la educación superior. Por consiguiente, los criterios de calidad deben reflejar los objetivos globales de la educación superior, en particular la meta de cultivar en los estudiantes el pensamiento crítico e independiente y la capacidad de aprender a lo largo de toda la vida, para ello, se debe estimular la innovación y la diversidad.

Para garantizar la calidad en la enseñanza superior, es preciso reconocer la importancia que tiene las innovaciones tecnológicas y los sistemas e-learning en los recintos universitarios a partir del análisis de sus retos actuales y futuros a los que se debe enfrentar en el contexto de la globalización. Finalmente, para identificar el estado actual de la innovación tecnológica en la educación superior se debería plantear una investigación más profunda cuyo objeto principal sea el de analizar la innovación tecnológica en las universidades públicas del Municipio de Valledupar, Colombia. Dicho objetivo podría acompañarse de actividades enmarcadas en la identificación de tipos de innovación tecnológica existentes en las Universidades, caracterización de reglas de innovación tecnológica, descripción de los tipos de interactividad del sistema e-learning, entre otros, que permitan tomar acciones para minimizar la brecha existente entre los desarrollos globales y la educación local.

## Referencias bibliográficas

- Área, M. & Adell, J. (2009). *Tecnología educativa. La formación del profesorado en la era de Internet*. Editorial Aljibe, Málaga-España.
- Baelo, R. (2009). El e-Learning, una respuesta educativa a las demandas de las sociedades del siglo XXI. *Revista de Medios y Educación* Número N° 35. Universidad de León. España.
- Escobar, N. (2014). *La innovación tecnológica*. Instituto Científico Provincial de la Salud. España.
- Fernández, D. (2013). *La innovación tecnológica: Creación, difusión y adopción de las TIC*. Editorial Fondos de Producciones UOC. Barcelona-España.

- Hidalgo, A. (2002). La gestión de la innovación y la tecnología en las organizaciones. España. Ediciones Pirámide.
- Manjarrez, J. (2014). Innovación y aprendizaje tecnológico en las universidades públicas presenciales del Departamento del Cesar. Universidad Rafael Belloso Chacín. Maracaibo-Venezuela.
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, las Ciencias y la Cultura (2012). Modelo de Simulación de Políticas y Estrategias Educativas. Disponible: <http://www.unesco.org/>. Consultado 15/10/2015.
- Tamayo & Tamayo M. (2009), El proceso de la investigación científica. Editorial Limusa. México.



# Identificación de sapogeninas presentes en las especies de ñame criollo, espino y diamante 22, cultivadas en el Departamento de Sucre de Colombia

*Jael Flórez Cotera*

Estudiante de Química, perteneciente al grupo de investigación en productos Naturales de la Universidad de Córdoba, Montería – Colombia, correo: jae.florez@gamil.com

*Ingrid Martínez Mora*

Estudiante de Química, perteneciente al grupo de investigación en productos Naturales de la Universidad de Córdoba, Montería–Colombia, correo: ingridmartinez3124@gmail.com

*Heydy Rodríguez Castro*

Estudiante de Química, perteneciente al grupo de investigación en productos Naturales de la Universidad de Córdoba, Montería – Colombia, hecarorodriguez2012@hotmail.com

*Gilmar Santafé Patiño*

Licenciatura en Química Biología de la Universidad de Pamplona (Pamplona – Colombia), Magister en Ciencias Química de la Universidad Nacional de Colombia (Bogotá – Colombia). Doctor En Ciencias Química de la Universidad Nacional de Colombia (Bogotá – Colombia). Investigador Asociado en la categorización de COLCIENCIAS. Director del grupo de investigación en productos Naturales de la Universidad de Córdoba

(Montería – Colombia). Actual docente de tiempo completo y jefe del departamento de química de la Universidad de Córdoba (Montería – Colombia). Correspondencia: gsantafe@correo.unicordoba.edu.co

***Rodrigo Daniel Salgado Ordosgoitia***

Recibió los grados de Químico en 2006 de la Universidad de Córdoba (Montería-Colombia), Doctorado en Química en 2014 de la Pontificia Universidad Católica de Chile (Santiago de Chile-Chile), y actualmente adelanta estudios de Maestría en Ingeniería Industrial en la Universidad Internacional Iberoamericana-UNINI (México) y un Máster en Organización de Empresas y Proyectos Industriales en Universidad Europea del Atlántico (España). Docente investigador para la Corporación Universitaria del Caribe-CECAR (Sincelejo – Colombia), Decano de la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Arquitectura de CECAR.  
Correo: rodrigo.salgado@cecar.edu.co

***Mario Frank Pérez Pérez***

Ingeniero Agroindustrial de la Universidad Pontificia Bolivariana, Magister en Ingeniería Industrial de la Universidad distrital Francisco José de Caldas, Doctorando en Ingeniería Industrial de la Universidad de Carabobo de Venezuela, Diplomado en Gestión de proyectos bajo metodología PMI de Corporación universitaria de Asturias; Actualmente me desempeño como docente Investigador en la Corporación Universitaria del Caribe-CECAR, en la ciudad de Sincelejo - Colombia.  
Correspondencia: mario.perez@cecar.edu.co

## **Resumen**

Los cultivos regionales en la mayoría con escasa o nula tecnificación para su producción solo son aprovechados por la población para consumo propio, razón por la cual no se han aplicado en el desarrollo de productos y aplicaciones industriales, tal es el caso del ñame, producto que su cultiva en el departamento de Sucre. Con el objetivo de conocer la composición química presente en este producto y poder evaluar una posible utilización industrial, se realizó la extracción y caracterización de los compuestos químicos presentes en las especies de ñame criollo, espino y diamante 22, utilizando como solvente metanol, tomando del

extracto metanólico 5 gramos (g) de cada especie para ser sometidos a extracción líquido - líquido con cloroformo y como resultado se obtuvo 1,487 g, 0,739 g y 0,981 g en el orden señalado. Los extractos cloroformicos se monitorearon por cromatografía en capa delgada con un sistema de elución Cloroformo-Acetato de estilo (4:1) y se revelaron con Cloruro de antimonio ( $SbCl_3$ ) y Cloruro de zinc ( $ZnCl_2$ ). Como patrones para detección de sapogeninas se utilizaron soluciones cloroformicas de hecogenina y diosgenina. En las cuales se observó la presencia de hecogenina y diosgenina para la especie Criollo (*Dioscorea Alata*) y Espino (*Dioscorea Rotundata*), en la especie Diamante 22 no se evidenció la presencia de estas sapogeninas por este método.

## ***Identification of sapogenines present in species from ñame criollo, espino and diamante 22, cultivated in the Sucre de Colombia department***

### **Abstract**

The regional crops in the majority with little or no technology for their production are only used by the population for their own consumption, which is why they have not been applied in the development of products and industrial applications, such is the case of yam, a product that its cultivated in the department of Sucre. In order to know the chemical composition present in this product and to be able to evaluate a possible industrial use, the extraction and characterization of the chemical compounds present in the species of yam, crinole, hawthorn and diamond 22 was carried out, using as solvent methanol, taking methanolic extract 5 grams (g) of each species to be subjected to liquid - liquid extraction with chloroform and as a result 1.487 g, 0.779 g and 0.981 g were obtained in the indicated order. The chloroform extracts were monitored by thin layer chromatography with a Chloroform-Acetate-style elution system (4: 1) and developed with Antimony Chloride ( ) and Zinc Chloride ( ). As patterns for sapogenin detection, chloroformic solutions of hecogenin and diosgenin were used. In which the presence of hecogenin and diosgenin was observed for the Criollo species (*Dioscorea Alata*)

and Hawthorn (*Dioscorea Rotundata*), in the Diamond 22 species the presence of these saponinins was not evidenced by this method.

## Introducción

El ñame es un producto de alto consumo en la cocina típica de la costa caribe colombiana, pertenece a la familia Dioscoraceae y sus orígenes se indica que comienzan en África y Asia, presentando la siguiente clasificación taxonómica (González, 2012):

- Reino: Plantae.
- División: Magnoliophyta.
- Clase: Liliopsida.
- Orden: Dioscoreales.
- Familia: Dioscoreaceae.
- Género: Dioscorea.

Es una planta denominada de enredadera pues es la forma en que se observan sus hojas hacia el exterior, su parte productiva y de consumo es subterránea, llamada tubérculo; éste es el sitio en que se acumulan los nutrientes de la planta (Hata, 2003). Se cultiva en Colombia principalmente entre los meses de abril a junio y se recoge la cosecha en los meses de noviembre a enero, lo que generalmente puede ocasionar escasez del producto y una variación muy alta de los precios, con aumentos de abril a mayo y disminución de precios en los meses posteriores a octubre (ANÁLISIS SECTORIAL ÑAME EN COLOMBIA 2012 - 2013). A nivel mundial el productor mayoritario es Nigeria, seguido por países como Ghana y Costa de Marfil, ocupando Colombia el 10° puesto en el año 2011 (Aranza, 2012), cultivándose principalmente las especies de ñame criollo (*Dioscorea alata*); ñame espino (*Dioscorea rotundata*); ñame papo (*Dioscorea bulbifera*); ñame azúcar (*Dioscorea escalenta*), y ñampin (*Dioscórca trifida*) (Bustamante, Guzman & Buitrago, 2001). El departamento de Sucre es uno de los principales productores de ñame en Colombia y el tercer productor en el caribe colombiano (Figura 1). A nivel local el ñame ocupa el tercer lugar en cuanto a toneladas producidas (Año 2013), y las especies cultivadas corresponden a ñame criollo,

espino y diamante. Se evidencia en el gráfico de la figura 2 que la producción de ñame es superada solo por la producción de yuca industrial y arroz, siendo comparable con la producción de maíz tecnificado.

Figura 1. Gráfica de los cultivos de ñame por Departamentos y su producción



Fuente: elaboración propia, basada en los datos obtenidos de: Estadísticas Agroforestales 1987-2013. Ñame y otros cultivos, informe DANE

Figura 2. Gráfica de los cultivos del Departamento de Sucre y su producción



Fuente: elaboración propia, basada en los datos obtenidos de: Estadísticas Agroforestales\_1987-2013. Ñame y otros cultivos, informe DANE

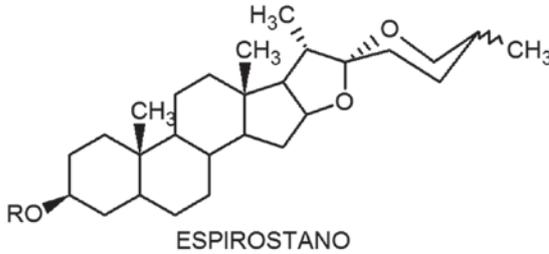
A pesar de la gran cantidad de toneladas producidas, el ñame solo se ha producido en el departamento de Sucre con fines de sustento alimenticio y económico para la población, siendo su comercialización mayoritariamente nacional y muy poco exportado. Debido esto es su mayoría a que no existe una inversión económica hacia la tecnificación del cultivo para obtener un mejor producto, y aunque se han realizado estudios sobre la forma de obtener una mejor producción no se destinan rubros con tales fines (Quintero, Polo, Jarma, & Espitia, 2003; Acevedo Mercado, Salcedo Mendoza, & Sandoval Assia, 2015). Desde este punto de vista, es necesario conducir las investigaciones hacia la búsqueda de aplicaciones del Ñame en la generación de nuevos productos a nivel industrial y/o mejorar las existentes, lo cual estaría contemplado en el plan estratégico departamental de ciencia, tecnología e innovación en el departamento de Sucre (Red Nacional de Agencias de Desarrollo Local, 2013). Una de estas industrias es la de fabricación de productos farmacéuticos, en la cual se puede hacer énfasis en la utilización de metabolitos secundarios.

Estos son una serie de compuestos químicos, orgánicos, que se sintetizan en los productos naturales y en ocasiones se utilizan para el tratamiento de enfermedades de forma directa, o como precursores de algunos medicamentos y pueden actuar como defensas químicas de las plantas (Díaz, 2009). En la medicina tradicional china se le atribuyen al género *Dioscorea* propiedades antioxidantes, antiinflamatoria (Chiu y otros, 2013), anticancerígenas, cardiovasculares (Tang, He, Huang, & Chen, 2014) y cerebrovasculares, protector de gastropatías, agentes anti-reumatismo etc. (Sautour, Lacaille & Mitaine, 2007). Entre los metabolitos secundarios sintetizados por el ñame y a los que se les atribuye en su mayoría las propiedades antes mencionadas, se encuentran las saponinas, que son un grupo de glucósidos de origen esteroidales o triterpénicos, que se comportan de manera semejante a los jabones, así que al ser agitados en solución acuosa producen espumas (Hata, 2003).

En la figura 3 se observa la representación estructural de saponinas esteroidales, que poseen un esqueleto hexacíclico de 27 átomos de carbono, que es el núcleo epirostano y en la figura 4 se representa la estructura de saponinas triterpénicas que poseen un núcleo tetracíclico o pentacíclico, y generalmente son triterpenos tipo  $\beta$ -amirina,  $\alpha$ -amirina y lupelol. Algunos saponósidos esteroidicos son de gran interés e importancia por

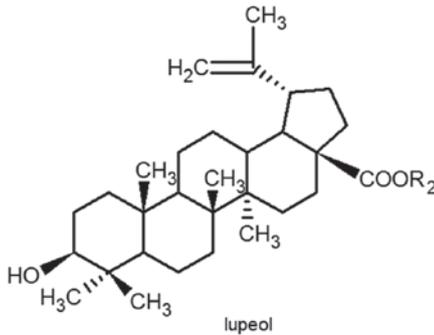
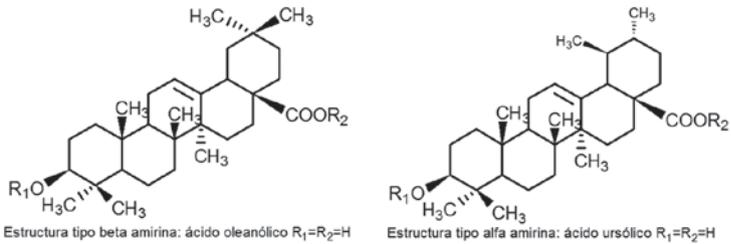
su relación con compuestos como las hormonas sexuales, cortisona, esteroides diuréticos, vitamina D y heterósidos cardíacos (López, 2001).

Figura 3. Estructura de saponina esteroidal con núcleo Espirostano



Fuente: elaboración propia

Figura 4. Estructura de saponinas tritéricas



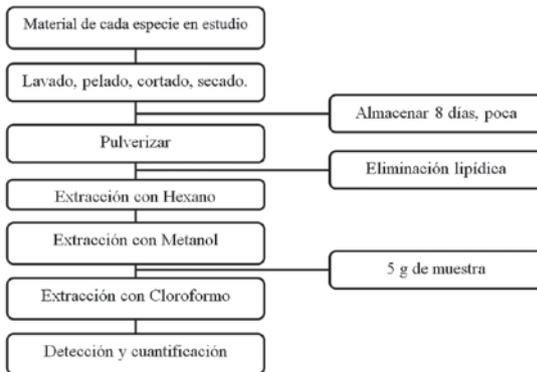
Fuente: elaboración propia

Estos compuestos son su utilización en la elaboración de productos de uso farmacológico e industrial, como, por ejemplo, los anticonceptivos orales y cosméticos. Además, las propiedades de algunas especies de *Dioscorea* son valiosas para la producción de taninos, sustancias anti-alérgicas, sapogeninas esteroidales y alcaloides (González, 2012). Desde el punto de vista químico son muchos los tipos de saponinas que se han obtenido y caracterizado, y que con el transcurrir del tiempo han motivado la realización de investigaciones que se centran en ese tipo de compuestos para dar soluciones a distintas afecciones. Teniendo en cuenta que las diferencias estructurales proporcionan distintas propiedades y aplicaciones de los compuestos químicos, se tiene una gran fuente de estos compuestos, con posibles usos farmacológicos en un producto natural cultivado comúnmente en nuestro medio y cuyo estudio químico podría conducir a la obtención de nuevos metabolitos secundarios con un fin farmacológico que impulse las industrias farmacéuticas en el departamento de Sucre y se obtendrían del ñame, dando un giro a la visión del producto hacia una nueva fuente de estudio.

## Materiales y métodos

La siguiente figura 5, resume el procedimiento experimental del tratamiento de las muestras.

Figura 5. *Procedimiento experimental*



Fuente: *elaboración propia*

## Resultados y discusión

Los tubérculos de las especies de ñame Criollo (*D. alata*), ñame espinoso (*D. rotundata*) y ñame diamante 22, fueron pelados, cortados en pequeños pedazos, secados a la sombra durante ocho días y posteriormente pulverizados, obteniendo las cantidades respectivas que se describen en la segunda columna de la tabla 1. El material pulverizado fue almacenado en recipientes de vidrio, aislados de la luz y posteriormente sometido a extracción exhaustiva con hexano por ocho días para la eliminación de sustancias de naturaleza lipídica. Una vez finalizado el desengrase, se procedió a realizar una extracción por maceración en frío, utilizando como solvente metanol analítico y, posteriormente se llevó a un rotaevaporador, a presión reducida y temperatura entre 45-50°C para concentrar el extracto y recuperar el solvente. Las cantidades de los extractos metanólicos de cada especie se reportan en la tercera columna de la tabla 1.

**Tabla 1.** Pesos obtenidos de material seco y extracto metanólico para las especies de ñame

Especie	Peso material seco	Peso extracto metanólico
D. alata	402,985 g	17,983 g
D. rotundata	940,021 g	74,682 g
D. spp	302,930 g	32,310 g

Fuente: *elaboración propia*

Para tener como referencia un punto de partida equivalente entre las especies de ñame en estudio, se tomaron 5 gramos del extracto metanólico de cada especie y se sometieron a hidrólisis ácida en relación 1:8:8 (extracto/ácido/metanol) en un sistema de reflujo por 3 horas de 70°C y 1200 rpm. Finalizada la hidrólisis se neutralizó con bicarbonato de sodio hasta pH 7.0, se filtró, se llevó a rotaevaporación para la eliminación del solvente, se realizó una extracción líquido-líquido con cloroformo y se concentró en rotaevaporador para obtener el extracto, cuyas cantidades se muestran en la tabla 2 (Hata, 2003).

**Tabla 2.** Pesos de los extractos clorofórmicos para las diferentes especies de ñame

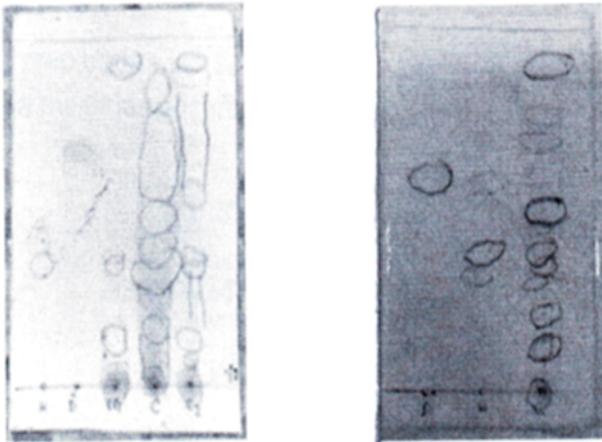
Especie	Peso del extracto clorofórmico
<i>D. alata</i>	1,487 g
<i>D. rotundata</i>	0,739 g
<i>D. spp</i>	0,981 g

Fuente: *elaboración propia*

### Detección de las sapogeninas

Para la detección de sapogeninas presentes en los extractos clorofórmicos se monitoreo por cromatografía en capa delgada con un sistema de elución Cloroformo-Acetato de etilo (4:1) y se revelo con Cloruro de antimonio ( $SbCl_3$ ) (Florez & Sanchez, 2010), Cloruro de zinc ( $ZnCl_2$ ). Como patrones para detección de sapogeninas se utilizaron soluciones clorofórmicas de Hecogenina y Diosgenina. En las cuales se observó la presencia de Hecogenina y Diosgenina para la especie *D. rotundata* y *D. alata* lo que se aprecia en la figura 6. Para la especie Diamante 22, no se evidencio la presencia de estas sapogeninas por este método.

**Figura 6.** Placas cromatografías con un sistema de elución cloroformo-Acetato de etilo 4:1 (a) *D. alata* revelada con  $SbCl_3$  y (b) *D. rotundata* revelada con  $ZnCl_2$



Fuente: *elaboración propia*

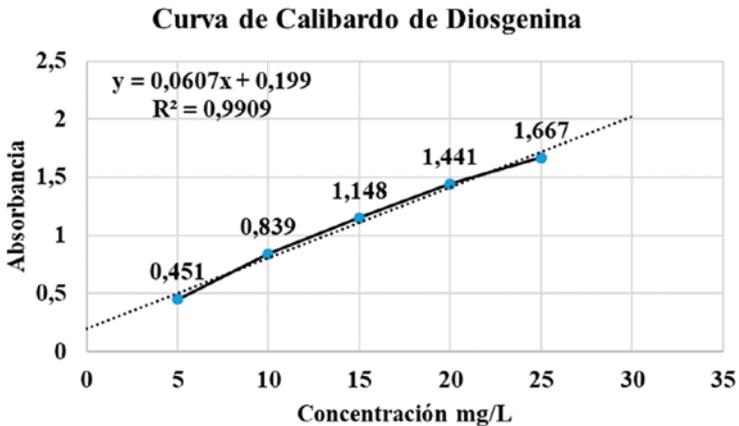
## Cuantificación de sapogeninas

La cuantificación de la sapogeninas se realizó mediante espectrofotometría UV en un equipo Perkin Elmer UV/Vis Spectrometer Lambda 11. Se generó un complejo coloreado con *p*-anasaldehído, el cual presentó un máximo de absorción a 430 (Hata, 2003).

### Curva de calibración

Para la realización de la curva de calibrado se preparó una solución madre de Diosgenina (como patrón) en cloroformo, y tomando alícuotas de esta se prepararon soluciones con concentraciones de 5 mg/L, 10 mg/L, 15 mg/L, 20 mg/L y 25mg/L diluyendo con acetato de etilo. Luego se tomaron 2 mL de cada concentración para someterlas a una reacción de coloración en tubos de ensayo, agregando 1 mL de reactivo 1 (0,5 mL de *p*-anisaldehído + 99,5 de acetato de etilo) y 1 mL de reactivo 2 (25 mL de acetato de etilo + 25 mL de ácido sulfúrico 98%). La mezcla del tubo se llevó a un baño termostataado a 60°C por 20 minutos (Florez & Sanchez, 2010). Una vez preparadas las soluciones por triplicado para cada concentración se procedió a medir las absorbancias a temperatura ambiente.

Figura 7. Curva de calibrado Diosgenina



Fuente: elaboración propia

## Tratamientos de los extractos

Los extractos crudos y clorofórmicos de las tres especies de ñame se prepararon de igual manera que con el patrón, con la diferencia de que la concentración de las muestras fue de 50 mg/L. Cada extracto se evaluó por triplicado. Para la curva se utilizó un blanco (2 mL de acetato de etilo + 1 mL de reactivo 1 + 1 mL de reactivo 2), además de un control para cada extracto (2 mL de muestra + 1 mL de reactivo 2 + 1 mL de acetato de etilo). La longitud de onda de trabajo fue la misma empleada para la curva de calibrado de Diosgenina, 430 nm (Hata, 2003). Las absorbancias obtenidas se remplazaron en la ecuación de la recta y se calcularon las concentraciones respectivas para cada uno de los extractos. Reportándose de esta forma como porcentaje de Diosgenina por gramos de muestra seca como se reporta en la tabla 3.

**Tabla 3.** Porcentaje de sapogeninas para cada especie de ñame

Especie	% de sapogeninas
<i>D. alata</i>	0,005
<i>D. rotundata</i>	0,092
<i>D. spp</i>	0,003

Fuente: *elaboración propia*

## Conclusiones

Las especies estudiadas presentaron un contenido bajo de sapogeninas por lo cual no pueden ser una fuente promisoría para la obtención de Diosgenina debido a que no superan en 0,1% que es el porcentaje mínimo para que una planta pueda ser utilizada como materia prima para la síntesis de hormonas sexuales y esteroides.

## Referencias bibliográficas

Acevedo Mercado, A. N., Salcedo Mendoza, J. G., & Sandoval Assia, I. S. (2015). Desarrollo y productividad de ñame (*Dioscorea trifida* y Dios-

- corea esculenta) en diferentes condiciones hídricas. *Acta Agronómica*, 64(1). Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/44925/>
- ANÁLISIS SECTORIAL ÑAME EN COLOMBIA 2012 – 2013 (s.f.). Obtenido de <http://biocomercioandino.org/wp-content/uploads/2014/10/6.ANALISIS-SECTORIAL-nAME.pdf>
- Aranza, Y. C. (Junio de 2012). Obtenido de [http://www.banrep.gov.co/docum/Lectura\\_finanzas/pdf/dtser\\_168.pdf](http://www.banrep.gov.co/docum/Lectura_finanzas/pdf/dtser_168.pdf)
- Chiu, C., Deng, J., Chang, H., Chen, Y., Lee, M., Hou, W., . . . Huang, G. (2013). Antioxidant and anti-inflammatory properties of taiwanese yam (*Dioscorea japonica* Thunb. var. *pseudojaponica* (Hayata) Yamam.) and its reference compounds. *Food Chemistry*, 141(2), 1087-1096.
- Díaz, L. (2009). Interacciones moleculares entre plantas y microorganismos: saponinas como defensas químicas de las plantas y su tolerancia a los microorganismos. Una revisión. *RET. Revista de estudios transdisciplinarios*, 1(2), 32-55.
- Florez, G & Sánchez, L. (2010). *Tesis de pregrado: "Evaluación del contenido de saponinas en ocho especies de ñame (Dioscorea spp.) y evaluación de su actividad antioxidante"*. Montería: Universidad de Córdoba, facultad de ciencias básicas, programa de química.
- González, M. (2012). El ñame (*Dioscorea* spp.). Características, usos y valor medicinal. Aspectos de importancia en el desarrollo de su cultivo. *Cultivos Tropicales*, 33(4), 5-15.
- Hata, Y., Reguero, M., Arteaga, L., Buitrago, G. & Alvarez, A. (2003). "Evaluación del contenido de saponinas en variedades nativas de ñame (*Dioscorea* spp.), provenientes de la colección de la Universidad de Córdoba. *Revista Colombiana de Ciencias Químicas*, 149-157.
- Lopez, M. (Junio de 2001). Fitoterapia. *Saponósidos*, 124-128. Obtenido de [http://apps.elsevier.es/watermark/ctl\\_servlet?\\_f=10&pident\\_articulo=13015492&pident\\_usuario=0&pident\\_revista=4&fichero=4v20n06a-13015492pdf001.pdf&ty=169&accion=L&origen=dfarmacia&web=www.dfarmacia.com&lan=es](http://apps.elsevier.es/watermark/ctl_servlet?_f=10&pident_articulo=13015492&pident_usuario=0&pident_revista=4&fichero=4v20n06a-13015492pdf001.pdf&ty=169&accion=L&origen=dfarmacia&web=www.dfarmacia.com&lan=es)
- Quintero, I., Polo, J., Jarma, A. & Espitia, A. (2003). Enraizamiento in vitro de *Dioscoreas* sp. *revista colombiana de biotecnología*, V(2), 51 - 56. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/13204/2/575-4179-1-PB.pdf>
- Red nacional de agencias de desarrollo local. (2013). *Plan Estratégico Departamental De Ciencia, Tecnología E Innovación de Sucre*. Bogotá.
- Sautour, M., Lacaille, M. & Mitaine, A. (2007). The *Dioscorea* genus: a review of bioactive steroid saponins. *Journal of Natural Medicines*, 61, 91-101.

- Silvia, B.. (2001). Caracterización molecular de algunas especies y variedades de ñame presentes en la Costa Atlántica. *Revista colombiana de biotecnología VOL.III No.2*, 38.
- Tang, Y., He, X., Huang, H., & Chen, H. (2014). Cardioprotective effect of total Saponins from three medicinal species of *Dioscorea* against isoprenaline-induced myocardial ischemia. *Journal of Ethnopharmacology*. doi:10.1016/j.jep.2015.10.004
- Vega, M. (2012). El Ñame (*Dioscorea* spp.). Características, usos y valor medicinal. Aspectos de importancia en el desarrollo de su cultivo. *Cultivos Tropicales*, 33(4), 5-15.
- Yoshie, M. (2003). Evaluación del contenido de sapogeninas en variedades nativas de ñame (*Dioscorea* spp.), provenientes de la colección de la Universidad de Córdoba. *Revista colombiana de ciencias químico farmacéuticas.*, 32(2), 149-157.

# F

---

## **Fortalecimiento académico como estrategia impulsora de habilidades cognitivas en estudiantes universitarios con bajos desempeños académicos**

*Olga Soto Montaña*

Magister en trastornos cognitivos y del aprendizaje. Terapeuta cognitiva. psicóloga. Coordinadora Académica de Postgrados de la Facultad de Humanidades y Educación de CECAR. Colombia. Miembro del Grupo de Investigación en Salud Pública y Auditoria en Salud.  
Email: olga.soto@cecar.edu.co

**Marco Rodríguez Sandoval**

Doctorante en educación. Magister en nuevas tecnologías aplicadas a la educación. Especialista en ciencias químicas y en pedagogías para el desarrollo del aprendizaje autónomo. Licenciado en ciencias de la educación con especialidad en química y biología. Docente de CECAR. Colombia. Miembro del grupo de investigación IDEAD.  
Email: marco.rodriguez@cecar.edu.co

**Rafael Vilchez Pírela**

Postdoctor en Investigación Cualitativa. Postdoctor en Gerencia de las Organizaciones. Doctor en Ciencias Gerenciales. M.Sc. en Gerencia de Recursos Humanos. Licenciado en Trabajo Social. Docente investigador de CECAR. Colombia. Miembro del Grupo de Investigación Dimensiones Humanas. Par evaluador de COLCIENCIAS.  
Email: rafaelvilchezpirela@gmail.com

## Resumen

El texto contiene el informe de un estudio de intervención realizado con estudiantes con bajos desempeños académicos en el contexto universitario. El modelo de intervención está centrado en el desarrollo de las habilidades cognitivas y motoras, haciendo énfasis en las habilidades atencionales, la coordinación visomotora, la discriminación visual y la orientación visoespacial. Durante este proceso, cada uno de los talleres enfatiza en la conceptualización, ejercitación y aplicación de cada una de estas habilidades, mostrando avances en su nivel de manejo y en el rendimiento académico.

**Palabras clave:** habilidades cognitivas, desempeños académicos, modelo de intervención y fortalecimiento académico.

## Abstract

The text contains the report of an intervention study carried out with students with low academic performance in the university context. The intervention model focuses on the development of cognitive and motor skills, emphasizing attentional skills, visual-motor coordination, visual discrimination and visuospatial orientation. During this process, each of the workshops emphasizes the conceptualization, exercise and application of each of these skills, showing progress in their level of management and academic performance.

**Keywords:** cognitive skills, academic performance, intervention model and academic strengthening

## Introducción

La investigación tuvo como objetivo el establecimiento de un sistema de intervención dirigido a desarrollar las habilidades cognitivas de estudiantes que tienen bajos desempeños académicos. En las universidades colombianas ingresan estudiantes de diferentes regiones de país, igualmente diferentes estratos socioeconómicos que han accedido a sus cupos por sistemas becarios, por pagos directos o por préstamos

del ICETEX. En este sistema heterogéneo, los estudiantes tienen diferentes desempeños por lo que las universidades se ven en la necesidad de crear sistemas de acompañamiento para evitar la deserción, utilizando métodos que le aseguren su permanencia y la efectividad de los programas. Uno de los factores más importantes para la medición de los procesos relacionados con la enseñanza y el aprendizaje de estudiantes, es el rendimiento académico. Según Espínola (2010), el rendimiento se define como el cumplimiento de metas, logros u objetivos establecidos en el programa u asignatura que está cursando el estudiante. Este rendimiento también puede ser comprendido desde el ámbito institucional como el cumplimiento de los objetivos relacionados con la institución educativa que son fijados como mínimos de aprobación ante un determinado cúmulo de conocimientos y aptitudes (Niebla & Guzmán, 2007; citado en Zapata et al, 2009).

Al evaluar el rendimiento académico y los procedimientos para mejorarlos, se analizan una serie de causas y factores que pueden influir en él, considerando generalmente los personales (motivaciones, capacidades cognitivas, hábitos de estudio, conocimientos previos, nivel de pensamiento formal, personalidad, autoestima, desarraigo, habilidad social, inteligencia emocional), los relacionados con el entorno familiar y social en el que se desenvuelve el estudiante (violencia, adicciones, desempleo, inseguridad), los dependientes de la institución (material didáctico, equipamiento, relación docentes/estudiantes, políticas de ingreso, planes de estudios actualizados) y los que dependen de los docentes (metodología de enseñanza, motivaciones para enseñar, capacitación, uso de nuevas tecnologías). De acuerdo con esto, el presente estudio se centró en las habilidades cognitivas de los estudiantes, tomando como punto de partida la estimulación de habilidades perceptivovisuales, perceptivovisoras y atencionales de los estudiantes en franja crítica de universidades privadas en Barranquilla.

## Fundamento teórico

### Factores asociados al bajo rendimiento

Diferentes fuentes mencionan los factores que determinan bajo rendimiento y con ello las dificultades de aprendizaje en jóvenes universitarios, pero por fines investigativos se han dividido en cuatro principales

frentes: individuales, académicos, institucionales y socioeconómicos. A continuación, se presenta un resumen de estos factores: profundizando en los factores individuales, Luria (1974) y Morales, et. al. (2013), encontraron que el sistema humano se encuentra funcionando en forma integral cuando los tres ejes están desarrollados totalmente (Cognición, emoción y social), destacando las áreas frontales, encargadas de las funciones ejecutivas. Cuando hay inmadurez, el sistema genera la adopción de estrategias poco funcionales para hacerle frente al estrés y conforme se crece, se adoptan estrategias más adaptativas. En cuanto al género, Echavarrí, et. al. (2007), encontraron que en lo que se refiere al rendimiento académico de ambos sexos, las mujeres lograron, en los tres primeros años de sus carreras, promedios superiores al de los varones. También, Encinas, et. al. (2009), constataron que los estudiantes con un desempeño académico promedio o alto o que no tienen materias atrasadas presentan un valor ligeramente mayor en su percepción de acuerdo con la relación entre su logro y su esfuerzo. En lo referente a las dificultades emocionales y afectivas, se destaca que los estudiantes que manifiestan problemas académicos durante un tiempo prolongado pueden tener la sensación de desamparo aprendido.

Este caso según Myers (2005), se trata de personas que sienten desamparo y opresión perciben el control como algo externo, creyéndose incapaces de enfrentar las adversidades e incrementando su dependencia. Este caso de percepción y dependencia, se ve potenciado con la incidencia de los factores familiares. En este sentido, Erazo (2012), encontró que los estudiantes con bajo rendimiento tienen dificultades para buscar ayuda y tienen padres desmotivados. Pertenecen a grupos familiares conflictivos, numerosos, y disfuncionales, maltratantes física y psicológicamente. De igual forma, el mismo autor, menciona que los estudiantes con bajo rendimiento presentan anticipación negativa ante situaciones de aprendizaje junto con una marcada desmotivación escolar. Y con la identificación de los factores descritos anteriormente, los procesos de socialización se ven afectados también por el comportamiento que desarrollan estos estudiantes. A esto se referían Mason & Mason (2005), cuando manifestaban que estos estudiantes son incapaces de interactuar de modo eficaz con los demás debido a que interpretan erróneamente las claves sociales y no diferencian ni identifican las sutilezas típicas de las relaciones interpersonales.

En cuanto a los factores académicos, Gilar (2003), encontró que los adultos conocían más sobre casi todos los dominios de conocimiento, en comparación con los jóvenes. Es decir, a mayor semestre académico mayor conocimiento de fortalezas y debilidades de los temas tratados. En este mismo factor, Tejedor y García (2005), profundizan en el efecto del programa académico sobre el desempeño académico de los estudiantes y encontraron que se hace una selección adecuada de un programa académico hay un adecuado desarrollo de las aptitudes específicas y estilos de aprendizaje, es decir hay liberación de todo el potencial cognitivo. Sobre los factores institucionales, se destaca la acción del conjunto de los anteriores factores en un sistema en el que hacen sinergia y guardan una relación estrecha con el rendimiento académico y la permanencia en el Sistema universitario como son el tipo de educación que recibió en el bachillerato, si es el primero en su familia en acceder a la educación superior, problemas de salud, cruce de horarios entre su trabajo y las clases, influencias familiares inherentes a su desarrollo (Soto, 2012). Otro de los factores asociados al aprendizaje es el Económico. De la tradición de estudios sobre la relación entre el factor socioeconómico y el rendimiento académico y la permanencia del estudiante en el Sistema universitario se extrae que la mayor contribución recae en la forma con la que asumen sus gastos educativos, incluyendo vivienda, manutención y transporte (Soto, 2012).

### **Dificultades para el aprendizaje de estudiantes universitarios**

En la caracterización de los estudiantes que tienen bajos desempeños académicos, se encuentran las dificultades para el aprendizaje. En ella se diagnostican los problemas de aprendizaje, considerando que *"cuando el rendimiento del individuo en lectura, cálculo o expresión escrita es sustancialmente inferior al esperado por edad, escolarización y nivel de inteligencia, según indican pruebas normalizadas administradas individualmente. Los problemas de aprendizaje interfieren significativamente el rendimiento académico o las actividades de la vida cotidiana que requieren lectura, cálculo o escritura, especialmente si se presenta algún déficit sensorial"*. (DSM IV pp.75-76).

Por su parte, Núñez, González & Pineda (1994), aseguran que mientras para algunos la causa de dicha dificultad se acoge a problemas del sistema nervioso y otras formas intrínsecas, para otros, la causa es extrínseca al sujeto, y para este caso lo importante es la interacción de otras

variables situacionales, contextuales y personales. De acuerdo con Mason & Mason (2005), los problemas en "*estudiantes con dificultades de aprendizaje tienen relación con la escritura, puesto que ambas áreas emplean como base el lenguaje (receptivo y expresivo). Las dificultades de la escritura afectan el rendimiento del estudiante en prácticamente todos los campos de la enseñanza.*". Esta situación dificulta el aprendizaje autónomo porque la mayoría de las limitaciones están centradas en la poca comprensión lectora. Ahora bien, de esta revisión de limitantes para el aprendizaje, Carrasco & González (2011), resumen las dificultades reportadas: organización de contenido: ausencia de objetivos que guíen el sentido la escritura y la reescritura; Expresión: uso adecuado del vocabulario, conectores y sintaxis; Interpretación: dificultades para interpretar a partir de los textos sin valor a la crítica; y acompañamiento de los docentes. Con relación a los problemas asociados al cálculo o a las matemáticas, los académicos han hecho un listado extenso de las dificultades para el aprendizaje de los saberes en esta área, dónde las más frecuentes se ubican en la resolución de problemas. En estos casos pueden estar afectadas distintas habilidades como lingüísticas, perceptivas y de reconocimiento de símbolos, atencionales, memorísticas y secuenciales (Pérez, 2000).

## **Modelo de intervención para el desarrollo de habilidades cognitivas**

Dada la estrecha relación entre los conceptos de habilidades cognitivas, rendimiento académico y dificultades de aprendizaje, algunos estudios se encuentran orientados a una o varias de ellas, pero sus acciones siempre estarán encaminadas a intervenir por la disminución del fracaso escolar. Cabe resaltar que independientemente de cuáles sean las causas o los factores: personales, los programas académicos, familiares, socioeconómicos o institucionales para el sistema de registro y evaluación de las universidades son tomados en cuenta de la misma forma. Como se pudo observar existen diferentes tipos de habilidades cognitivas, de acuerdo con la pertinencia del programa y debido al tipo de población, las marcadas dificultades evidenciadas a nivel académico durante 6 sesiones de dos horas semanales se abordarán las habilidades cognitivas y motoras de la siguiente forma: considerados prerrequisitos para el aprendizaje:

**Habilidades atencionales:** el proceso atencional es el que permite mantener el adecuado funcionamiento cognitivo, cuya función determina sobre qué estímulos dirigir los recursos perceptivos, activando o inhibiendo los procesos encargados de elaborar y organizar la información y así mismo busca las estrategias para la ejecución de una respuesta adaptativa, regulado por variables internas del individuo y por factores externos al mismo (Ison, 2011; Roselli, et al, 2010; García, 1998). Las tareas enfocadas al desarrollo de las habilidades atencionales se encuentran inherentes durante todo el proceso de intervención y a la vez el de todas las actividades fortaleciendo la reducción de las interacciones perturbadoras, respuestas impulsivas y mejoras de las destrezas instrumentales (García, 1998).

**Habilidades perceptivovisuales:** las habilidades de discriminación visual determinan la capacidad cognitiva que nos permite distinguir a través de la vista objetos y/o figuras, así pues, las actividades propuestas por García (1998), corresponden a análisis de elementos visuales y percepción de diferencias entre los mismos, como también la orientación izquierda-derecha. El éxito en estas tareas es proporcional al dominio de estas habilidades. El desarrollo de las Habilidades de Orientación Viso – espacial permiten alcanzar destrezas y competitividad para el procesamiento cognitivo de objetos, sus propiedades en el espacio y la coordinación de los movimientos, de las personas a nuestro alrededor. Colmenero et al (2001), afirma que la orientación viso – espacial guarda un vínculo estrecho con la atención y los procesos de memoria, la selección de información y el grado de consciencia que se tiene de la misma. Las tareas enfocadas al desarrollo de las habilidades en mención se han relacionado básicamente con la estimación de distancias, juicios de orientación, dibujo de mapas y rutas, desplazamientos en el mundo físico (McNamara, 1986; Tversky, 1981; Anooshiam & Young, 1998; Citados por Álvarez, 2007).

**Habilidades perceptivovisomotoras:** Bender (2010), define la coordinación visomotora como “la función del organismo integrado, por la cual éste responde a los estímulos dados como un todo, siendo la respuesta misma una constelación, un patrón, una gestalt”. Por su parte Frostig (1980; citado en Dopico et al, 2014), plantea que la coordinación visomotora es la capacidad de coordinar la visión con movimientos del cuerpo, sus partes o lo que es lo mismo es el tipo de coordinación que se da en un movimiento manual o corporal, que responde positivamente a un es-

tímulo visual, de igual manera sus investigaciones propuso actividades para la intervención de las habilidades visomotoras dibujar líneas rectas o curvas con precisión de acuerdo a los límites visuales, posición de objetos en el espacio, copia, observación de figuras específicas cuando están ocultas en un fondo confuso y complejo, reproducción de patrones presentados visualmente, cierre o terminaciones visuales, velocidad visomotora es decir la rapidez con la que el sujeto puede trazar signos establecidos asociados a diferentes diseño y constancia de forma.

En cuanto al desarrollo de las habilidades motoras, en conjunto permiten que se establezca una relación coherente y voluntaria entre la actividad cognitiva y la corporalidad o función motora. García (1998), afirma que sólo de manera voluntaria se pueden regular las actividades motoras con el propósito de iniciarlas, mantenerlas o bien, abandonarlas. El desarrollo automático de estas habilidades permite actuaciones como la anticipación, planificación, ejecución, entrenamiento, repetición, evaluación y retroalimentación, disminuyendo la tolerancia a la frustración y el control emocional. El desarrollo y entrenamiento de las habilidades psicomotoras contribuyen a mejorar la representación cerebral sensorial y motora de los procedimientos, ahorrando tiempo y esfuerzo. (Ramírez, Moreno & Gardner et al, 2008). Las tareas corresponderán a, posiciones corporales que permiten el mejoramiento de la postura corporal, el hábito lector, disminución de las perseveraciones motoras (entendidas como manifestaciones ansiosas), seguimiento de comandos sencillos y en secuencia, y ejercicios mencionados en los otros apartados que a partir de la repetición automaticen procesos específicamente en dos momentos el primero identificación de ideas principales en un texto y el segundo a través del ejercicio lector establecer algoritmos de ejecución útiles para resolución de problemas.

## **Materiales y métodos**

Este estudio tiene un enfoque cuantitativo, descriptivo, no experimental, pues a partir de la recolección de datos sobre aspectos generales que pueden incidir en el rendimiento académico de los estudiantes se realiza un análisis y se estructura la totalidad del taller de intervención. Finalmente, se evalúa la efectividad de la intervención utilizando una prueba de hipótesis.

## Descripción general del taller de intervención

El taller consta de dos actividades principales, la primera de carácter grupal (15 a 20 min) y la segunda de carácter individual (20 a 25 min). Las actividades grupales se enfocan a potencializar las habilidades corporales frente a su espacio y contexto. Las actividades individuales por su parte, se realizan dependiendo de la edad y carrera de los estudiantes, el facilitador seleccionará las fichas de trabajo que se le asignarán a cada uno.

## Estructura del taller de intervención

Las 6 sesiones de trabajo se desarrollan en un tiempo de 2 horas, por lo cual, se intenta abordar la gran mayoría de procesos que se describen a continuación:

Tabla 1. Contenido del taller de intervención

Sesiones	Objetivos
Sesión 1: evaluación diagnóstica y charla inicial	Objetivos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Presentar el curso, sus objetivos y justificación.</li> <li>• Conocer las principales percepciones que tienen los estudiantes sobre la situación en la que se encuentran.</li> <li>• Conocer las posibles causas neurobiológicas, emocionales, comportamentales y actitudinales que pueden incidir en su desempeño académico.</li> </ul>
Sesión 2: predominio viso-motor y umbral atencional	Objetivos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer los umbrales atencionales de los estudiantes.</li> <li>• Revisar la ejecución de la lámina #1</li> <li>• Desarrollar actividades de solución de problemas.</li> <li>• Evaluar las habilidades verbales y sociales de los estudiantes.</li> </ul>
Sesión 3: predominio discriminación visual y resolución de problemas	Objetivos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar la ejecución de la lámina #2</li> <li>• Desarrollar actividades de solución de problemas.</li> <li>• Desarrollar habilidades de discriminación visual.</li> <li>• Evaluar las habilidades verbales y sociales de los estudiantes.</li> <li>• Evaluar habilidades de memoria.</li> </ul>
Sesión 4: predominio orientación viso-espacial y discriminación visual	Objetivos: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar la ejecución de la lámina #3</li> <li>• Desarrollar habilidades de discriminación visual.</li> <li>• Desarrollar habilidades de orientación viso-espacial.</li> <li>• Evaluar las habilidades verbales y sociales de los estudiantes.</li> <li>• Evaluar habilidades de memoria.</li> </ul>

<p>Sesión 5: predominio psicomotor y discriminación visua</p>	<p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar la ejecución de la lámina #4</li> <li>• Desarrollar habilidades de discriminación visual.</li> <li>• Desarrollar habilidades de psicomotricidad.</li> <li>• Evaluar las habilidades verbales y sociales de los estudiantes.</li> <li>• Evaluar habilidades de solución de problemas y tolerancia a la frustración.</li> <li>• Evaluar las habilidades de comprensión lectora.</li> </ul>
<p>Sesión 6: predominio psicomotor y cierre de taller</p>	<p>Objetivos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Revisar la ejecución de la lámina #5</li> <li>• Evaluar las habilidades de comprensión lectora.</li> <li>• Desarrollar habilidades de psicomotricidad.</li> <li>• Evaluar las habilidades verbales y sociales de los estudiantes.</li> <li>• Evaluar habilidades de solución de problemas y tolerancia a la frustración.</li> </ul>

Fuente: *elaboración propia*

## Muestra

La muestra total para el estudio estuvo compuesta por 41 estudiantes, se denomina desertor a los estudiantes que no culminan el taller, los iniciales son aquellos que, aunque están matriculados por diversas razones no llegan a asistir al taller, y los desertores de proceso son aquellos jóvenes que inician el programa pero que en algún momento del desarrollo del mismo dejan de asistir, tal como se aprecia en la tabla 2.

Tabla 2. Muestra de jóvenes con desempeños académicos bajos

Período	Estudiantes Matriculados	Estudiantes asistentes	Desertores iniciales	Desertores de proceso	Muestra escogida
<b>2013-30</b>	33	19	14	4	15
<b>2014-10</b>	41	30	10	5	26
<b>TOTAL</b>	74	49	24	9	41

Fuente: *elaboración propia*

Los estudiantes ingresaron al taller con promedios entre 2,96 y 3,24, y dos de ellos 3,27 y 3,29 por haber cursado intersemestrales y esto no

les cambió sus estados académicos. La media del total de los asistentes es 3,16, es decir, el promedio de sus promedios acumulados, a su vez en el período 1 2013 – 30 la media de los promedios es igual a 3,13 y en el período siguiente, 2014 – 10, fue de 3,17. Para obtener un criterio de clasificación se tomó la media de todas las muestras para separarlos en dos rangos; los de rango bajo, menores 3,16; y los de rango alto, entre 3,16 y 3,25. En los dos períodos académicos se puede observar que la mayoría de estudiantes que ingresan al taller pertenecen a algún programa de ingeniería 68%, seguido por medicina 9,75%, derecho y ciencias políticas 9,75%, licenciatura 7,31% y relaciones internacionales 2,43%.

## Resultados

### Resultados iniciales

Con respecto a los promedios acumulados al momento del ingreso, la distribución de la muestra se puede apreciar en la tabla 3, la mayoría se ubica en rango alto, es decir, los promedios acumulados por encima de 3,16, al momento de desglosar por períodos se puede observar que el porcentaje aumenta en el segundo periodo, 2014 – 10, pero cabe mencionar que en 2013 – 30, la situación es la contraria debido a que la mayoría 24,4% se ubicó por debajo de la media.

Tabla 3. Distribución de la población al ingreso

Periodo	Rangos de promedio inicial				Total general	
	Alto		Bajo			
2013 - 30	5	12,20%	10	24,40%	15	36,60%
2014 - 10	20	48,80%	6	14,60%	26	63,40%
<b>Total general</b>	<b>25</b>	<b>61%</b>	<b>16</b>	<b>39%</b>	<b>41</b>	<b>100%</b>

$$\bar{X} = 3,16 \quad \text{Desviación Estándar} = 0,1$$

Fuente: *elaboración propia*

A continuación, se muestra el análisis a partir de los resultados arrojados por el barrido inicial de rastreo “Checklist Inicial” el cual comprende 7 unidades de observación coordinación visomotora, discriminación, orientación viso- espacial, psicomotoras finas y gruesas, en el apartado otros comprenden factores personales, atencionales y sociales.

Tabla 4. Distribución de la muestra por desempeño en el instrumento check list inicial

	PUNTOS FUERTES				PUNTOS DÉBILES			
	2013-30		2014-10		2013-30		2014-10	
	Fr	%	Fr	%	Fr	%	Fr	%
<b>Coordinación Viso Motora:</b>	11	73,33%	15	57,69%	4	26,67%	11	42,30%
<b>Discriminación Visual:</b>	7	46,66%	16	61,53%	8	53,33%	10	36,46%
<b>Orientación Viso Espacial:</b>	7	46,66%	20	76,92%	8	53,33%	6	23,07%
<b>EJES</b>								
<b>Hab. Motora fina:</b>	12	80%	19	73%	3	20%	7	27%
<b>Hab. Motora gruesa:</b>	7	46,66%	9	34,61%	8	53,33%	17	65,38%
<b>Otros:</b>	2	13,33%	2	7,69%	13	86,66%	24	92,03%

Fuente: *elaboración propia*

## Resultados en la intervención

En la siguiente tabla se muestra el desempeño general del grupo durante las sesiones para los dos grupos de intervención tanto para el año 2013 como para el 2014.

Tabla 5. Desempeño de la población de la muestra durante las seis semanas de intervención 2013

Sesión de trabajo	Ficha de trabajo	Criterio de éxito	Errores	Omisiones	Promedio de Éxito	Cumplido el criterio %	
						SI	NO
1	O. VE 1	1 - 3	0 - 2	0 - 2	1,7	66,70%	33,30%
2	Revisión O.VE 1	3 - 5	0 - 1	0	2,8	66,70%	33,30%
2	O. VE 2	3 - 5	0 - 1	0	2,8	66,70%	33,30%
3	Revisión O.VE 2	5 - 8	0 - 1	0	5,8	66,70%	33,30%
3	O. VE 3	5 - 8	0 - 1	0	2,9	73,30%	26,70%
4	Revisión O.VE 3	8 - 11	0 - 1	0	4,4	71,40%	28,60%
4	O. VE 4	11 - 14	0 - 1	0	4,2	71,40%	28,60%
5	Revisión O.VE 4	14 - 17	0 - 1	0	7,4	80,00%	20,00%
5	O. VE 5	1 - 3	3 - 5	3 - 5	3,1	80,00%	20,00%
6	Revisión O.VE 5	3 - 5	0 - 2	0 - 2	5,2	66,70%	33,30%
6	O. VE 6	3 - 5	0 - 2	0 - 2	3,2	80,00%	20,00%
3	Resolución de problemas	Seguimiento de instrucciones	0	0	NA	73,30%	26,70%
4	D. Visual 1.	15 - 15	3 - 5	NA	9,6	80,00%	20,00%
5	D. Visual 2.	20 - 20	0 - 2	NA	14,3	80,00%	20,00%
6	D. Visual 3.	25 - 25	0	NA	22,2	80,00%	20,00%

Fuente: *elaboración propia*

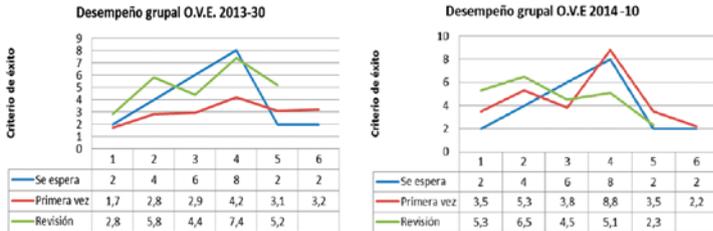
Tabla 6. Desempeño de la población de la muestra durante las seis semanas de intervención 2014

Sesión de trabajo	Ficha de trabajo	Criterio de éxito	Errores	Omisiones	Promedio de Éxito	Cumplido el criterio %	
						SI	NO
1	O. VE 1	1 - 3	0 - 2	0 - 2	3,5	48,20%	52,50%
2	Revisión O.VE 1	3 - 5	0 - 1	0	5,3	48,20%	52,50%
2	O. VE 2	3 - 5	0 - 1	0	5,3	49,80%	50,20%
3	Revisión O.VE 2	5 - 8	0 - 1	0	6,5	61,60%	38,40%
3	O. VE 3	5 - 8	0 - 1	0	3,8	43,00%	57,00%
4	Revisión O.VE 3	8 - 11	0 - 1	0	4,5	40,20%	62,70%
4	O. VE 4	11 - 14	0 - 1	0	8,8	74,10%	25,90%
5	Revisión O.VE 4	14 - 17	0 - 1	0	5,1	60,00%	40,00%
5	O. VE 5	1 - 3	3 - 5	3 - 5	3,5	54,30%	45,70%
6	Revisión O.VE 5	3 - 5	0 - 2	0 - 2	2,3	45,40%	55,40%
6	O. VE 6	3 - 5	0 - 2	0 - 2	2,2	43,00%	57,00%
3	Resolución de problemas	Seguimiento de instrucciones	0	0	NA	71,30%	28,70%
4	D. Visual 1.	15 - 15	3 - 5	NA	9,3	64,50%	35,50%
5	D. Visual 2.	20 - 20	0 - 2	NA	13,3	91,40%	8,60%
6	D. Visual 3.	25 - 25	0	NA	21,1	0,943	0,057

Fuente: elaboración propia

Tal como se aprecia en las siguientes gráficas se puede inferir que el desempeño a medida que pasan las semanas es creciente al índice o criterio de éxito en una tarea específica con la tendencia al aumento:

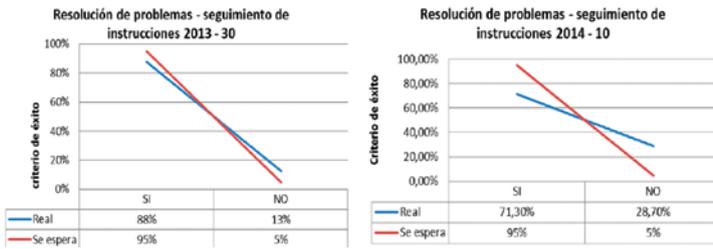
Figuras 1 y 2. Desempeño grupal de orientación visoespacial semanal primera vez y revisión



Fuente: elaboración propia

Y los desempeños de los grupos atendiendo a la discriminación visual:

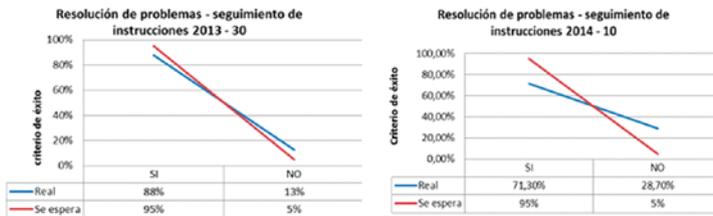
Figuras 3 y 4. Desempeño grupal de discriminación visual semanal



Fuente: *elaboración propia*

El desempeño grupal en resolución de problemas se ilustra a continuación:

Figuras 5 y 6. Desempeño grupal en resolución de problemas y seguimiento de instrucciones



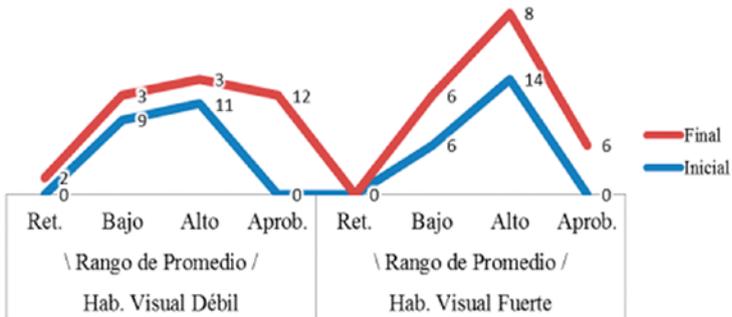
Fuente: *elaboración propia*

## Resultados finales

Las distribuciones de las mediciones se hicieron a través del comparativo del promedio acumulado con el que ingresó el grupo y luego de la intervención promedio final y situación académica final, para análisis internos y propósitos del presente estudio se observan las variables de habilidades perceptivovisuales, perceptivosomatorias y atencionales que en teoría impactan en el desempeño académico, tal como se muestra en las figuras 7, 8 y 9. Con respecto a los estudiantes que se recuperaron del listado de estudiantes con bajos desempeños académicos en el período 2013 - 30, el 22% corresponde a los 9 jóvenes que alcanzaron

puntuar por igual o encima de 3,25 y de igual forma ocurrió en el período de 2014-10, de esos 18 participantes 10 se encontraban en rango alto o sus promedios acumulados iniciales puntuaron por encima a la media 3,16, frente a 8 de rango bajo siendo 3,0 el menor y 3,15 el mayor. La gráfica que ilustra este comportamiento se presenta a continuación:

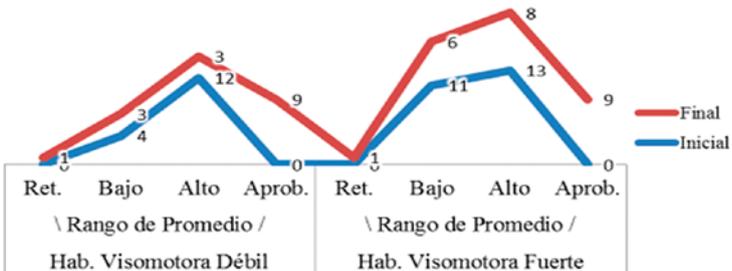
Figura 7. Distribucion de desempeño según habilidad perceptivo-visual



Fuente: elaboración propia

Los desempeños de los estudiantes en los dos momentos teniendo en cuenta la habilidad perceptivo-visomotora aparecen a continuación:

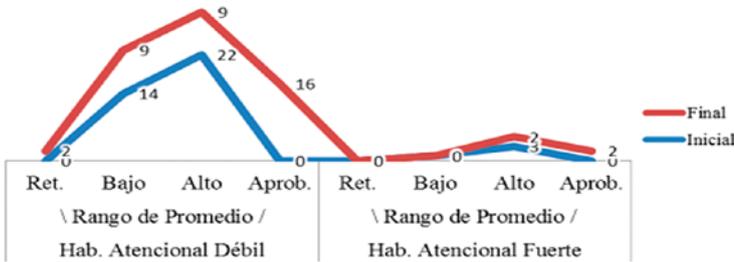
Figura 8. Distribucion de desempeño según habilidad perceptivo-visomotora



Fuente: elaboración propia

Los desempeños de los estudiantes en el manejo de las habilidades atencionales, se resumen a continuación:

Figura 9. Distribución de desempeño según habilidad atencionales



Fuente: elaboración propia

## Discusión de los resultados

Teniendo en cuenta las características de la población asistente al taller, se pudo observar que la mayor parte de los estudiantes pertenecen a programas relacionados con resolución de problemas lógico-matemáticos, procedimentales y ciencias naturales, en comparación con programas relacionados con humanidades, educación o leyes. Se puede decir que los jóvenes del 100% de la muestra escogida, todos manifiestan alguna dificultad de coordinación visomotora, la cual se refiere al uso del cuerpo en el espacio, lo cual indica que posiblemente los estudiantes tienen dificultades para relacionar o ubicar las ideas principales de un texto o distribuir adecuadamente el espacio para realizar operaciones y cálculos, sin embargo sólo 26,67 % (2013-30) se puntuó con debilidades marcadas frente al 42,30% (2014-10), teniendo en cuenta que 68% de la muestra pertenece a algún programa de ingeniería y para todos los programas académicos la comprensión lectora es fundamental para el éxito académico.

La discriminación visual es la capacidad cognitiva que nos permite distinguir a través de la vista objetos y/o figuras, así pues, el perfil del 53,33% (2013-30), de la muestra manifestó que lo que leía no correspondía a lo que estaba escrito debidamente, y a su vez estos estudiantes manifesta-

ron confundir, al menos con alguna frecuencia, palabras que se escriben parecido, frente al 36,46% (2014-10). En lo que respecta a este ítem el segundo grupo manifestó sentirse hábil en tareas que impliquen asociar siempre los símbolos a la hora de realizar cálculos o resolver problemas 46,66% (2013-30) y 61,53% (2014-10), siendo estos los porcentajes que corresponden a poder decir, entonces, que los estudiantes tienen buena capacidad de recepción de información. Por otra parte la orientación visoespacial maneja el procesamiento cognitivo de objetos, sus propiedades en el espacio y coordinación de los movimientos de las personas en el medio. Se enfoca en diferenciar perfectamente la espacialidad y la ubicación de un punto en específico. Teniendo en cuenta los resultados del CheckList el 100% manifestó diferenciar perfectamente algún tipo de espacialidad, tal como se aprecia en la tabla 8 la orientación visoespacial es más fuerte en el segundo período con un 76,92% (2014-10) frente al 46,66% del periodo anterior éstos cambios no son atribuibles a las variables estudiantes en el presente trabajo sino factores externos de la distribución de las cohortes al momento de la matrícula.

Seguidamente, cuando se hace el desglose para preguntar por la búsqueda y ubicación temporal-espacial. El total de la muestra mostró algún tipo de dificultad 53,33% (2013-30) y 23,07% (2014-10), lo cual posiblemente se relacione con seguimiento de instrucciones, atención y evocación de distintos estímulos. Las habilidades motoras son el conjunto de facultades cognitivas, conductuales y corporales que permiten la interacción con el medio a través del movimiento, y este proceso se da mediante dos vertientes grueso y fino, según la tabla 5 se puede inferir que los jóvenes pertenecientes a la muestra poseen mayores habilidades finas que gruesas, esto se puede constatar a partir de las manifestaciones recurrentes de los estudiantes según la muestra seleccionada el 100% opta por otros medios para estudiar, leer o usar su computador, mientras que más de la mitad 65,38% (2014-10) y 53,33%(2013-30) frecuentemente se tropieza con objetos y/o personas durante la marcha, junto con problemas de tonicidad muscular y estabilidad motora, se puede decir, que el patrón de marcha y otras actividades motrices gruesas son factores de riesgo claves para entorpecer el proceso de aprendizaje.

Por último, en la sección de otros se apuntó a observar comportamientos, factores atencionales, personales y sociales de los estudiantes, las

afirmaciones más recurrentes manifestadas por el 86,66% (2013-30) y 92,03% (2014-10) de los jóvenes fueron las dificultades para desprenderse de redes sociales y mantener la concentración en una tarea.

Dentro del marco de las habilidades Bloom (1956; citado por Vásquez 2010), menciona que cualquier tarea formativa favorece en el individuo el desarrollo de uno de tres dominios psicológicos: el afectivo, el cognitivo o el psicomotor, con el programa se intenta que esto siempre se cumpla por ello las actividades estaban diseñadas para fortalecer de manera simultánea los tres ejes principales, esto se pudo constatar en las figuras 2, 3 y 4, donde se puede inferir que el desempeño semana a semana es directamente proporcional al índice o criterio de éxito en una tarea con la tendencia al aumento. En una primera vez o ensayo de una actividad específica se estipula un nivel de conciencia netamente operativo, a medida que van pasando los ensayos el participante logra familiarizarse con la forma adecuada de ejecutar las tareas cotidianas relacionadas con el estudio y puede reestructurar el control del flujo de información, la calidad y la relevancia de la misma, de qué forma va a ser almacenada en relación con lo que se procesa y resolución de problemas, en concordancia con Herrera (2013).

En los dos períodos (2013-30) y (2014-10), el desempeño de cumplimiento de éxito de la semana estuvo por encima del 40%, este se vio afectado debido a que todos los participantes asistieron de forma intermitente, aunque para el sistema no hayan aprobado, dentro de las estadísticas generales se evalúa el desempeño en las sesiones a las cuales los estudiantes hayan asistido, en algunos casos la muestra se alcanza a completar en la tercera sesión, la variable asistencia fue interferencia para mostrar un impacto más alto y mejores resultados a nivel general. Ahora bien, se espera que todos los estudiantes que ingresen al taller aprueben cambiando su situación académica y que fortalezcan, al menos de forma compensatoria, una de las habilidades propuestas en los objetivos del presente estudio, asimismo en las sesiones del taller se pudo evidenciar que todos los que participaban del mismo mejoraron en tareas de procesamiento cognitivo simultáneo, siendo el desempeño propio el punto de partida como marco de referencia en los ensayos posteriores donde se observó no solamente incremento del criterio de éxito sino disminución en errores y omisiones de recepción, comprensión y ejecución. Las actividades con predominio motor o de

reproducción de figuras generaban mayor interés y expectativa en los participantes debido a que la gran mayoría pertenecen a programas académicos relacionados con quehaceres similares.

Esto favoreció simultáneamente las habilidades Visoespaciales y motoras, asimismo ocurrió en el proceso atencional permitiendo que los jóvenes lograron identificar y sostener a qué tipo de estímulos deben dirigir los recursos cognitivos en situaciones académicas en concordancia con Ison (2011); Roselli, et al, (2010) y García (1998). Siguiendo ese orden de ideas en cuanto al desempeño frente a las habilidades estimuladas, 18 jóvenes lograron recuperarse mostrando mejoras tanto en rango bajo como en rango alto, tal como aparece en las distribuciones iniciales vs. las finales (figuras 7, 8 y 9). En todas las distribuciones se mostró una mejoría significativa en los rangos de promedio, probablemente como consecuencia de la mejora en las habilidades intervenidas.

## Conclusiones

Las actividades de fortalecimiento académico estimularon las habilidades cognitivas de dichos estudiantes lo cual impactó en su rendimiento académico, en algunos casos recuperándose y en otros mejorando, cuantitativamente su desempeño. El diseño y la aplicación de actividades de fortalecimiento académico se fundamentaron en la discriminación de diferentes habilidades cognitivas respecto a lo Perceptivovisual, perceptivovisomotor y atencional, y cuando estas se estimulan hubo conciencia del cuerpo en el espacio, mejor planificación y ejecución de distintas actividades académicas siendo la de mayor impacto la toma de apuntes, selección de ideas principales y estructuras de secuencias para desarrollar problemas lógico matemáticos, simultáneamente se llevaron procesos colaborativos y cooperativos entre los participantes.

Se pudo constatar que, si se interviene una habilidad, al menos, las demás se potenciarán en secuencia, los participantes que lograron cumplir con los requisitos estipulados mostraron mejorías significativas en el fortalecimiento de habilidades atencionales: enfoque y sostenimiento, debido a los elementos del programa. Se resalta que el autoconcepto de estos jóvenes influye en su desempeño, a partir del entendimiento de que ellos eran su mismo punto de partida y por tan-

to deben responder por su situación, la evaluación semanal permitió cambiar la perspectiva, paulatinamente, de muchos participantes debido a que el esquema está diseñado para que los jóvenes aprecien y comparen desempeño inicial, con el siguiente, y con el final. Lograron experimentar éxito traduciéndose en aumento del criterio y disminución de errores y omisiones.

## Referencias bibliográficas

- Álvarez, S. (2007). Procesos cognitivos de visualización espacial y aprendizaje. *Revista de investigación en educación*, 4, pp.61 – 71.
- APA. (2002). Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales, *DSM-IV-TR*. Barcelona: Masson
- Bender, L. (2000). Test Guestáltico Visomotor. Barcelona: Paidós.
- Colmenero, A., Catena, A. & Fuentes, L. (2001) Atención visual: Una revisión sobre las redes atencionales del cerebro. *Revista Anales de Psicología*, 17, pp.45 – 67.
- Dopico, H., Gómez, L., Núñez, O. y Revilla, L. (2014). La coordinación visomotora y su importancia para desarrollo integral de niños con diagnóstico de retraso mental moderado. *Revista digital efdeportes*. P.193.
- Echavarri, M., Godoy, J., & Olaz, F. (2007). Diferencias de género en habilidades cognitivas y rendimiento académico en estudiantes universitarios. *Universitas Psychologica*, 6, pp.319-329.
- Encinas, D., Díaz, C., Noriega, J. & Estrada, D. (2009). Locus de control y logro académico en dos tipos de ambiente de enseñanza para estudiantes universitarios. *Pesquisas e Práticas Psicossociais*, 3, pp.167-174.
- Erazo, O. (2012). El rendimiento académico, un fenómeno de Múltiples relaciones y complejidades. *Revista Vanguardia Psicológica Clínica Teórica y Práctica*, 2, pp.144 – 173.
- Flippo, R. & Caverly D. (2000). *Handbook of college reading and study strategy research*. Mahwah (NJ): Lawrence Erlbaum Associates; pp.25 – 42.
- García, E. (1998). *Enfócate: Programa de entrenamiento en habilidades atencionales*. Grupo Albor – Cohs, Biskaia, España.
- Gilar, R. (2003). *Adquisición de habilidades cognitivas. Factores en el desarrollo inicial de la competencia experta*. Tesis doctoral. Universidad de Alicante: España.

- Herrera, F. (2003). *Habilidades Cognitivas*. Departamento de psicología evolutiva y de la educación. Universidad de Granada. Bogotá, Colombia.
- Ison, M. (2011). Programa de intervención para mejorar las capacidades atencionales en escolares argentinos. *International Journal of Psychological Research*, 4, pp.72 – 79.
- Labrador, M. & Briceño, R. (2002). Habilidades psicomotoras y su relación con el desempeño clínico ocupacional de los estudiantes de la facultad de odontología de la Universidad de Carabobo. *Odous científica*, 3, pp.12 – 31
- Lacunza, A., Contini, N. & Castro, A. (2010) Las habilidades cognitivas en niños preescolares, un estudio comparativo en un contexto de pobreza. *Acta Colombiana de Psicología*, 13, pp.25 – 34.
- Luria, A. (1974). *El cerebro en acción*. Barcelona: Fontanella.
- Mason, A. & Mason, M. (2005) Estudiantes universitarios con dificultades de aprendizaje. *Clínicas Pediátricas de Norteamérica*, 52, pp.61 – 70.
- Morales, M., Benítez, M. & Agustín, D. (2013). Habilidades para la vida (cognitivas y sociales) en adolescentes de una zona rural. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 15, pp.98-113.
- Núñez, J., González & Pineda, J. (1994). *Determinantes del rendimiento académico*. Oviedo: Universidad de Oviedo.
- Ramírez L., Moreno M., Gardner L. & Col. (2008). Modelo de enseñanza de las habilidades psicomotoras básicas en anestesia para estudiantes de ciencias de la salud: sistematización de una experiencia. *Revista Colombiana de Anestesiología*, 36, pp.85 – 92.
- Soto, O. (2012). *Caracterización de la población desertora en una Universidad de Barranquilla Una perspectiva desde el Centro de Recursos para el Éxito Estudiantil (CREE)*. Barranquilla: Universidad del Norte
- Torres, L. (2010). *Estado del arte de la retención de estudiantes de la educación superior*, Pontificia universidad javeriana. Bogotá, Colombia.
- Vásquez, A. (2010). Competencias cognitivas en la educación superior. *Revista electrónica de desarrollo de competencias REDEC*, 6, pp.34 – 64.



# É

---

## Étude sur l'accompagnement éducatif et la formation affective dans un collège jésuite

*Alexander González García*

Magister en recherche en Sciences de l'éducation et Magister en gestion éducative de l'Université Saint Joseph de Beyrouth, Liban. Candidat au doctorat en Sciences de l'éducation de l'Université Nationale de la Plata, Argentine. Chercheur du groupe INCOM de l'Université Libre Barranquilla en Colombie. Email: agonzalez@unilibrebaq.edu.co

### Résumé

Cette recherche étudie dans quelle mesure l'accompagnement des éducateurs d'un collège jésuite favorise la formation affective des élèves. L'étude s'appuie sur la méthode quantitative, en cohérence avec le paradigme positiviste. Une enquête par questionnaire est lancée auprès de 316 élèves des cycles complémentaire et secondaire pour mesurer la formation affective des élèves. L'étude montre l'existence d'un accompagnement affectif au Collège à plusieurs niveaux, mais certains aspects doivent être davantage développés tels que « la résolution pacifiste des conflits ».

**Mots-clés:** éducation jésuite, formation affective, accompagnement, pédagogie ignatienne.

## ***Estudio sobre apoyo educativo y entrenamiento afectivo en una universidad jesuita***

### **Resumen**

Esta investigación describe en qué medida el acompañamiento educativo de un colegio jesuita contribuye al desarrollo de la formación afectiva de los estudiantes. El estudio asume el método cuantitativo, en coherencia con el paradigma positivista. Una encuesta se realizó a 316 estudiantes de secundaria para medir su formación afectiva. El estudio mostró la existencia de un acompañamiento a nivel afectivo por parte de los educadores. Sin embargo, ciertos aspectos necesitan un mayor desarrollo como la capacidad de los estudiantes para resolver los conflictos pacíficamente.

**Palabras clave:** educación jesuita, formación afectiva, acompañamiento, pedagogía ignaciana.

### **Introduction**

La nécessité de l'accompagnement éducatif de l'apprenant n'était pas toujours évidente dans les théories des sciences de l'éducation. Le socioconstructivisme développé par le psychologue biélorusse Lev Semionovitch Vygotsky (1896-1934) et le psychologue américain Jérôme Seymour Bruner (1915) met en valeur la nécessité de la relation adulte-enfant dans l'apprentissage. Pour eux, l'apprentissage ne peut pas être considéré comme une interaction exclusive entre l'enfant et l'objet, mais comme un processus relationnel entre l'enfant, l'objet et quelqu'un de plus expérimenté. Cependant, de la Renaissance jusqu'à aujourd'hui, l'accompagnement éducatif des élèves a marqué le style d'enseignement propre à la Compagnie de Jésus. Les documents officiels sur l'éducation jésuite soulignent à maintes reprises l'importance de ce cheminement avec les élèves afin de permettre l'épanouissement « d'authentiques relations personnelles entre maîtres et élèves » estimées « indispensables pour tout progrès dans un engagement aux valeurs »

(Paradigme Pédagogique Ignatien [PPI], 1993. §40). C'est pourquoi, le soin personnel de chaque élève est présupposé comme essentiel pour atteindre le but de la pédagogie ignatienne (Ibid). Ce type d'accompagnement qui est la responsabilité de tous les éducateurs est connu, selon la tradition éducative de la Compagnie de Jésus, comme « *l'alumnorum cura personalis* » ou « le soin et souci de chaque élève » (Caractéristiques de l'éducation jésuite [Caractéristiques], 1987 § 10).

Du temps de la fondation des premières écoles de la Compagnie de Jésus jusqu'à récemment, les jésuites garantissaient cette forme d'accompagnement intégral, donc humain et pédagogique, dans leurs établissements éducatifs car ils assuraient eux-mêmes l'éducation des élèves d'une manière directe, sur le terrain. Par contre, actuellement, la plupart des éducateurs engagés dans les institutions jésuites sont laïques, issus de divers groupes sociaux et de croyances, n'ayant pas nécessairement reçu les fondements de l'accompagnement ignatien. L'objet de notre recherche consiste à voir si l'accompagnement assuré actuellement par le Collège Notre-Dame de Jamhour est pratiqué selon la tradition ignatienne, en ciblant le développement affectif de la personne. Ce collège est un établissement jésuite libanais regroupant plus de 3.000 élèves, d'où le grand défi d'assurer un accompagnement personnalisé. Donc, notre question de recherche est : Dans quelle mesure l'accompagnement assuré par les éducateurs du Collège Notre-Dame de Jamhour favorise la formation affective des élèves de la 6<sup>ème</sup> jusqu'à la Terminale ?

En cohérence avec la question de recherche notre hypothèse de travail est : L'accompagnement assuré par les éducateurs du Collège de Notre-Dame de Jamhour favorise la formation affective des élèves de la 6<sup>ème</sup> jusqu'à la Terminale. Pour répondre à la question de recherche et pour vérifier notre hypothèse, nous avons fait une recherche empirique. Dans cet article nous présentons le cadre théorique et le cadre pratique de notre travail. Par rapport au cadre théorique, nous allons étudier comment les termes « accompagnement » et « formation affective » sont compris aujourd'hui dans les sciences de l'éducation et dans la tradition éducative jésuite pour déduire des indicateurs qui nous permettront de mesurer après la formation affective des élèves. Dans le cadre pratique, nous allons exposer la démarche méthodologique menée en explicitant d'abord le paradigme positiviste et l'approche quantitative, puis

la population à l'étude, l'instrument utilisé et la procédure menée pour la collecte de données, pour finir par signaler les stratégies d'analyse de notre étude. Après nous exposons les résultats obtenus dans notre recherche à l'issue du questionnaire et l'analyse de ces résultats, pour présenter la discussion des résultats à la lumière d'autres recherches effectuées dans le même domaine. Nous allons finir par la vérification de l'hypothèse de départ et pour donner quelques perspectives pour future recherches.

## Cadre théorique

Les concepts principaux à étudier en rapport avec notre recherche sont l'accompagnement et sa relation avec la formation affective. De nos jours, le mot accompagnement a une saturation sémantique qui est source de confusion. Vial et Caparros (2007), expliquent que cette confusion ne vient pas du mot « accompagnement » lui-même, mais de sa proximité avec d'autres thématiques comme la relation d'aide pédagogique ou psychologique, le soutien scolaire, le tutorat, le suivi, etc. Vygotsky considère l'accompagnement qui est assuré par un adulte ou par un pair à un élève comme des interactions de guidage, décisives pour l'apprentissage. Le rôle du tuteur est ainsi fondamental pour activer et organiser des processus de développement chez l'enfant. L'aide que le tuteur apporte au tuteur en lui donnant des stratégies pour rendre la tâche plus accessible, joue un rôle médiateur entre ce qu'il peut faire seul et ce qu'il est capable d'atteindre avec l'aide du tuteur « ce que l'enfant sait faire aujourd'hui en collaboration, il saura le faire tout seul demain » (Vygotsky, 1934/1997, p. 355).

Dans la même ligne, Bruner affirme que le développement cognitif ne peut apparaître qu'à partir d'un « processus d'assistance, de collaboration entre enfant et adulte, l'adulte agissant comme médiateur de la culture » (Bruner, 1966/1983, p. 8). L'accompagnement éducatif, selon Bruner, est un processus d'étayage. La relation adulte-enfant ne s'arrête pas dans les interactions du guidage où l'enfant doit imiter son tuteur. L'accompagnement vu comme étayage est un soutien accordé par le tuteur à l'apprenant lorsqu'il entreprend une activité. Le tuteur n'est donc pas seulement un transmetteur du savoir mais une personne qui doit « réinvestir ce qu'il sait » et donner dans « une logique de mise

en mots » au niveau de l'apprenant pour qu'il puisse surpasser sa difficulté d'apprentissage. Le psychologue américain est convaincu que le processus d'étaillage a des effets positifs qui vont au-delà de la simple réalisation assistée de la tâche. Cette fonction d'accompagnement rend la tâche plus compréhensible à l'apprenant et contribue, de surcroît, à développer sa propre compétence.

Par rapport aux composantes affectives, la plupart des fonctions d'étaillage de Bruner visent la sécurité affective de l'apprenant. Pareil au tuteur de Bruner, l'accompagnateur assure une ambiance favorable à l'apprentissage en renforçant l'estime de l'élève vis-à-vis de lui-même. Pour cela, il ne se permet aucun jugement qui risque de disqualifier le travail de l'élève et veille à intéresser l'élève au début de l'activité, à maintenir sa motivation et son orientation jusqu'à l'aboutissement de la tâche. Ici, la formation affective a comme but l'apprentissage. Donc, grâce aux réflexions de Vygotsky et de Bruner, l'accompagnement éducatif et la formation affective s'avère une nécessité au développement cognitif de l'apprenant. Cependant, l'éducation scolaire de la Compagnie de Jésus va au-delà de cette compréhension didactique de l'accompagnement pour cibler toutes les dimensions de l'élève, en le formant au service des autres. Pour cela, les éducateurs, laïques et jésuites, « sont engagés dans la vie personnelle des élèves » et ils s'intéressent au « développement intellectuel, affectif, moral et spirituel » de chaque élève pour qu'il puisse « devenir un individu responsable au sein de la communauté » (Caractéristiques, 1987 § 43). Cet intérêt porté à la personne de l'élève « s'étend aussi aux anciens élèves, aux parents et aux élèves au sein de leur famille » ainsi qu'à tous les membres de la communauté éducative (Ibid., § 44). Cette compréhension particulière de l'accompagnement est celle que les collèges jésuites essayent de mettre en pratique dans leur mission éducative avec le concept « *cura personalis* ».

La « *cura personalis* » est un des piliers de l'éducation jésuite. Dans les établissements scolaires de la Compagnie de Jésus, elle se concrétise dans la relation d'amour authentique et le soin personnel pour chaque élève (PPI, §40). Le P. Kolvenbach (1993), ancien père général des jésuites, explique que la réussite de l'éducation jésuite ne réside pas dans la méthode, ni dans le niveau social des élèves, ni dans la haute technologie utilisée par l'école, mais dans la qualité d'accompagnement assurée par les éducateurs aux élèves. Vécu à la manière ignatienne, l'accom-

pagnement contribue à la réalisation de la formation jésuite : « Former des hommes et des femmes pour les autres » (PPI, §13). L'accompagnement ignatien ne se contente pas de viser uniquement le développement académique de chaque élève et sa préparation à une carrière professionnelle, bien que ces deux dimensions soient importantes pour l'avenir de l'élève. Le Père Kolvenbach clarifie que « la visée ultime de l'éducation jésuite est bien plutôt cette pleine croissance de la personne » (Caractéristiques, 1987 § 25) qui, est invité à devenir un homme ou une femme au service de l'humanité. Pour cela, l'éducation jésuite vise à « aider au développement le plus complet possible de tous les talents donnés par Dieu à chaque personne » (Ibid.), dont la formation affective est indispensable.

Dans le style d'éducation jésuite la formation affective va au-delà de sa nécessité pour l'apprentissage, dans la pédagogie ignatienne cette dimension consiste à développer l'ensemble des possibilités qu'a la personne d'établir des liens avec elle-même et avec les autres, d'exprimer comment il convient ses sentiments, ses émotions et sa sexualité. Ainsi, l'apprenant sera capable de s'aimer, d'être aimé et d'exprimer son amour dans ses relations interpersonnelles d'une façon équilibrée. Pour cela, un collègue jésuite n'est pas focalisé sur un curriculum à assurer, mais il est centré sur l'élève pour qu'il puisse développer ses capacités à un « rythme adapté à ses possibilités personnelles » et selon son « étape de développement » (Ibid., §42). Donc, l'accompagnement éducatif ignatien cherche à développer la capacité affective des élèves. Ce développement consiste en faire grandir son autonomie, sa capacité de s'aimer et d'avoir une personnalité équilibrée. À continuation nous allons expliquer comme la pédagogie ignatienne comprend chacune de ces dimensions de la formation affective.

Concernant l'autonomie, elle est comprise comme la capacité humaine de prendre ses propres décisions comme résultat d'un discernement. Ainsi l'autonomie est une fin en soi qui a deux pôles cognitif et politique (Lahire, 2001). Au niveau cognitif, l'autonomie est la capacité de l'élève de travailler sans surveillance continue et de résoudre des problèmes sans avoir besoin de se référer à l'enseignant. Au niveau politique, l'autonomie consiste en l'intériorisation de la norme comme un moyen pour bien vivre en société « l'élève étant responsable de leur élaboration et de leur respect, il reconnaît la validité et l'utilité des règlements car il a

une emprise sur eux » (Belanger, 2012, p. 176). Pour la croissance en autonomie, il est nécessaire que le travail pédagogique et didactique soit dans les deux sens (Caractéristiques, §45). Par rapport à l'estime de soi, la formation jésuite « encourage une connaissance, un amour et une acceptation réaliste de soi-même » (Ibid., §50). L'estime de soi est comprise comme la valorisation que fait chaque personne sur soi-même et ce jugement est fondamentale dans le développement de la personnalité. Pour André (2005) l'estime de soi a cinq dimensions chez l'enfant et l'adolescent : L'aspect physique, la réussite scolaire, les compétences athlétiques, la conformité comportementale et la popularité. Pour développer cet amour de soi dans toutes ces dimensions est nécessaire avoir une confiance en soi. Bien que la confiance en soi est une notion distincte de l'estime de soi, il reste complémentaire et essentiel pour constituer une image positive de soi-même (Ras, 2013).

En relation à la personnalité équilibrée, elle est la capacité de faire face à leurs émotions avec sérénité. L'équilibre émotionnel consiste à contrôler les émotions de manière efficace pour être capable de prendre du recul sur la situation et, ainsi, avoir une réponse avec intégrité et respect. L'éducation jésuite vise à former des élèves capables de gérer des conflits d'une manière adéquate car le but de la pédagogie ignatienne est « la formation d'une personne équilibrée, avec une philosophie de la vie personnellement acquise et qui inclut des habitudes constantes de réflexion » (Caractéristiques, §32). En conclusion, par le biais des études d'expérimentation en sciences de l'éducation, Vygotsky et Bruner ont affirmé l'importance de l'accompagnement pour la formation cognitive de l'élève. Ils se sont intéressés à développer le savoir-faire et le savoir dire de l'apprenant. Par le biais spirituel, les jésuites ont conclu aussi l'importance de cheminer et de « marcher à côté de » l'élève pour le soutenir dans sa formation humaine. Toutefois, l'éducation jésuite va au-delà de la compréhension d'accompagnement éducatif de Vygotsky et de Bruner, car elle ne se satisfasse pas seulement de développer les capacités cognitives de l'apprenant, mais elle cherche aussi à développer le savoir être de l'élève. Cependant, la pédagogie ignatienne peut-elle former l'affectivité des élèves selon ses principes et valeurs ? Pour répondre à cette question, nous irons sur le terrain.

## Methodologie de la recherche

Dans cette partie, nous allons d'abord présenter le paradigme et l'approche méthodologique que nous nous appuyons pour notre étude. Ensuite nous allons présenter la population à l'étude ainsi que les instruments adoptés pour la collecte de données et, enfin, finir avec les stratégies d'analyse des résultats.

### Posture épistémologique et approche de la recherche

Notre étude vise à vérifier dans quelle mesure l'accompagnement assuré par un collège jésuite au Liban favorise la formation affective de l'élève. Donc nous nous appuyons sur le paradigme positiviste qui nous permet de connaître la réalité d'une façon objective et indépendante des observateurs. En accord avec ce paradigme, nous avons recours à l'approche quantitative qui se base sur des statistiques. Pour que cette recherche quantitative soit de qualité, elle doit répondre à certains critères de scientificité qui sont la « pertinence », la « validité » et la « fiabilité » (Paquay *et al.*, 2006, p. 237- 245). Au niveau de la pertinence, notre recherche tente d'apporter quelque chose de neuf à la communauté scientifique, notamment au niveau de l'accompagnement ignatien tel qu'il se présente dans un collège jésuite libanais. Elle se veut utile, claire et scientifique pour expliquer les concepts de notre objet d'étude (Ibid., p. 238). Pour satisfaire le critère de validité, notre recherche vise à être cohérente entre ce que notre recherche déclare faire et ce qu'elle fait réellement, en collectant les informations requises à partir d'outils scientifiques appropriés. Ainsi nous pouvons donner des conclusions généralisables grâce aux inférences logiques de l'analyse de résultats propre à la recherche quantitative (Ibid., p. 240). Concernant le critère de fiabilité, notre étude cherche à être le plus objective possible, indépendamment des chercheurs qui s'y impliquent. Pour cela, nous présentons le cadre théorique en toute objectivité sans faire une adéquation entre les informations recueillies et les concepts qu'ils sont censés représenter. Nous utilisons les outils de collecte de données des méthodes quantitatives et le traitement de données avec une grande précaution pour rester toujours objectif et fidèle à la scientificité du travail (Ibid., p. 242). Dans notre recherche, nous allons tenir compte, du début jusqu'à la fin de notre travail, ces trois critères indispensables de toute entreprise scientifique pour offrir ainsi une recherche de qualité.

## Population à l'étude et technique d'échantillonnage

Notre étude cherche à étudier l'accompagnement éducatif et la formation affective des élèves selon la pédagogie ignatienne. Pour cela est nécessaire d'amener notre exploration dans un collège jésuite. Nous avons choisi le Collège Notre-Dame de Jamhour (CNDJ) qui est un collège jésuite avec plus de 150 ans d'histoire au Liban. Ce Collège, comme le décrivent les Statuts du Collège (2008), cherche à donner, sans un but lucratif, une formation aux valeurs humaines et religieuses à la manière des collèges de la Compagnie de Jésus. La population ciblée est formée des élèves de la classe de 6<sup>ème</sup> jusqu'à la classe de Terminale (cycles complémentaire et secondaire). Nous avons choisi ces élèves parce qu'ils sont passés plusieurs années de formation au Collège et ils sont censés avoir reçu un accompagnement éducatif de qualité au niveau de leur formation affective. Comme nous prenons plusieurs classes, notre étude permet de voir et de comparer l'évolution de la formation affective au Collège. Le tableau 1 représente le nombre total des élèves par classe et le nombre total des enquêtes par poids selon les exigences de l'approche quantitative au niveau statistique.

Tableau 1. Échantillon

Classe CNDJ	Nombre des élèves	Poids	Nombre selon l'échantillon
Terminale	259	14,79%	47
1ère	265	15,13%	48
2nde	286	16,33%	52
3ème	225	12,85%	41
4ème	239	13,65%	43
5ème	240	13,71%	43
6ème	237	13,71%	43
Total	1751	100,00%	316

Source: élaboration propre

## Instruments de collecte de données

Les données sont collectées par le recours au questionnaire qui est l'instrument plus approprié pour notre étude. Nous avons respecté la confidentialité et l'anonymat des participants en accord aux principes

du Belmont Report (1979). Pour vérifier notre hypothèse, nous avons fait, à partir du cadre théorique de notre étude, des indicateurs qui sont des « signes, comportements ou réactions observables » (Gilles, 1994, p. 27) et qui vont nous permettre de repérer le degré de formation affective des élèves. Ci-dessous, le tableau n°2 présente les indicateurs pour la dimension de la formation affective.

**Tableau 2.** Dimension et indicateurs

Dimension	Indicateurs
Formation affective	Capacité d'autonomie
	Degré d'estime de soi
	Gestion équilibrée du comportement

Source: *élaboration propre*

### Stratégies d'analyse de résultats

L'analyse des résultats de l'enquête par questionnaire a été fait principalement avec le logiciel *Statistical Package for the Social Science* (SPSS). Nous avons eu recours aux statistiques descriptives qui permet d'étudier une population à partir de données récoltées afin de « donner un résumé (numérique ou graphique) d'une population sur laquelle on observe des caractères ou variables statistiques » (Chauveau, 1996, p.1).

Aussi nous avons eu recours aux statistiques inférentielles qui « servent à déduire à partir d'informations connues sur un ou plusieurs cas particuliers des conclusions sur ce qui se passe en général, qui est inconnu » (Méot, 2003, p. 13), ce qui va permettre de connaître la tendance générale de la population étudiée.

### Présentation des résultats

Sur l'ensemble de la population enquêtée, il existe un nombre équilibré de filles (49.86%) et de garçons (50.14%) et la majorité des élèves

(89.10%) ont passé plus de 6 ans au Collège, ce qui est positive pour mesurer l'impact de l'accompagnement de type ignatien sur des élèves qui ont vécu l'expérience de la pédagogie jésuite. À continuation, nous allons présenter les résultats obtenus et notre analyse en fonction des indicateurs qui mesurent la formation affective des élèves.

### Capacité d'autonomie

Ici, nous exposons les résultats des élèves à la question : « Quand je dois prendre une décision importante... ». Le tableau 3, ci-dessous, montre les résultats des élèves en général. La grande majorité des élèves (79.84%) manifestent avoir la capacité de prendre des décisions après une réflexion et une consultation en cas de besoin. Une minorité (17.71 %) demande à une autre personne de prendre la décision à leur place et un groupe très minime (2.45%) n'est pas capable de prendre une décision.

Tableau 3. Capacité d'autonomie selon les élèves en général

	Fréquence	Pourcentage
Je réfléchis et je consulte au besoin, puis je prends la décision	293	79.84%
Je demande à quelqu'un ce qu'il faut faire	65	17.71%
Je ne prends aucune décision	9	2.45%
<b>Total</b>	<b>367</b>	<b>100.00%</b>

Source: élaboration propre

Le tableau 4, ci-dessous, révèle les résultats des élèves selon la classe. Les élèves le moins autonomes sont ceux de la 6ème (68.60%) et de la 5ème (72.90%). Les élèves le plus autonomes sont les élèves de la 1ère (85.20%) et de la Terminale (89.80%). ( $Sig = 0.025 < \alpha$ . Test de Chi-deux.)

Tableau 4. Capacité d'autonomie selon la classe

	Classe							Terminale
	6ème	5ème	4ème	3ème	2nde	1ère		
Je demande à quelqu'un ce qu'il faut faire	n	11	13	8	13	8	8	4
	% Classe	21.60%	27.10%	14.80%	23.20%	14.50%	14.80%	8.20%
Je ne prends aucune décision	n	5	0	1	1	1	0	1
	% Classe	9.80%	0.00%	1.90%	1.80%	1.80%	0.00%	2.00%
Je réfléchis et je consulte au besoin, puis je prends la décision	n	35	35	45	42	46	46	44
	% Classe	68.60%	72.90%	83.30%	75.00%	83.60%	85.20%	89.80%
Total	n	51	48	54	56	55	54	49
	% Classe	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%

Source: élaboration propre

Le tableau 5, ci-dessous, présente les résultats des élèves selon le genre. Nous constatons qu'il n'existe pas de grandes différences. (*Sig* = 0.233 >  $\alpha$ . *Test de Chi-deux.*)

**Tableau 5.** Capacité d'autonomie selon le genre

		Genre	
		Garçons	Filles
Je demande à quelqu'un ce qu'il faut faire	N	31	34
	% Genre	16.80%	18.60%
Je ne prends aucune décision	N	7	2
	% Genre	3.80%	1.10%
Je réfléchis et je consulte au besoin, puis je prends la décision	N	146	147
	% Genre	79.30%	80.30%
Total	N	184	183
	% Genre	100.00%	100.00%

Source: *élaboration propre*

### Degré d'estime de soi

Dans ce qui suit, nous présentons les résultats des questions posées aux élèves sur : « Sur une échelle de 1 à 6 (1= très peu de confiance en soi / 6= beaucoup de confiance en soi), précisez votre degré de confiance en vous-même ».

Le tableau 6, ci-dessous, expose les résultats des élèves en général. La moyenne est de 4.74.

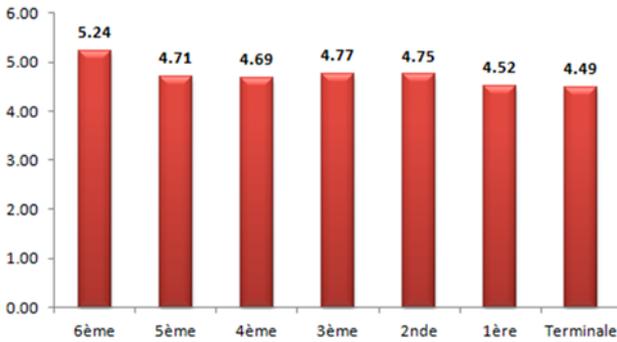
**Tableau 6.** Grade d'estime de soi réponses des élèves en général

Moyenne	Mode	Ecart-type	CV
4.74	5	1.04	21.95%

Source: *élaboration propre*

Le diagramme en bâtons (figure n°1) présente les résultats selon la classe. Les élèves de 6ème sont ceux qui ont le plus d'estime en eux-mêmes avec une moyenne de 5.24. Les élèves qui ont le moins de confiance en eux-mêmes sont les élèves de la classe de la Terminale avec une moyenne de 4.49. ( $Sig = 0.008 < \alpha \rightarrow$  La différence est significative. Test Anova.)

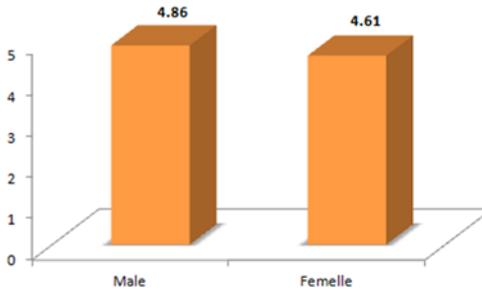
Figure 1. Grade d'estime de soi selon la classe



Source: élaboration propre

Le diagramme suivant (figure 2) présente les résultats selon le genre. La moyenne de taux de confiance pour les garçons est de 4.86 et pour les filles est de 4.61. ( $Sig = 0.017 < \alpha \rightarrow$  La différence est significative. T-Test.)

Figure 2. Grade d'estime de soi selon le genre



Source: élaboration propre

## Gestion équilibrée du comportement

Maintenant, nous offrons les résultats des élèves à la question : « Quand quelqu'un se moque de vous au Collège, comment réagissez-vous ? » Le tableau 7, ci-dessous, contient les résultats des élèves en général. En face d'une difficulté relationnelle, 31.06% des élèves optent pour ne plus parler à cette personne, 26.43% des élèves parlent avec lui pour régler le problème, 19.07% des élèves se moquent de lui, 10.63% des élèves l'insultent, 8.17% des élèves le frappent et seulement 4.63% des élèves parlent avec un responsable du Collège.

Tableau 7. Gestion équilibrée du comportement selon les élèves en général

	Fréquence	Pourcentage
Je ne parle plus à cette personne	114	31.06%
Je parle avec lui pour régler le problème	97	26.43%
Je me moque de lui	70	19.07%
Je l'insulte	39	10.63%
Je le frappe	30	8.17%
J'en parle avec un responsable du Collège	17	4.63%
Total	367	100.00%

Source: élaboration propre

Le tableau 8, ci-dessous, montre les résultats des élèves selon la classe. Les réponses des élèves sont très variées. 41.80% des élèves de 2nde coupent la relation avec la personne qui les a agressés. 39.20% des élèves de 6ème utilisent le dialogue pour régler le problème. Aucun élève de 3ème ou de Terminale ne demande l'aide d'un éducateur du Collège pour résoudre le problème. ( $Sig = 0.010 < \alpha$ . Test de Chi-deux.)

Le tableau 9, ci-dessous, présente les résultats des élèves selon le genre. Les garçons (24.50%) plus que les filles (13.70%) se moquent de la personne qui les a agressés. De plus, les garçons (13.60%) plus que les filles (2.70%) frappent l'agresseur. Les filles (39.90%) préfèrent plus que les garçons (22.30%) couper la relation avec l'offenseur. ( $Sig = 0.000 < \alpha$ . Test de Chi-deux.)

**Tableau 8.** Gestion équilibrée du comportement selon la classe

		Classe								Terminale
		6ème	5ème	4ème	3ème	2nde	1ère			
Je l'insulte	n	3	2	4	9	7	4			10
	% Classe	5.90%	4.20%	7.40%	16.10%	12.70%	7.40%			20.40%
Je me moque de lui	n	5	8	13	14	6	13			11
	% Classe	9.80%	16.70%	24.10%	25.00%	10.90%	24.10%			22.40%
Je le frappe	n	3	8	4	4	4	5			2
	% Classe	5.90%	16.70%	7.40%	7.10%	7.30%	9.30%			4.10%
Je parle avec lui pour régler le problème	n	20	11	16	13	12	14			11
	% Classe	39.20%	22.90%	29.60%	23.20%	21.80%	25.90%			22.40%
Je ne parle plus à cette personne	n	12	16	15	16	23	17			15
	% Classe	23.50%	33.30%	27.80%	28.60%	41.80%	31.50%			30.60%
J'en parle avec un responsable du collège	N	8	3	2	0	3	1			0
	% Classe	15.70%	6.30%	3.70%	0.00%	5.50%	1.90%			0.00%
Total	N	51	48	54	56	55	54			49
	% Classe	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%			100.00%

Source: élaboration propre

**Tableau 9.** Gestion équilibrée du comportement selon le genre

		Genre	
		Garçons	Filles
Je l'insulte	N	24	15
	% Genre	13.00%	8.20%
Je me moque de lui	N	45	25
	% Genre	24.50%	13.70%
Je le frappe	N	25	5
	% Genre	13.60%	2.70%
Je parle avec lui pour régler le problème	N	43	54
	% Genre	23.40%	29.50%
Je ne parle plus à cette personne	N	41	73
	% Genre	22.30%	39.90%
J'en parle avec un responsable du collège	N	6	11
	% Genre	3.30%	6.00%
Total	N	184	183
	% Genre	100.00%	100.00%

Source: élaboration propre

## Analyse et discussion des résultats

Cette section expose l'analyse et discussion des résultats de notre enquête par questionnaire, adressé aux élèves du Collège Notre-Dame de Jamhour, de la 6<sup>ème</sup> à la Terminale. En nous basant sur les « informations personnelles », nous analysons les données, au niveau de chaque partie, d'abord, d'une manière générale, puis en tenant compte de la variable « classe » et, enfin, selon la variable « genre ». Nous ne tiendrons pas compte de la variable « ancienneté » puisque la plupart des élèves (89.10%) ont plus de 6 ans dans l'établissement.

### Autonomie renforcée

La grande majorité des élèves (79.84%) affirment prendre eux-mêmes des décisions après une réflexion et consultent les autres, au besoin.

Le haut degré d'autonomie de la plupart des élèves peut être expliqué par leur recherche d'identité et d'indépendance qui caractérise l'étape de l'adolescence (Braconnier et Marcelli, 1998). En référence à la variable « classe » nous constatons qu'il y a une relation de dépendance entre cette variable classe et l'indicateur « capacité d'autonomie » ( $\text{sig} = 0.025 < \alpha$ ). L'autonomie augmente entre la 6<sup>ème</sup> (68.60%) et la Terminale (89.80%), tout en étant très élevée chez les élèves de 6<sup>ème</sup>. Ces résultats s'expliquent par le fait que le début de l'adolescence ou de la puberté survient de plus en plus tôt (Ibid). Pour la classe de Terminale, la moyenne élevée de l'autonomie pourrait s'expliquer par le niveau culturel et intellectuel poussé des élèves qui développent la capacité d'argumenter et de justifier leurs décisions. Tenant en compte la variable « genre » il n'existe pas de différences importantes entre cette variable et l'indicateur « capacité d'autonomie » ( $\text{sig} = 0.233 > \alpha$ ). La similarité des résultats peut être expliquée parce que dans l'étape de l'adolescence, garçons et filles sont confrontés aux mêmes aspects psychologiques de l'autonomie (le désir de prendre leurs propres décisions, le conflit avec l'autorité et l'achèvement de l'indépendance).

### Estime de soi affirmée

Les élèves expriment avoir une bonne confiance en eux-mêmes (moyenne de 4.74 sur une échelle de 1 à 6). Cette confiance peut être expliquée par l'influence positive des familles et du Collège sur les élèves. Cette acceptation de soi-même est fortement promue dans la vision humaniste de la « *cura personalis* » (soin et souci pour chaque élève), car la « connaissance », l'« amour » et l'« acceptation » réalistes de soi-même sont les bases pour l'équilibre personnel de l'élève (Caractéristiques, §54).

En regardant la variable « classe », les répondants avec la plus haute estime de soi sont les élèves de 6<sup>ème</sup> (moyenne de 5.24), et celle des élèves de Terminale (moyenne de 4.49) est la moins élevée, bien qu'elle soit toujours supérieure à la moyenne « 3 ». La diminution de l'auto estime des élèves de la Terminale peut être causée par la peur du changement à la fin des études et par l'insécurité face à leur avenir, ce qui n'est pas le cas des élèves de 6<sup>ème</sup> qui sont plus jeunes.

Par rapport à le variable « genre », bien que les moyennes entre les deux genres soient très proches (4.86 pour les garçons et 4.61 pour les filles) la différence est significative ( $\text{sig} = 0.017 < \alpha$ ). La divergence du degré

d'auto estime peut être expliquée par l'exigence élevée des filles vis-à-vis de certains paramètres de beauté ou de comportement imposés par la société. Cette attitude est plus présente chez les filles que chez les garçons (Marcos, 2007).

### **Gestion équilibrée à favoriser**

Nous constatons que la manière des élèves de résoudre une difficulté relationnelle est plus axée sur l'option de finir la relation « je ne parle plus à cette personne » (31.06%) ou sur les représailles « je me moque de lui » (19.07%), « je l'insulte » (10.63%), « je le frappe » (8.17%). Seulement une minorité d'élèves (26.43%) chercha à résoudre la difficulté par la voie du dialogue « je parle avec lui pour régler le problème » et peu nombreux sont les élèves (4.63%) qui cherchent la médiation d'une autre personne « j'en parle avec un responsable du collège ». Le Collège gagnerait à favoriser davantage le rôle de l'accompagnement sur la résolution des conflits entre les élèves. Car, pour l'éducation jésuite la formation intégrale de l'apprenant dépende en grande partie « du climat » scolaire (PPI, §40).

En ce qui concerne la variable « classe », nous observons qu'il existe une relation entre cette variable et l'indicateur « gestion équilibrée de son comportement » ( $\text{sig} = 0.010 < \alpha$ ). La grande majorité des élèves entre les classes de 5<sup>ème</sup> (70.80%) et la Terminale (72.20%) optent pour une rupture de relation ou recourent aux représailles pour résoudre un conflit. Ces choix peuvent être expliqués par leur haut degré d'autonomie ou par la pression sociale sur eux qui les incitent à réagir d'une manière similaire en face d'une agression.

Nous observons que très peu d'élèves s'adressent à un responsable du Collège pour les aider à résoudre une difficulté relationnelle. Il y a même des classes, comme la 3<sup>ème</sup> et la Terminale, où aucun élève ne s'adresse à un éducateur pour l'aider en face d'une difficulté pareille. Pour les classes du secondaire, ceci peut être dû à l'autonomie des élèves ou ils essayent de résoudre les difficultés par leurs propres moyens. Cependant, ces résultats sont plus étonnants chez les 6<sup>ème</sup> et 5<sup>ème</sup> où seulement 15.70% et 6.30% respectivement cherchent l'aide d'un adulte pour résoudre un conflit. Concerné par notre recherche sur l'accompagnement, le Collège gagnerait à privilégier davantage la confiance entre les élèves et les éducateurs.

Par rapport à le variable « genre », nous remarquons qu'il existe une relation entre cette variable et l'indicateur « gestion équilibrée de son comportement » ( $\text{sig}=0.000 < \alpha$ ). Les garçons (51,10%) plus que les filles (24.60%) recourent aux représailles pour résoudre un conflit. Nous trouvons que le taux d'agressivité est plus élevé chez les garçons que chez les filles, cela est dû à la corrélation qui existe entre la testostérone et le comportement agressif chez l'être humain (Perez, 2013). Ainsi, il est démontré qu'une corrélation existe entre l'adolescence des garçons et l'agressivité, la raison revient au fait que c'est dans cette période de la vie que les hommes ont le plus de testostérone (Aromaki *et al.*, 1999).

### **Situation de la formation affective des élèves**

Selon les résultats et l'analyse des indicateurs de la formation affective, nous observons que l'accompagnement en vigueur au Collège favorise la « capacité d'autonomie », le « degré d'estime de soi », mais il ne favorise pas suffisamment la « gestion équilibrée du comportement » de l'élève.

Nous observons que l'accompagnement assuré par le Collège favorise l'autonomie de l'élève et, c'est pour quoi, la grande majorité des élèves ont une autonomie assez développée ce qui est fondamental pour une croissance en liberté. L'accompagnement exercé par les éducateurs du Collège aide les élèves « à devenir quelqu'un qui apprend d'une manière autonome à assumer lui-même la responsabilité de sa formation personnelle » (Caractéristiques, §45). De plus, les résultats sur le degré d'autonomie rejoignent ceux de Flemming (2011) où il n'y a pas de différences considérables selon le genre, entre garçons et filles de 12 à 15 ans. Dans son étude, seulement à partir de 16 ans, il existe des divergences significatives entre les deux genres où les garçons font preuve d'une autonomie plus développée que chez les filles qui maintiennent le même degré d'autonomie que celui des années précédentes.

En relation à l'estime de soi, nos résultats révèlent que les élèves ont une très bonne confiance en soi ce qui confirme que l'accompagnement exercé par les éducateurs du Collège favorise le regard positif des élèves sur eux-mêmes. Cela est dû aussi au fait que « l'ensemble des études est centré sur la personne, bien plutôt que sur un programme à assurer » (Caractéristiques, §42). L'accompagnement exercé par les éducateurs du Collège aide l'élève à « développer en lui-même un sens de sa propre valeur » et aussi à devenir une « personne responsable au

sein de la communauté » (Caractéristiques, §43). Nos résultats sur le degré d'estime de soi des élèves contredisent la recherche de Brown K *et al.* (1996) qui affirment qu'il existe une chute de l'estime de soi, au début de l'adolescence et qu'on la regagne avec l'âge. Notre étude révèle, comme celle de Chabrol *et al.* (2004) que la confiance en soi n'a pas une relation forte avec l'âge.

Par rapport à la gestion équilibrée du comportement des élèves, nous constatons que les élèves en général ont des difficultés à résoudre des conflits. La plupart préfèrent la rupture de la relation avec l'agresseur ou les repréailles contre lui. Pourtant, l'autonomie s'est avérée développée chez les élèves mais elle semble à ce niveau mal investie et parfois orientée vers l'agressivité. L'accompagnement des éducateurs est faible à ce niveau, car nos résultats montrent que très peu d'élèves se réfèrent à un éducateur en cas de conflit.

Les résultats montrent que les garçons sont plus agressifs que les filles, ce qui rejoint les études d'Ahmed et Smith (1994) où les garçons ont recours plus que les filles à la violence. Bien que les filles soient aussi agressives, elles utilisent d'autres formes qui sont moins violentes. Notre étude révèle qu'elles préfèrent couper la relation avec l'agresseur.

En face de cette réalité, le P. Kolvenbach affirme que la « force » de l'éducation jésuite vient de « la relation d'amitié » entre éducateurs et élèves (1993, § 140), relation qui pourrait être privilégiée au Collège et qui va permettre d'accompagner mieux les élèves dans la résolution des conflits. Ainsi, l'atmosphère sera telle que tous peuvent « vivre et travailler ensemble dans la compréhension et l'amour » (Caractéristiques, §33).

Pour favoriser la mise en place d'un tel environnement, en conformité avec l'éducation jésuite, Hayes (2006) a identifié l'existence d'une ambiguïté dans le rôle des enseignants qui empêche la réalisation de ce climat scolaire. D'un côté, le curriculum officiel exige de l'enseignant de former les élèves à la capacité intellectuelle et, d'un autre côté, la pédagogie ignatienne demande à l'enseignant d'assurer à l'élève un développement intégral. Cette ambiguïté est probablement vécue aussi par les enseignants du Collège Notre-Dame de Jamhour. Face à cette difficulté, les établissements jésuites pourraient donner les moyens nécessaires pour que les enseignants puissent respecter le curriculum

exigé et veiller à transmettre, en même temps, les valeurs humaines au sein de la classe.

## Conclusion

Pendant les cinq siècles d'histoire éducative de la Compagnie de Jésus jusqu'à aujourd'hui, l'accompagnement a toujours été l'essence de la pédagogie ignatienne. Cet intérêt est connu dans la tradition ignatienne comme « *cura personalis* ». Il est compris comme un savoir être qui se concrétise avec le soin donné à chacun et le souci de chaque personne dans une institution jésuite. Au niveau des établissements scolaires jésuites, cette relation interpersonnelle ne se limite pas seulement à développer chez l'apprenant les capacités intellectuelles (perception, attention, mémorisation, etc.), mais il cherche également à développer toutes ses dimensions humaines pour le rendre capable d'être au service de la communauté, surtout des plus démunis. Dans cette optique, les éducateurs dans un collège jésuite sont engagés dans la croissance personnelle des élèves, s'intéressent à la formation totale de chaque élève et aident chacun à devenir une personne responsable, autonome et au service des autres. Dans cette démarche, l'élève est le centre de l'activité pédagogique de l'institution et les programmes éducatifs sont des moyens pour aider l'apprenant à atteindre les objectifs éducatifs selon son propre rythme et ses propres capacités.

Notre recherche a voulu mesurer si l'accompagnement éducatif d'un collège jésuite vise la formation affective des élèves. Les résultats en général ont montré que l'accompagnement des éducateurs favorise une bonne « capacité d'autonomie » et contribue à un bon « degré d'estime de soi » des élèves dans la formation affective. Cependant, les élèves en général ont du mal à résoudre les conflits en ayant recours au dialogue ou à l'aide d'un responsable, ce qui montre que l'accompagnement des éducateurs gagnerait à travailler l'instauration d'une relation de confiance entre les adultes et les élèves. Dans future recherches, il serait intéressant d'approfondir le thème de l'accompagnement et la formation intégrale des élèves en étudiant d'autres dimensions de l'éducation jésuite. Si la pédagogie ignatienne veut être plus efficace, l'éducation jésuite tirerait profit à stimuler davantage sa vision d'accompagnement par tous les éducateurs du Collège. Car, dans l'histoire éducative jésuite,

l'accompagnement des apprenants n'a jamais été la tâche de personnes désignées à cet effet. Donc, tous les éducateurs et les enseignants sont appelés à assumer la mission d'accompagnateur par sa manière « d'être et de faire » avec les élèves

## Références bibliographiques

- Ahmad, Y., et Smith, P. (1994). Bullying in schools and the issues of sex differences. In John Archer (Ed), *Male violence*. London: Routledge.
- André, C. (2005). L'estime de soi. *Recherche en soins infirmiers*, (3), 26-30.
- Aromäki, A.; Lindman, R. & Eriksson, C. (1999). Testosterone, aggressiveness, and antisocial personality, dans *Aggressive Behavior*, 25 (2), 113-123.
- Bélanger, N., & Farmer, D. (2012). Autonomie de l'élève et construction de situations scolaires. Études de cas à l'école de langue française en Ontario (Canada). *Éducation et sociétés*, (1), 173-191.
- Braconnier, A. & Marcel, D. (1998). *L'adolescence aux mille visages*. Odile Jacob, Paris.
- Brown K., McMahon, R. & Biro, F. (1996). Changes in self-esteem in black and white girls between the ages of 9 and 14 : The NHLBI growth and health study (NGHS). *Journal of adolescent health* V. 18. 2 Fevrier 1996,124-138.
- Bruner, J. (1966/1983). *Le développement de l'enfant savoir faire, savoir dire*. Traduction par Michel Deleau. Presses universitaires de France, Paris.
- Caractéristiques de l'éducation jésuite (1986). Rome : Commission internationale pour l'apostolat de l'éducation jésuite. [http://www.sjweb.info/documents/education/characteristics\\_fr.pdf](http://www.sjweb.info/documents/education/characteristics_fr.pdf) consulté le 23/01/2018.
- Chabrol, H., Carlin, E. & Michaud, A. (2004). Étude de l'échelle d'estime de soi de Rosenberg dans un échantillon de lycéens. *Neuropsychiatrie de l'enfance et de l'adolescence* 52, 533-536.
- Hayes, C. (2006). *Paradoxes, parallels and pedagogy. A case study of Ignatian Pedagogy and of teachers' perceptions of its implementation in Australian Jesuit Schools*. Australian Catholic University. Fitzroy.
- Kolvenbach, P. (1993). *La Pédagogie de la Compagnie de Jésus. Discours aux participants du groupe de travail international sur Pédagogie Ignatienne : Approches concrètes*. Villa Cavalletti, le 29 avril 1993, Rome : ICAJE.

- Lahire, B. (2001). La construction de "l'autonomie" à l'école primaire : entre savoirs et pouvoirs, *Revue française de pédagogie*-134, 151-161.
- Marcos, R. (2007). *La autoestima, nuestra arma secreta*. Espasa-Calpe. Madrid.
- Méot, A. (2003). *Introduction aux statistiques inférentielles: De la logique à la pratique*. De Boeck Supérieur.
- Paul, M. (2007). Ce qu'accompagner veut dire. *Revue francophone internationale Carriérologie* (9) 121-144.
- Paquay, L., Crahay, M., & Ketele, D. (2006). *L'analyse qualitative en éducation: des pratiques de recherche aux critères de qualité*.
- Perez, T. (2013). Por qué los hombres presentan un comportamiento mas agresivo que las mujeres ? Por una antropología evolutiva del comportamiento agresivo. *Revista Critica de Ciencia Sociales*. 37, 120-139.
- Pédagogie Ignatienne, *Approches Concrètes*, PPI (1993). Rome : Commission internationale pour l'apostolat de l'éducation jésuite. [http://sjweb.info/documents/education/pedagogy\\_fr.doc](http://sjweb.info/documents/education/pedagogy_fr.doc) consulté le 23/01/2018.
- Ras, P. (2013). *Estime de soi, confiance en soi, amour de soi*. Jouvence Pratiques.
- Statuts du Collège Notre-Dame de Jamhour (amendés et reformulés le 1er Janvier) <http://www.ndj.edu.lb/old/ndj/statut/statuts100-preamb.htm> consulté le 23/01/2018.
- Vial, M. et Caparros Mencacci, N. (2007). *L'accompagnement professionnel ? Méthode à l'usage des praticiens exerçant une fonction éducative*. Paris, Bruxelles : De Boeck.
- Vygotsky, L. (1934/1997). *Pensée & Langage*. Traduction par Françoise Sève, La Dispute, Paris.



# **Construcción de horarios académicos en instituciones de educación superior teniendo en cuenta condiciones de confort térmico**

*Cesar José Vergara Rodríguez*

Especialista en Logística Integral, vinculado desde el año 2014 como docente tiempo completo en la Facultad de Ciencias Básicas, Ingenierías y Arquitectura de la Corporación Universitaria del Caribe-CECAR.

Correo: cesar.vergara@cecar.edu.co

*Guillermo Carlos Hernández Hernández*

Magister en Software Libre, vinculado desde el año 2007 como docente tiempo completo en la Facultad de Ciencias Básicas, Ingenierías y Arquitectura de la Corporación Universitaria del Caribe-CECAR. Correo:

guillermo.hernandez@cecar.edu.co

*Sergio Luis Arroyo Morales*

Ingeniero Industrial, vinculado hasta el año 2017 al semillero de investigación LORG perteneciente a la Facultad de Ciencias Básicas, Ingenierías y Arquitectura de la Corporación Universitaria del Caribe-CECAR.

Correo: sergio.arroyo@cecar.edu.co

*Julia María Moreno Macea*

Especialista en Gerencia Informática, vinculada desde el año 2017 como docente catedrático en la Facultad de Humanidades y Educación de la Corporación Universitaria del Caribe-CECAR. Correo: julia.more-

no@cecar.edu.co

## Resumen

Las Instituciones de Educación Superior, poseen recursos limitados que requieren de una gestión adecuada. La construcción de horarios en estas instituciones es una tarea compleja en donde se tienen en cuenta una gran número de recursos. Esta construcción debe garantizar que todos los estudiantes tomen sus cursos, y además que se optimice la utilización de los recursos institucionales. En este trabajo se presenta un Modelo de Programación Lineal Entera Mixta (PLEM), que realiza la programación de cursos, aulas y franjas horarias, minimizando los costos de mantener las condiciones de Confort Térmico (CT) en las aulas. Esta herramienta fue utilizada en la construcción de horarios académicos en el programa de Ingeniería Industrial de la Corporación Universitaria del Caribe CECAR en el municipio de Sincelejo. La asignación de horarios académicos que se obtuvo a partir de la utilización de la herramienta reducía en cerca de un 50% los costos del consumo eléctrico realizado por los equipos de ventilación artificial utilizados para brindar confort en las aulas de esta corporación.

**Palabras claves:** horarios académicos, optimización, asignación, confort térmico.

## *Construction of academic timetables in higher education institutions taking into account conditions of thermal comfort*

### Abstract

Higher Education Institutions have limited resources that require adequate management. Building schedules in these institutions is a complex task where a large number of resources are taken into account. This construction should ensure that all students take their courses and that the use of institutional resources is optimized. In this work we present a Linear Mixed Whole Programming Model that carries out the programming of courses, classrooms and time slots, minimizing the costs of maintaining the Thermal Comfort conditions in the classrooms. This tool was used in the construction of academic schedules in the

Industrial Engineering program of the Corporación Universitaria del Caribe CECAR in the municipality of Sincelejo. The allocation of academic timetables obtained from the tool reduced by nearly 50% the costs of electricity consumption by the artificial ventilation equipment used to provide comfort in the classrooms of this corporation.

**Keywords:** academic schedules, optimization, assignment, thermal comfort.

## Introducción

Lograr optimizar la asignación de recursos en las Instituciones Educativas (IES), consiste básicamente en generar horarios para actividades académicas determinadas, con la finalidad de ejecutarlas de la mejor forma y bajo unos requerimientos particulares que posea la institución. Este tipo de problemas se presentan comúnmente en universidades, colegios, facultades, y actividades que utilicen equipos y recurso humano (Saldaña, Oliva, & Pradenas, 2007). Para el caso particular de las IES, un problema común es lograr la asignación óptima de sus espacios físicos. Estas asignaciones normalmente se realizan teniendo en cuenta las disponibilidades de infraestructura, el número de programas que ofrece, las necesidades particulares de las asignaturas, los horarios de los docentes y el número de estudiantes; de tal manera que se garantice el funcionamiento correcto de la institución (Badaracco, Mariño, & Alfonso, 2014). Dentro de la gestión académica de este tipo de institución, la creación de los horarios y la asignación de las aulas, son aspectos de especial importancia ya que impactan directamente el desarrollo y la calidad de las actividades académicas (Hernández, Miranda, & Rey, 2008). A primera vista la gestión de esta asignación aparenta ser un problema de optimización simple de pocos parámetros, pero en realidad demanda el modelado de vínculos complejos entre los parámetros tenidos en cuenta (Cababie, Cancelo, & Lopez, 2010).

Los avances tecnológico han promovido el desarrollo de herramientas software para dar solución a la toma de decisiones en la asignación de recursos en las IES. Dentro de estas herramientas, algunas prestan soporte para asignar aulas de forma manual; estas no utilizan inteligencia alguna, ni optimizan la asignación (Cababie, Cancelo, & Lopez, 2010).

De igual forma, existen herramientas software que utilizan métodos matemáticos y otras que utilizan inteligencia artificial, pero al no existir una única clasificación para los problemas de asignación de recursos en la IES, cada una de estas herramientas está diseñada para solucionar problemas particulares (Saldaña, Oliva, & Pradenas, 2007). Para el caso específico de las IES que se encuentran ubicadas en zonas de clima cálido, una de las variables que se deben tener en cuenta para lograr una óptima asignación de los recursos académicos es el Confort Térmico (CT). Según la norma ISO 7730, el CT se define como la condición de mente en la que se expresa la satisfacción con el ambiente térmico. En esencia el ser humano evalúa un ambiente confortable, si ninguna clase de incomodidad térmica se encuentra en el momento. Comienza a existir incomodidad térmica cuando la temperatura comienza a caer por debajo de 34 °C o cuando esta aumenta sobre los 37°C (Chavez del Valle, 2002).

El confort térmico, confort climático o también llamado sensación térmica, equivale a la temperatura que siente un ser humano cuando se enfrenta a una mezcla de humedad, viento y temperatura de aire. En meteorología, este término expresa simplemente la temperatura que siente una persona. En el transcurrir del año el índice de CT es cambiante, caso contrario ocurre en zonas que se encuentran a una altitud inferior a los 1.000 metros sobre el nivel del mar (msnm) en donde las sensaciones térmicas son calurosas todo el año (Gonzalez, 2010). Un ejemplo de este tipo de zonas es la Región Caribe Colombiana la cual está ubicada en la parte norte del país y la componen 7 departamentos (Magdalena, Atlántico, Sucre, Bolívar, Cesar, Guajira y Atlántico). Uno de los aspectos determinantes de las características climáticas de esta región es la altitud sobre el nivel del mar de su territorio la cual, en la gran mayoría es menor a los 130 msnm (Meisel & Gerson, 2006), lo que permite experimentar a todos sus habitantes sensaciones térmicas calurosas la gran parte del año. En el estudio realizado por Belding & Hatch (1955), se determinó el Índice de Estrés por Calor (IEC), el cual cuantifica el nivel de Tención Térmica que afronta una persona, relacionando la evaporación requerida para alcanzar el Equilibrio Térmico y la evaporación máxima posible en dichas condiciones. En este estudio se demuestra que se produce un nivel de estrés en las personas originado por un calor leve o moderado ( $10 < \text{IEC} < 30$ ), el cual produce una disminución en el rendimiento de trabajos intelectuales.

En consonancia con todo lo anteriormente señalado se puede inferir que el desarrollo de herramientas matemáticas que optimicen la gestión de asignación de las aulas en IES localizadas en regiones del Caribe colombiano considerando variables asociadas al CT, le permitirá a estas instituciones tener una mejor gestión de sus recursos, garantizando las condiciones para ofrecer una educación con altos niveles de calidad y adicionalmente, un mejor uso de sus recursos, entregando una mayor eficiencia en su operación. Debido al grado de complejidad del problema de asignación óptima de salones en el mundo entero, grupos de investigadores han generado diversas metodologías para dar solución a este problema (Franco, Toro, & Gallego, 2008). A continuación, se revisan algunos desarrollos realizados en el área de modelos para solucionar el problema de asignación de aulas.

### **Desarrollo de soluciones para problema de asignación óptima de recursos académicos**

Una característica que diferencia las investigaciones que dan solución al problema de asignación de espacios académicos es el enfoque del desarrollo que se alcanza con él. Según esta particularidad los trabajos los podemos clasificar en dos grupos, los que tienen una base matemática y los que usa métodos algorítmicos (Franco, Toro, & Gallego, 2008). El trabajo realizado por Weng, Asmuni, McCollum & McMullan (2014), está clasificado dentro de las investigaciones que solucionan problemas de asignación de aulas y programación de exámenes utilizando métodos algorítmicos. En este trabajo se utiliza un híbrido entre la metodología INMGD y el algoritmo artificial de colonia de abejas (ABC). Los resultados de esta investigación se comparan con los encontrados en la literatura, demostrando un alto nivel de competitividad.

Asimismo, Badoni, Gupta & Mishra (2015), utilizan un nuevo algoritmo híbrido (CNS), que combina algoritmo genético con la búsqueda local y tiene en cuenta eventos académicos. En este trabajo la asignación de espacios académicos se realiza primero listando eventos como conferencias, tutoriales, laboratorios, seminarios, y paralelamente se crean grupos disjuntos de estudiantes en donde se van escogiendo a cada uno teniendo en cuenta sus necesidades. Los nuevos grupos formados los determinará el límite existente en los eventos tenidos en cuenta. Otro ejemplo de trabajos que utilizan metodologías algorítmicas para dar solución a problemas de asignación de espacios académicos lo

realizaron Badaracco, Mariño & Alfonzo (2014). Ellos utilizaron Sistemas Expertos (SE), los cuales son una técnica dentro de la Inteligencia Artificial (IA), en donde el conocimiento inducido de los sujetos se representa mediante diversos mecanismos como las probabilidades, para dar solución a esta problemática. Por su parte Abdelhalim y El Khayat (2016), realizan un estudio de caso en la Facultad de Comercio de la Universidad de Alejandría en donde aplicaron un nuevo enfoque para la construcción de calendarios académicos utilizando Algoritmos Genéticos y Tecnologías de Captura de Datos, que le permitieron manejar patrones dinámicos en las asistencias, pudiendo así reasignar espacios académicos dependiendo del número de asistentes a cada evento. La solución desarrollada se basa en el uso de tecnología RFID para permitir la visibilidad de la información.

Dentro de los trabajos que utilizan una base matemática para dar solución a problemas de asignación de aulas se encuentra el realizado por Phillips, Waterer, Ehr Gott, y Ryan (2015). En esta investigación se presenta un método de programación entera para resolver el problema de asignación de aulas de clase en una universidad de acuerdo a un horario establecido. Adicionalmente se introduce una nueva formulación del problema que generaliza los modelos existentes y mantiene la flexibilidad incluso cuando el volumen de información es enorme. Asimismo, se encuentra el trabajo realizado por Morales, Martínez & Rodríguez (2003), donde se diseña un modelo matemático de asignación equilibrado, para dar solución al problema de asignación de aulas. Siguiendo esta misma línea de trabajo se encuentra la investigación realizada por Boland, Hughes, Merlot & Stuckey (2008), en donde se diseñó un modelo matemático que se implementaría después de que los estudiantes hayan escogido sus cursos. Este modelo no tiene en cuenta la capacidad de las aulas, pero si una proyección del número de sesiones del curso y el número máximo de estudiantes, para realizar la asignación de las aulas.

Particularmente, en Colombia se han adelantado estudios en el diseño de modelos tanto con bases matemáticas como con bases algorítmicas, para dar solución al problema de asignación de aulas. Un ejemplo es el trabajo realizado por Mejía & Paternina (2010). En este trabajo se diseña un modelo matemático para asignar horarios y aulas en el programa de Ingeniería Industrial en la Universidad de La Guajira. De igual forma encontramos el trabajo realizado por Franco, Toro & Gallego

(2008), en donde se presenta un modelo matemático y adicionalmente una metodología basada en la Búsqueda Tabú, con el objetivo de buscar soluciones que minimicen la función objetivo diseñada para optimizar el proceso de asignación de aulas. Terminada la revisión de algunas investigaciones alineadas con el objetivo de este trabajo, seguidamente se presenta un marco conceptual que enmarca los problemas de asignación de recursos académicos y el CT.

## **Problemas de asignación de recursos académicos**

Los problemas que trabajan la asignación de aulas tienen como función establecer un orden lógico de actividades, comúnmente cátedras o pruebas, en un determinado periodo de tiempo, cumpliendo con un grupo de requerimientos de las IE. Estos requerimientos o restricciones, hacen referencia a la incompatibilidad entre los horarios, tanto de docentes como de estudiantes, incapacidad de las aulas, disponibilidad de docentes, entre otras. Los problemas de asignación de aulas en la literatura, han sufrido una cantidad considerable de variaciones, las cuales se diferencian por el tipo de actividad, institución y sus particularidades. En consonancia con lo anterior expuesto se pueden identificar tres grandes divisiones: La asignación de horarios escolares, la asignación de horarios universitarios y la asignación de horarios de exámenes (Franco, Toro, & Gallego, 2008).

La asignación de horarios escolares, llamado también como Class Teacher Problem, tiene en cuenta el horario asignado para las clases por asignatura en una escuela o colegio. Como entrada, esta metodología requiere información de los docentes, las materias, las aulas y del número de clases que trabaja cada docente por materia. El problema se basa en determinar el número de sesiones por periodo de tiempo, de tal forma que ninguna materia o docente tenga más de una sesión en el mismo periodo (Franco, Toro, & Gallego, 2008). El problema de asignación de horarios universitarios trata de programar un horario, teniendo en cuenta el número de aulas en determinados periodos de tiempo, para sesiones de un grupo de materias. La diferencia entre un horario de escuela y uno para una institución de educación superior, radica en que como son considerados a los estudiantes por el sistema. Mientras que, en el entorno escolar, los estudiantes son considerados como una entidad, ya que existen grupos de estudiantes que toman las mismas clases. Para el caso universitario el régimen debe ser más flexible, ya

que los alumnos toman diferentes materias por lo que genera materias comunes con otros grupos de estudiantes. Otra diferencia radica en el hecho de que los docentes en las escuelas orientan una asignatura, mientras los docentes universitarios orientan hasta 3 asignaturas (Franco, Toro, & Gallego, 2008).

Finalmente, la asignación de horarios de exámenes trata de diseñar el horario de los exámenes, fijando el número de aulas requeridas y el tiempo para la ejecución del examen. El número de exámenes dependerá de la metodología que utilice la institución para evaluar a sus estudiantes. Teniendo en cuenta que el objetivo de este trabajo es el diseño de una herramienta matemática para la asignación de espacios académicos, considerando condiciones de confort térmico a continuación, se analizan los fundamentos de este.

### **Confort térmico**

Las condiciones medioambientales afectan directamente la salud y la energía de los seres humanos. Resulta común experimentar algún tipo de estimulación y vigorosidad en días que cuentan con condiciones atmosféricas favorables, y desaliento al realizar algún esfuerzo físico o mental los días cuyas condiciones atmosféricas nos causen algún tipo de molestia. Asimismo, es bien conocido que en zonas donde prevalece un frío o calor intenso, el esfuerzo biológico de nuestros organismos disminuye la disponibilidad de energía en estos (Olgay, 1998). El medio ambiente físico lo determina la interrelación de números elementos. Se puede intentar definir los componentes del entorno como los son: la luz, el sonido, el clima, el espacio, entre otros. Todos estos afectan directamente al cuerpo humano, el cual puede apropiarlos o compensar sus consecuencias. En el afán de llegar a un equilibrio biológico, el cuerpo humano experimenta diferentes reacciones físicas y psicológicas. El ser humano siempre intenta adaptarse a su entorno realizando en menor gasto energético. Las condiciones en las cuales se alcanza esta meta se conoce como *"Zona de Confort"*. En esta zona la mayor parte de la energía liberada por el cuerpo humano está destinada a la productividad (Olgay, 1998).

La magnitud de la producción de calor humano y el intercambio de calor con el ambiente puede moverse dentro de amplios límites. Los procesos vitales del cuerpo humano se asocian a una transformación

de calor importante. Incluso cuando el cuerpo humano se encuentra en estado de reposo en un entorno térmico favorable, la producción de calor de este se conserva por encima de un nivel mínimo (metabolismo base), calculado este en aproximadamente 73.000 kcal/h para el caso de una persona de una complejidad física común (Olgay, 1998). Se puede evidenciar a través de las diferentes construcciones realizadas por el hombre a través de su historia, que este siempre ha procurado crear un ambiente térmicamente confortable. El ambiente térmico es una de las variables que se tienen en cuenta al evaluar los puestos de trabajo junto con la calidad del aire, la iluminación, el sonido, entre otros. Si las personas perciben un ambiente de trabajo cómodo, esto se verá reflejado notoriamente en su productividad laboral. De esta forma el CT, también tiene efecto en los seres humanos (Chávez del Valle, 2002).

En esencia, el ser humano posee un sistema eficiente de regulación de temperatura, el cual mantiene una temperatura promedio de aproximadamente 37 °C en el centro del cuerpo. Cuando esta temperatura se eleva excesivamente se activan dos procesos. En el inicial existe una vasodilatación, la cual aumenta el flujo de sangre a través de la piel, y en el segundo se activa la producción de sudor, la cual es una técnica refrescante eficaz. Si la temperatura corporal desciende drásticamente, la primera reacción del cuerpo humano es la vasoconstricción, la cual reduce el flujo de sangre a través de la piel, y seguidamente se aumenta la producción de calor corporal a través de la estimulación muscular lo que produce estremecimiento (Chávez del Valle, 2002). El ser humano define como un ambiente confortable, a aquel en el que no existe ningún tipo de molestia térmica. La condición básica para que haya confort es la neutralidad térmica, es decir, que la persona no sienta ni demasiado frío o calor. Básicamente existen dos condiciones para exista CT. La primera radica en el hecho de que la temperatura de la piel y la temperatura del centro del cuerpo proporcione una sensación de neutralidad térmica. Y la segunda es que exista un balance de energía en el cuerpo, es decir, que el calor producido por el metabolismo se debe igualar al perdido por el cuerpo (Chávez del Valle, 2002).

Para caracterizar el clima interior térmico, resulta relevante remarcar que el ser humano no siente la temperatura de la habitación, el siente la pérdida de energía del cuerpo. En consonancia con esto los parámetros que se deben medir son la temperatura del aire, la velocidad del aire, la hu-

medad, y la temperatura media radiante. Particularmente, la temperatura radiante media, se define según Chávez del Valle (2002), como: “si todas las superficies de un entorno estuviesen uniformemente a la misma temperatura, se produciría el mismo equilibrio de calor radiante neto que el entorno considerado con diversas temperaturas superficiales” (p. 29). Realizar la medición de las temperaturas de todas las superficies en una habitación y calcular los factores de los ángulos de medición, resulta ser un trabajo dispendioso y complejo. Debido a esta situación el cálculo de la temperatura radiante media se puede sustituir por la temperatura de globo, la temperatura del aire y la velocidad del aire en un punto.

## **Materiales y métodos**

Este trabajo se enmarca dentro de un enfoque cuantitativo/explicativo. De enfoque cuantitativo ya que el desarrollo de este es secuencial y posee una fase de validación, asimismo cada fase metodológica precede a la siguiente y no se puede violar este orden. Y de enfoque explicativo ya que en este trabajo se estableció los orígenes de los eventos que se trabajan en él (Hernández, Fernández & Baptista, 2010). Resulta relevante anotar en este punto que este trabajo se encuentra dentro de la convocatoria interna para la conformación de un banco de elegibles de proyectos investigación y desarrollo tecnológico promovido por la Corporación Universitaria del Caribe CECAR. Metodológicamente, el proyecto de llevo a cabo en cuatro (4) fases. En la primera fase se realizaron búsquedas en bases de datos como Science Direct, Scopus, Scielo, Redalyc, y demás recursos electrónicos, para determinar el marco conceptual en donde se enmarca el problema de asignación de espacio académico. Asimismo, esta búsqueda permitió determinar que metodologías que son más utilizada en la gestión de los recursos académicos. En la fase siguiente, se caracterizaron las condiciones en las cuales los estudiantes percibían una sensación de CT dentro de las aulas de clase en una IES ubicada en el caribe colombiano. Como caso de estudio se tomó en este trabajo la gestión de asignación de espacios académicos en CECAR. Esta corporación está localizada en el departamento de Sucre, en la troncal de occidente Km 1 vía Corozal – Sincelejo, y cuenta con una planta física que dispone de 63 aulas de clases, las cuales abarcan un área total de 2.987 m<sup>2</sup>. Estas aulas se encuentran organizada por bloques, los cuales se encuentra identificados mediante

la nomenclatura de las letras del abecedario y se encuentran distribuidos en el área del campus (figura 1). Estas áreas cuentan con amplias zonas de esparcimiento, las cuales están dotadas de amplias zonas verdes compuestas por vegetación nativa e introducida acorde con las condiciones climáticas y del suelo propio de la región de Sabanas y de los Montes de María.

Figura 1. Planta física CECAR



Fuente: *Corporación Universitaria del Caribe CECAR*

Para realizar la caracterización de las condiciones que garantizan una sensación de CT en los estudiantes dentro de las aulas de clases en CECAR, inicialmente se elaboró un instrumento de recolección de información el cual se aplicó en cada bloque de aulas utilizando la metodología de Muestreo Aleatorio Simple (MAS), el cual determinaba en que aula se aplicaría el instrumento. Este instrumento registraba las variables de temperatura del aire, velocidad del aire, temperatura de globo, humedad relativa, por cada franja horaria y nivel de funcionamiento predeterminados para los equipos de ventilación artificial. Adicionalmente este instrumento cruzaba estos resultados con la percepción de confort que experimentaban los estudiantes dentro de las aulas bajo cada una de las condiciones evaluadas. Los niveles de funcionamiento de los equi-

pos de ventilación artificial para este estudio se determinaron en 16°C, 23°C y 30°C. La elección de estos niveles respondió a la determinación de tres intervalos iguales que se encontraran dentro de las capacidades de estos equipos. Para seleccionar las variables que se mediarían en las aulas, en este trabajo se tomó lo expuesto por Chávez del Valle (2002), quien manifiesta que las variables que influyen en la pérdida de energía del cuerpo humano dentro un espacio cerrado son la temperatura del aire, la velocidad del aire, la temperatura de globo, y la humedad relativa. Para la medición de estas variables se utilizaron los equipos Microterm Heat Stress WBGT y un Anemómetro Digital (figura 2).

**Figura 2.** Equipos Microterm Heat Stress WBGT y Anemómetro Digital



Fuente: *elaboración propia*

Durante la aplicación del instrumento para la toma de información en las aulas, se variaban los niveles de funcionamiento de los equipos de ventilación artificial y se les preguntaban a los estudiantes si se encontraban a gusto para realizar actividades académicas, y se registraban las variables de interés discriminando, cuando se encontraban bajo condiciones de CT. De allí se procedió a calcular el consumo eléctrico de cada uno de estos equipos para mantener las condiciones de confort para los estudiantes, en cada bloque y franja horaria. Seguidamente se determinó el consumo promedio de los equipos de ventilación artificial que se utilizan en CECAR. Estos consumos promedios se determinaron en tres niveles diferentes. El primero corresponde al consumo promedio de estos equipos necesario para mantener una temperatura de 16 °C

en las aulas, el segundo para mantener una temperatura de 23 °C, y el tercero para mantener una temperatura de 30°C. Con esta información se procedió a construir un parámetro ( $CCT_{(h,s)}$ ) que determinaría el costo de mantener el CT, en cada aula de CECAR, y franja horaria, el cual se utilizó como criterio de decisión en el modelo matemático diseñado en este trabajo.

En la tercera fase se construyó un modelo matemático que asignó aulas y docentes a diferentes franjas horarias de forma tal que se cumpliera con la programación académica del programa de Ingeniería Industrial de la CECAR. Este es un modelo de Programación Lineal Entera Mixta (PLEM), que tienen como criterio de decisión la minimización de los costos de asignación de espacios académicos representados en el consumo eléctrico necesario para mantener las condiciones de CT en las aulas. En la fase final se validó el modelo matemático diseñado a través de su implementación en la asignación de horarios académicos en el programa de Ingeniería Industrial de CECAR en el segundo periodo de 2017. De esta implementación, la oficina de la Coordinación Académica del programa de Ingeniería Industrial de CECAR tomó recomendaciones para realizar la planificación de recursos académicos en esta institución. Inicialmente se tomó la información de la proyección de cursos que se tendría este programa académico, en sus 10 semestre de estudio, y se procedió a alimentar el modelo con esta información y con cada particularidad de él, como que docentes orientaba cada asignatura, entre otras.

## Resultados y discusión

Como primer resultado de este trabajo, se encuentra la caracterización realizada a las condiciones en las cuales los estudiantes de CECAR experimentan una sensación de Confort Térmico en las aulas de clase. En esta caracterización se encontró que particularmente en el bloque A de esta corporación, durante el día en promedio estas condiciones se alcanzaron con una temperatura del aire de 25.5°C, una velocidad del aire de 0.0066 cm/s, una temperatura de Globo de 25.7°C y un porcentaje de humedad cercano al 70%. En ninguna franja horaria y bloques de aulas, los estudiantes manifestaron estar cómodos cuando los equipos de ventilación artificial se encontraban apagados. Asimismo, los

estudiantes manifestaron no sentirse satisfechos para realizar labores académicas durante el día cuando en promedio se registraba una temperatura del aire en las aulas del bloque A mayor a 27°C, una velocidad del aire menor a 0.004 cm/s, una temperatura de globo mayor a 27.2°C y un porcentaje de humedad superior a 81%. A continuación, aparecen los resultados encontrados referentes a las condiciones promedios en donde los estudiantes manifestaron, a lo largo del día en cada bloque de aulas de CECAR, experimentar una sensación de Confort Térmico (Tabla 1).

El resultado final presentado en este trabajo, corresponde al diseño de una herramienta matemática para la asignación de espacios académicos, la cual utiliza como criterio de asignación la minimización de los costos de mantener las condiciones de CT dentro de las aulas, y su validación a través del caso de estudio evaluado en CECAR. Con la información de la caracterización de las condiciones bajo las cuales los estudiantes se encuentran bajo condiciones de CT recolectada, se procedió a construir un parámetro ( $CCT_{(h,s)}$ ) en donde se cuantifica el costo mínimo de mantener estas condiciones para cada aula y franja horaria en CECAR. Este costo se construyó teniendo en cuenta el consumo de los equipos de ventilación artificiales en cada nivel establecido (30°C, 23°C y 16°C). Este consumo fue calculado mediante un contador digital adherido al sistema del equipo de ventilación. Para calcular este costo se tuvieron en cuenta 3 niveles de consumo, asociados a 3 niveles de temperatura del equipo.

Los resultados de los consumos de energía eléctrica y los respectivos costos para cada nivel de funcionamiento evaluado a los equipos de ventilación artificial en CECAR, se encuentran en la tabla número 2.

Tabla 1. Condiciones promedio donde el estudiante experimenta o no, CT en las aulas

Bloque de aulas	Condiciones promedio donde el estudiante experimenta confort termico en la aulas				Condiciones promedio donde el estudiante no experimenta confort termico en la aulas			
	Temperatura del aire [°c]	Velocidad del aire [cm/s]	Temperatura de globo [°c]	Humedad [%]	Temperatura del aire [°c]	Velocidad del aire [cm/s]	Temperatura de globo [°c]	Humedad [%]
A	25.5357	0.0066	25.7214	70.0%	27.0389	0.0037	27.2389	80.7%
B	26.8133	0.0076	27.1733	73.3%	28.1294	0.0021	28.6235	78.7%
C	27.5643	26.9769	0.0044	74.4%	28.5722	28.0722	0.0010	80.1%
D	24.7235	0.0093	25.6235	68.6%	27.3067	0.0043	27.9067	76.5%
E	27.9467	0.0050	28.7667	78.8%	29.3176	0.0023	30.1059	84.1%
F	26.6471	0.0190	27.1706	78.1%	27.7800	0.0107	28.2933	84.4%

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 2.** Cálculo del costo y el consumo generado por los equipos de ventilación artificial

Temperatura digital variada	Consumo [kWh]	Costo kWh [€]	Costo total [€] (dos equipos)
30°C	0.06	356.263	42.75
23°C	1.14	356.263	812.28
16°C	1.95	356.263	1389.43

Fuente: *elaboración propia*

A continuación, se presenta el Modelo de Programación Lineal Entera Mixta diseñado para la asignación de espacios académicos en IES, el cual utiliza como criterio de decisión la minimización de los costos de asignación generados por los equipos de ventilación artificial para mantener las condiciones de CT en las aulas. Este modelo se formuló a partir de la investigación de Sarmiento, Torres, Quintero & Montoya (2012).

## Índices

*Franjas Horarias*  $H = \{F_1, F_2, \dots, F_{80}\}$

*Cursos*  $A = \{M_1, M_2, \dots, M_{95}\}$

*Aulas*  $S = \{C_1, C_2, \dots, C_7\}$

*Docentes*  $D = \{P_1, P_2, \dots, P_{13}\}$

*Semestres*  $E = \{K_1, K_2, \dots, K_{10}\}$

*Días Hábiles*  $L = \{D_1, D_2, \dots, D_5\}$

Conjuntos

$V(a, s)$  = Asociación del curso  $A$  y el aula  $S$

$W(a, e)$  = Asociación del curso  $A$  y el semestre  $E$

$Y(a, d) =$  Asociación del curso  $A$  y el docente  $D$

$B(h, l) =$  Asociación de franja horaria  $H$  y el día hábil  $L$

$R(h, a) =$  Asociación del curso  $A$  y la franja horaria  $H$

$Q(h, d) =$  Asociación de docente  $D$  y la franja horaria  $H$

**Parámetros**

$U(s) =$  Capacidad de las aulas en términos de alumnos

$\forall c \in \{1, \dots, S\}$

$O(a) =$  Proyección de estudiantes en los cursos  $\forall m \in \{1, \dots, A\}$

$J(a) =$  Número de franjas horarias por curso  $\forall m \in \{1, \dots, A\}$

$N(a) =$  Parámetro. 1 si la asignatura  $a$  se puede dictar en bloque de 3 horas, 0 en caso contrario  $\forall m \in \{1, \dots, A\}$

$CCT(h, s) =$  Matriz de costo de consumo de energía por mantener las condiciones Confort Térmico de las aulas en cada franja horaria.  $\forall c \in \{1, \dots, S\}$  ,y  $\forall f \in \{1, \dots, H\}$ .

**Variable de decisión**

$X_{(h,a,s)} = \left\{ \begin{array}{l} 1 \text{ Si el aula } S \text{ es asignada al curso } A \text{ en la franja horaria } H; \\ 0, \text{ en caso contrario} \end{array} \right\}$

**Función objetivo**

La función objetivo de este modelo (2), busca asignar a cada curso un aula y una franja horaria, garantizando el menor costo de mantener las condiciones de CT en las aulas.

$$Min \sum_h \sum_a \sum_s (CCT_{(h,s)} \times X_{(h,a,s)}) \quad (2)$$

### Sujeto a

El grupo de restricciones (3) garantiza que cada aula en una franja horaria solo se puede asignar máximo una vez.

$$\sum_A X_{(h,a,s)} \leq 1 \quad \forall H y \forall S \quad (3)$$

El grupo de restricciones (4) garantiza que un curso se asigne a lo sumo una vez en una misma franja de horario.

$$\sum_{S \in V} X_{(h,a,s)} \leq 1 \quad \forall H y \forall A \in R \quad (4)$$

El grupo de restricciones (5) garantiza que los cursos cumplan con la intensidad horaria de ellos.

$$\sum_{H \in R} \sum_{S \in V \in R} X_{(h,a,s)} = J_{(a)} \quad \forall A \quad (5)$$

El grupo de restricciones (6) garantiza que el número de estudiantes que asistan a un curso no exceda la capacidad del salón.

$$X_{(h,a,s)} \times O_{(a)} \leq U_{(s)} \quad \forall H y \forall A \in R, \forall S \quad (6)$$

El grupo de restricciones (7) garantiza los cursos que le corresponden a un mismo docente, nos sean programadas en las mismas franjas horarias.

$$\sum_{A \in Y} \sum_{S \in V} X_{(h,a,s)} \leq 1 \quad \forall D y \forall H \in Q \quad (7)$$

El grupo de restricciones (8) garantiza que, si los cursos son de un mismo semestre, estos no se deben ser programados en las mismas franjas horarias.

$$\sum_{A \in W} \sum_{S \in V} X_{(h,a,s)} \leq 1 \quad \forall E, \forall H \quad (8)$$

Los grupos de restricciones (9) y (10) garantizan que, si un curso se trabaja el mismo día, a lo sumo se hace en 3 franjas horarias, estas deben ser consecutivas. En el modelo existe doce restricciones iguales a la numero (10) que garantizan el cumplimiento de esta condición.

$$\sum_{H \in B} \sum_{S \in V} X_{(h,a,s)} \leq 3 \quad \forall L y \forall A \in N \quad (9)$$

$$\sum_S X_{(h,a,s)} + X_{(h+3,a,s)} \leq 1 \quad \forall H, \forall L Y \forall A \in B, R Y N \quad (10)$$

Luego de la construcción de la herramienta matemática para la asignación de espacios académicos, se tomó como caso de estudio para la validación de esta herramienta, la programación de horarios en el Programa de Ingeniería Industrial de CECAR en el periodo 2017-02, el cual contaba con una proyección de noventa y cinco cursos en los diez semestres académicos de este programa académico. Para el desarrollo de estos cursos el programa contaba con trece docentes tiempos completos y siete aulas disponibles cinco días a la semana distribuidos estos en ochenta franjas horarias. Cada una de estas franjas horarias equivale a sesenta minutos.

Los resultados que se encontraron tras la utilización del modelo en la gestión de espacios académicos en el programa de Ingeniería Industrial de CECAR fue una planificación de horarios que arrojo un costo mensual de consumo eléctrico, por parte de los equipos de ventilación artificial, de COP \$ 725. 920. Este costo representa cerca del 45,8% del dinero que paga CECAR por el consumo eléctrico en las aulas asignadas al programa de Ingeniería Industrial, cuando se asignan horarios académicos en franjas horarias donde los requerimientos energéticos para mantener las condiciones de CT son mayores.

## Conclusiones

Luego de finalizar este trabajo, resulta evidente la relación que existe entre el nivel de desempeño que se alcanza en actividades que exigen un alto grado de concentración, y la sensación de confort que pueda experimentar el cuerpo humano durante el desarrollo de estas. Si el ambiente físico no le ofrece las condiciones a la persona en las cuales se tenga que emplear el mínimo de energía para alcanzar el equilibrio térmico, la productividad que se alcanza en tareas que requieren un alto grado de concentración disminuirá.

Particularmente, en zonas en donde predominan las altas temperaturas durante el año, mantener en un recinto las condiciones de confort en las

personas, demanda un alto consumo de energía, el cual es realizado por equipos de ventilación artificial. Tal es el caso de las IES que se encuentran ubicadas en la Región Caribe Colombiana. En este tipo de instituciones, mantener unas condiciones ambientales dentro de sus instalaciones en donde la comunidad académica experimente confort, garantiza un alto nivel de concentración en las actividades académico/administrativas.

Los resultados encontrados en este trabajo dan cuenta de la relevancia que tiene incluir dentro de la gestión de los espacios académicos, herramientas que respeten las particularidades naturales de esta gestión, y asignen espacios a través de criterios que optimicen el uso de estos recursos. La herramienta que se describe en este trabajo, toma las condiciones mínimas, donde los estudiantes del programa de Ingeniería Industrial de CECAR experimentan una sensación de CT a lo largo del día, y realiza una asignación de horarios de cursos garantizando el menor consumo eléctrico. Como resultado principal de este trabajo, el consumo alcanzado con la utilización de la herramienta representa cerca del 45,8% de consumo que tienen esta institución al realizar esta asignación normalmente.

## Referencias bibliográficas

- Abdelhalim, E., & El Khayat, G. (2016). An information visibility-based university timetabling for efficient use of learning spaces (IVUT). *Egyptian Informatics Journal*, 315-325. Recuperado el 28 de 07 de 2018, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1110866516300135>
- Acha, C. (2005). *Universidad Politécnica de Madrid*. Recuperado el 11 de Diciembre de 2015, de Universidad Politécnica de Madrid: <http://oa.upm.es/81/1/03200510a.pdf>
- Badaracco, N., Mariño, S., & Alfonso, P. (2014). Modelización de la asignación de aulas con técnicas simbólicas de la IA como ayuda a la toma de decisiones. *Revista Electronica de Estudios Telemáticos*.
- Badoni, R., Gupta, D., & Mishra, P. (2015). A new hybrid algorithm for university course timetabling problem using events based on groupings of students. *Computers & Industrial Engineering*, 12-25.
- Belding, H., & Hatch, T. (1955). Index for evaluating heat stress in terms of resulting physiological strains. *Heating Piping and Air Conditioning*, 129-136.

- Boland, N., Hughes, B., Merlot, L., & Stuckey, P. (2008). New integer linear programming. *Computers and Operations*, 2209–2233.
- Cababie, P., Cancelo, F., & López, D. (2010). *Universidad de Palermo*. Recuperado el 12 de Noviembre de 2015, de Universidad De Palermo: [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/20508/Documento\\_completo.pdf?sequence=1](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/20508/Documento_completo.pdf?sequence=1)
- Chávez del Valle, F. (2002). Tesis Doctoral. *Tesis Doctoral: Zona Variable de Confort Termico*. Barcelona. Recuperado el 28 de 07 de 2018, de <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6104/07CAPITULO2.pdf?sequence=7>
- Franco, J., Toro, E., & Gallego, R. (2008). Problema de asignación óptima de salones resuelto con Búsqueda Tabú. *Ingeniería & Desarrollo. Universidad del Norte.*, 159-185.
- Gonzalez, P. (2010). *Universidad Politecnica de Catalunya*. Obtenido de Universidad Politecnica de Catalunya: [file:///H:/Proyecto%20Convocaria%20Interna%20\(12-11-2015\)/Art/Art%2012.pdf](file:///H:/Proyecto%20Convocaria%20Interna%20(12-11-2015)/Art/Art%2012.pdf)
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M. (2010). *Metodología de la investigación*. México: McGraw-Hill Companies, Inc.
- Hernandez, R., Miranda, J., & Rey, P. (2008). Programación de horarios de clases y asignación de salas para la Facultad de Ingeniería de la Universidad Diego Portales mediante un enfoque de programación entera. *Revista Ingeniería de Sistemas*, 121-141.
- Karanik, M., & Pérez, J. (2007). *Universidad Nacional de la Plata*. Recuperado el 12 de Noviembre de 2015, de Universidad Nacional de la Plata: [file:///F:/Proyecto%20Convocaria%20Interna%20\(12-11-2015\)/Art/Art%204.pdf](file:///F:/Proyecto%20Convocaria%20Interna%20(12-11-2015)/Art/Art%204.pdf)
- Meisel, A., & Gerson, P. (Junio de 2006). *Banco de la República*. Recuperado el 11 de Diciembre de 2015, de Banco de la Republica: [http://www.banrep.gov.co/docum/Lectura\\_finanzas/pdf/DTSER-73.pdf](http://www.banrep.gov.co/docum/Lectura_finanzas/pdf/DTSER-73.pdf)
- Mejía, J., & Paternina, C. (2010). Asignación de Horarios de Clases Universitarias Mediante Algoritmos Evolutivos. *Revista de Educacion en Ingeniería*, 140-149.
- Méndez, I., Zabala, P., & Miranda, J. (2016). An ILP based heuristic for a generalization of the post-enrollment course timetabling problem. *Computers and Operation Research*, 195-207. Recuperado el 28 de 07 de 2018, de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305054816301502>

- Morales, D., Martínez, C., & Rodríguez, S. (2003). *Universidad Nacional de la Plata*. Obtenido de Universidad Nacional de la Plata: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/22782>
- Olgay, V. (1998). *Arquitectura y clima*. Barcelona: Editorial Gustavo Gili S.A.
- Phillips, A., Waterer, H., Ehrgott, M., & Ryan, D. (2015). Integer programming method for large -scale practical classroom assignment problems. *Computers & Operations Research*, 42-53.
- Saldaña, A., Oliva, C., & Pradenas, L. (2007). Modelos de programación entera para un problema de programación de horarios para universidades. *Ingeniare. Revista chilena de ingeniería*, 245-259.
- Sarmiento, A., Torres, C., Quintero, C., & Montoya, J. (2012). Programación y asignación de horarios de clases universitarias: Programación y asignación de horarios de clases universitarias. *10 th Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology*.
- Soria, J., Ochoa, G., Sotelo, M., Carpio, M., & Puga, H. (2016). Iterated VND Versus Hyper-heuristics: Effective and General Approaches to Course Timetabling. *Nature-Inspired Design of Hybrid Intelligent Systems*, 687-700. Recuperado el 28 de 07 de 2018, de [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-47054-2\\_45](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-47054-2_45)
- Weng, C., Asmuni, H., McCollum, B., & McMullan, P. (2014). A new hybrid imperialist swarm-based optimization algorithm for university timetabling problems. *Information Sciences*, 1-21.



# **Modelo de localización de múltiples almacenes en la cadena de suministro agroalimentaria de la yuca en el Departamento de Sucre**

***Gean Pablo Mendoza Ortega***

Ingeniero Agroindustrial de la Universidad de Sucre, Magister en Logística Integral, vinculado desde el año 2016 como docente tiempo completo en la Facultad de Ciencias Básicas, Ingenierías y Arquitectura de la Corporación Universitaria del Caribe-CECAR.  
Correo: [gean.mendoza@cecar.edu.co](mailto:gean.mendoza@cecar.edu.co)

***Rodrigo Salgado Ordosgoitia***

Químico de la Universidad de Córdoba (Montería-Colombia), Doctorado en Química en de la Pontificia Universidad Católica de Chile (Santiago de Chile-Chile), estudiante de Maestría en Ingeniería Industrial en la Universidad Internacional Iberoamericana-unini (México) y un Máster en Organización de Empresas y Proyectos Industriales en Universidad Europea Del Atlántico (España). Vinculado como docente investigador de la Corporación Universitaria del Caribe-CECAR y Decano de la Facultad de la Facultad de Ciencias Básicas, Ingeniería y Arquitectura.  
Correo: [rodrigo.salgado@cecar.edu.co](mailto:rodrigo.salgado@cecar.edu.co)

***César José Vergara Rodríguez***

Especialista en Logística Integral, vinculado desde el año 2014 como docente tiempo completo en la Facultad de Ciencias Básicas, Ingenierías y Arquitectura de la Corporación Universitaria del Caribe-CECAR.  
Correo: [cesar.vergara@cecar.edu.co](mailto:cesar.vergara@cecar.edu.co)

***Jhonatan Andrés Rodríguez Manrique***

Ingeniero Agroindustrial de la Universidad de Sucre, Especialista en Gerencia Empresarial de la Universidad de Córdoba, Magister en Ciencias Agroalimentarias de la Universidad de Córdoba, Estudiante del Doctorado en Proyectos de la Universidad Americana de Europa. Docente investigador del grupo Simulación de Procesos Industriales. Corporación Universitaria del Caribe-CECAR, Sincelejo-Colombia.  
 jhonatan.rodriguez@cecar.edu.co

**Resumen**

El interés de estudio de las cadenas de suministro agroalimentaria, ha surgido en los últimos años gracias a varios factores exigidos por el mismo consumidor, como son la contaminación de productos frescos, exigencias en cuanto la información sobre las prácticas de cultivo, comercialización y distribución utilizadas para llevar dichos productos a los anaqueles del supermercado. Dentro de la planificación de estas cadenas que se ven relacionadas decisiones en cuanto a determinar el número de instalaciones, establecer la localización de las instalaciones y sus capacidades. El objetivo de esta investigación fue planificación de la distribución de múltiples productos agroalimentarios, teniendo en cuenta la ubicación y capacidades de los productores de estos productos, ubicación potencial de los almacenes que sirvan como soporte estratégico a las operaciones logísticas. En primer lugar, se presenta la descripción de la Cadena de Suministro en estudio (productores, asociaciones, entre otros). Seguido, se puede encontrar el modelo de programación entera mixta (MIP), para la localización de almacenes no capacitados (UFLP, de sus siglas en inglés), cuyo objetivo es la minimización de los costos operación de distribución en la cadena de suministro agroalimentaria de la yuca en el departamento de Sucre. La solución obtenida sugiere la apertura de 3 almacenes, con un costo total de distribución igual a \$ 36.068.981.374 COP. Todos estos resultados se obtuvieron con ayuda del Solver CEPLEX integrado en GAMS, en tiempo computacionales razonables.

**Palabras clave:** localización, optimización, incertidumbre, agroalimentario.

## *Model for locating multiple warehouses in the cassava agro-food supply chain in Sucre Department*

### **Abstract**

The interest in the study of agrifood supply chains has arisen in recent years thanks to several factors demanded by the same consumer, such as the contamination of fresh products, requirements in terms of information on cultivation, marketing and distribution practices used to bring these products to the shelves of the supermarket. Within the planning of these chains, decisions are made to determine the number of installations and to establish the location of the installations and their capacities. The objective of this research was to plan the distribution of multiple agro-food products, taking into account the location and capacities of the producers of these products, potential location of the warehouses that serve as strategic support to the logistics operations. First, the description of the Supply Chain under study (producers, associations, among others) is presented. Next, there is the mixed integer programming (MIP) model for the location of untrained warehouses (UFLP), whose objective is to minimize the costs of distribution operation in the cassava agro-food supply chain in the department of Sucre. The solution obtained suggests the opening of 3 warehouses, with a total distribution cost equal to \$ 36,068,981,374 COP. All these results were obtained with the help of the CEPLEX Solver integrated in GAMS, in reasonable computational time.

**Keywords:** localization, optimization, agri-food, uncertainty

### **Introducción**

Las Cadenas de Suministro Agroalimentarias (ASC, de sus siglas en inglés), se definen como una red de actores heterogéneos que trabajan juntos en diferentes procesos y actividades para abastecer productos y servicios al mercado y satisfacer las demandas de los consumidores; dichos actores en una ASC, incluyen varias organizaciones de productores, distribuidores, procesadores y consumidores (Plà *et al.*, 2014; Rong

*et al.*, 2011). Por su parte Aramyan *et al.* (2006), definen que el término cadenas de suministro agroalimentarias, se ha acuñado para describir las actividades, involucradas desde la producción hasta la distribución, que aportan productos agrícolas u hortícolas.

El interés en el estudio de las ASC, ha crecido en los últimos años debido varios factores, como referencia puede listarse la contaminación de productos frescos, las actitudes cambiantes de un consumidor más consciente de la salud y mejor informado que quiere tener información precisa sobre las prácticas de cultivo, comercialización y distribución utilizadas para llevar los productos agrícolas a las estanterías del supermercado (Ahumada & Villalobos, 2009; Van Der Vorst, 2006). Por su parte, (Ahumada & Villalobos, 2009), en el entorno de las ASC, han identificado cuatro áreas funcionales fundamentales, como lo son: producción, cosecha, almacenamiento y distribución; en cuanto a las decisiones tomadas en la producción incluyen las relacionadas con los cultivos, cómo la tierra que se asignará a cada cultivo, el calendario de siembra y la determinación de los recursos necesarios por cultivar las cosechas. En este sentido, las decisiones durante la cosecha incluyen el momento de la recolección los cultivos en el campo y la determinación del nivel de los recursos necesarios para llevar a cabo esta actividad, además de la programación del equipo, mano de obra y equipo de transporte.

La tercera función que estos mencionan hace referencia al almacenamiento, que incluye el control de inventario de los productos agroalimentarios; el cual a su vez involucra decisiones sobre el tiempo apropiado para el almacenamiento de los productos., si antes, después o durante su distribución. Por último, la función de distribución implica desplazar el producto a lo largo de la cadena de suministro para entregarlo a los consumidores, las cuales, a su vez, implican seleccionar el modo de transporte, las rutas a utilizar y el programa de envío para entregar el producto.

Resulta necesario resaltar, que dentro de la planificación de las actividades de distribución en una cadena de suministro, se ven relacionadas decisiones orientadas determinar el número de instalaciones, establecer la localización de las instalaciones y sus capacidades, localizar productos en dichas instalaciones y determinar el flujo de productos entre instalaciones (Simchi-Levi, Wu, & Shen, 2004). Los problemas de

ubicación en la agricultura presentan varias características, como su gran alcance y tamaño, o la consideración de objetivos múltiples y a menudo contradictorios y, por lo tanto, demuestran mayores niveles de complejidad y realismo (Lucas & Chhajed, 2004).

## Problemas de localización

Los problemas de localización pueden tomar una gran variedad de formas, que depende de la particularidad de los casos, el objetivo y restricciones, que buscan minimizar, abarcar o maximizar problemas. De estos, se pueden desplegar numerosos problemas que pueden verse como la combinación o versiones modificadas de dichos problemas (Eiselt & Marianov, 2011). Este tipo de problemas involucran variables que pueden tomar valores discretos, ya sean entero o binarios (0,1). Por tal razón, este problema de optimización puede considerarse un problema de programación de entero mixto (MIP, por sus siglas en inglés) (Rao, 2009). De igual forma, los modelos pueden dividirse en modelos que se basan en distancias máximas y modelos basados en distancia total o promedio (Araneda Martínez & Moraga Suazo, 2005). Eiselt & Sandblom (2013), describen una serie de problemas llamados Center problem, en los que se resaltan "1 – Center problema" y "p – center problema", y en específico de estos se remiten al tipo de problema "p – node center". La formulación de este problema, utiliza dos tipos de variables: las variables de localización usuales  $y_j$  que toman un valor de 1, si una instalación está situada en el nodo  $n_i$ , y 0 en caso contrario, y variables de localización  $x_{ij}$  que denotan la demanda total del cliente en el nodo  $n_i$  satisfecha por una instalación en el nodo  $n_j$ . Donde  $J \subseteq N$  denota el conjunto de nodos en los que podría localizarse una instalación.

Por su parte Eiselt & Marianov (2011), de manera explícita describen el p-Median problem, como uno de los problemas relevante dentro del tema propuesto inicialmente por Hakimi (1965). En este caso, lo que se busca es encontrar la ubicación de las  $p$  facilidades de tal manera que se minimice las distancias ponderadas entre las facilidades – demanda. Eiselt & Marianov (2011), siguen diciendo que el problema de la  $p$ - mediana supone que el tomador de decisiones sabe cuántas instalaciones se van a ubicar y que el costo de localizar las instalaciones es el mismo, sin importar dónde sean localizados. El problema de asignación debe resolverse junto con el problema de localización, es decir, no sólo se

necesita encontrar la ubicación de las instalaciones  $p$ , sino también, para cada demanda, la instalación a la que se le asigna esta demanda, sea  $X_p$  un conjunto de  $p$  puntos  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_p$ .

En este orden, cuando los costos de apertura de los almacenes no se comportan como en el  $p$ - mediana, la función objetivo se puede ampliar con un término que incluye los costos fijos de localización de instalaciones; dando como resultado, que el número de instalaciones al ser abierta empieza a ser una decisión endógena. Lo que se conoce en la literatura como problema no capacitado de localización de instalaciones.

Problema no capacitado de localización de instalaciones (Uncapacitated Facility Location Problem, UFLP)

El problema simple de ubicación de planta (Simple Plant Location Problem, SPLP), a veces también conocido como el problema no capacitado de localización de instalaciones (UFLP), es similar al problema  $p$  - median, a diferencia que el número de instalaciones a ser localizadas es endógeno al problema (ReVelle & Eiselt, 2005). Además considerado como un problema NP - Hard y ampliamente aplicable en problemas de optimización (Dearing, 1985; Krarup & Pruzan, 1983).

Gendron, Khuong & Semet (2017), afirman que, el UFLP consiste en seleccionar un conjunto de depósitos desde ubicaciones potenciales para minimizar una función objetivo que incluya los costos fijos asociados a cada depósito y los costos de transporte desde cualquier depósito a cada cliente. Según la formulación para el UFLP planteada por Dearing (1985), permite que las ubicaciones de las plantas o instalaciones sea expresada por  $i = 1, \dots, p$  y las ubicaciones de las demandas de los clientes por  $j = 1, \dots, d$ . Si la instalación es ubicada en  $i$ , la variable  $y_i = 1$  y se incurre en un costo fijo  $f_i$ . De lo contrario  $y_i = 0$ . La variable  $x_{ij}$  representa la cantidad de la demanda del cliente  $j$ , enviada desde la instalación  $i$ . Los costos de transporte desde  $i$  hasta  $j$  está representado por  $C_{ij}$  (se asume  $C_{ij} > 0$ ). Entonces el UFLP, se describe mediante el uso de la ecuación (1).

$$\min \sum_{i=1}^p \sum_{j=1}^d C_{ij} x_{ij} + \sum_{i=1}^p f_i y_i \quad (1)$$

Sujeto a.

$$\sum_{i=1}^p x_{ij} = 1, \quad j = 1, \dots, d, \quad (1a)$$

$$0 \leq x_{ij} \leq y_i, \quad i = 1, \dots, p, j = 1, \dots, d \quad (1b)$$

$$y_i = 0, 1, \quad i = 1, \dots, p. \quad (1c)$$

Gendron, Khuong & Semet (2017), estudian y comparan varias formulaciones del problema de localización de instalaciones sin capacidad de dos niveles con restricciones de asignación únicas (TUFLP – S). Afirman, que lo resultados obtenidos apuntan hacia el desarrollo de prioridades de ramificación más generales que se adaptan a la importancia relativa de los costos fijos, tanto para el TUFLP-S, como también para problemas más generales de localización de instalaciones multinivel, además cuando los costos fijos en las instalaciones intermedias (para este caso satélites) son significativos, los problemas parecen difíciles de resolver. Referente al tema de cadenas de suministro agroalimentaria Gigler, Hendrix, Heesen, Van den Hazelkamp y Meerdink (2002) utilizaron un enfoque de programación dinámica para coordinar el manejo, procesamiento y distribución de productos agrícolas considerando explícitamente los cambios en la apariencia y cantidad resultantes de la perecibilidad de los productos.

Gholamian & Taghazadeh (2017), proponen el diseño de la cadena de suministro integrada de productos de trigo que incluye decisiones a largo plazo de selección de proveedores y localización de nuevos silos y decisiones a medio plazo de asignación y distribución del trigo y sus productos, minimizando los costos totales del sistema, incluyendo los costos fijos de selección de proveedores y localización de almacenes, costos variables de compra, transporte, tenencia y producción mediante la búsqueda de los proveedores adecuados, determinando el flujo óptimo

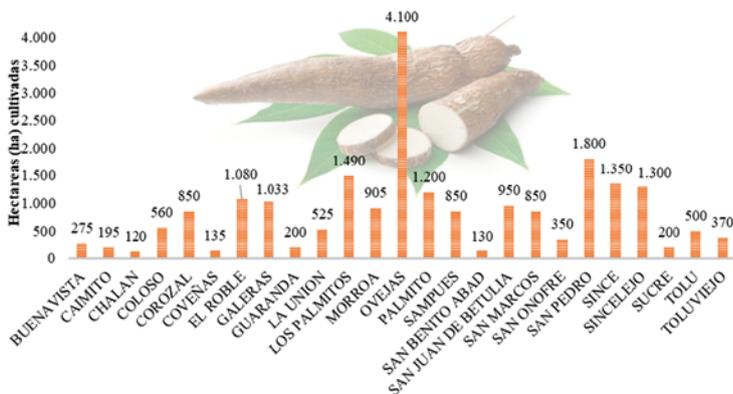
entre los niveles de la oferta cadena y asignación óptima de demandas. En Colombia, Orjuela, Sanabria y Peralta (2017), propusieron un modelo multi – producto y multi – escalón de programación lineal mixta para la localización de centros de recolección en zonas rurales y empresas procesadoras en zonas urbanas, con el fin de evaluar las pérdidas de en una cadena agroalimentaria; con la particularidad que incluyen costos de las pérdidas causadas por la naturaleza perecedera de los productos.

## Materiales y métodos

Esta investigación se desarrolló en el Departamento de Sucre, es de tipo de cuantitativa y experimental. Metodológicamente, para alcanzar el objetivo propuesto fue necesario desarrollar tres (3) fases. En la primera fase, se caracterizó la cadena de suministro agroalimentaria en el departamento de Sucre, teniendo en cuenta las condiciones de producción actual de los tipos de yuca que se producen en este departamento, ubicación de los productores y asociaciones establecidas, centros de demandas y canales de distribución, plantas de transformación de estas raíces y demás. En el Departamento de Sucre, se sembraron para el año 2017 aproximadamente 21.318 hectáreas de yuca (Agronet, 2017), sobresaliendo los municipios como Ovejas, San Pedro, Los Palmitos, Sincé y Sincelejo, como se muestra en la Figura 1. En este departamento se cultivan dos tipos de yuca, industrial y dulce; de las variedades M – Tai y venezolana en su mayoría, respectivamente. La yuca dulce representó para el año 2017 el 81,3 % del área total cultivada, frente al 18,7 % del área cultivada de yuca industrial.

La información presentada en este trabajo, fue suministrada por la Federación Colombiana de la Yuca – COLFEYUCA (Mendoza, 2017) en asesorías con miembros representantes de esta. El departamento de Sucre cuenta con 267 productores registrados, de los cuales 115 se dedican a la producción de yuca dulce y 152 a la producción de yuca industrial. Distribuidos en cada una de las asociaciones, ubicados en los municipios como se muestra en la Tabla 1. Dado a que cerca del 95% de los productores que registra COLFEYUCA, hacen parte de las subregiones Montes de Maria (MM) y Sabana, esta investigación delimita su estudio en estos productores.

Figura 1. Hectáreas de yuca cultivadas en Sucre en el año 2017



Fuente: elaboración propia, a partir de Agronet (Agronet, 2017)

Tabla 1. Asociaciones de producción de yuca en el Departamento de Sucre

N°	Nombre de la organización	Ubicación
1	Cooperativa Agroindustrial de Los Palmitos (COOAGROPALMITOS)	Los Palmitos.
2	Asociación de productores y comercializadores agropecuarios de Sabanas de Pedro. (APROCOSAB)	Los Palmitos
3	ASOPROYUS	Tolúvejo
4	Cooperativa Agroindustrial de Betulia (COOAGRO-BETULIA)	San Juan de Betulia
5	Inversiones MANDIOCA	Sincelejo
6	ASOPROBE	San Juan de Betulia
7	ASOAGROCONCEPCIÓN	San Juan de Betulia
8	ASPROALBANIA	San Juan de Betulia
9	COOAGROALBANIA	San Juan de Betulia
10	ASOAGROCHARCONIZA	San Juan de Betulia
11	Asociación Nacional de Productores y Procesadores de Yuca - ANNPY	Corozal
12	COAPROBE	San Juan de Betulia
13	ASPROALBANIA	San Juan de Betulia
14	COOIMPRO	Ovejas

Fuente: elaboración propia, suministrado por Federación Colombiana de la Yuca – COLFEYUCA

La cadena de suministro agroalimentaria de la yuca en el Departamento de Sucre, como ya se mencionó, comprende la producción de dos tipos de yuca, una de dulce (destinada al consumo humano) y una de tipo industrial, la cual, se somete a procesos de transformación, para la producción de productos derivados de esta. En cuanto al canal de distribución de la yuca dulce, se puede encontrar los agentes de compras, que hacen las veces de intermediarios entre los productores y los centros de distribución, en los que se encuentran almacenes de cadena, mercados públicos y minoristas. También se encuentran las empresas transformadoras, donde se obtienen como principales productos: almidón nativo y chips. Esta investigación propone un modelo de localización de múltiples almacenes no capacitados, que funcionen como centros de acopio de las raíces y desde aquí se coordine las actividades de distribución de estos productos a los eslabones siguientes en la cadena. La ubicación potencial de estos almacenes se estableció teniendo en cuenta facilidad en el acceso, disponibilidad de locación y cercanía a la cabecera municipal. Por tal razón, se evaluaron 8 ubicaciones, dispuestos en los municipios de San Juan de Betulia (almacén 1), Ovejas (almacén 2), Corozal (almacén 3), Sincelejo (almacén 4), San Pedro (almacén 5), Sincé (almacén 6), Galeras (almacén 7) y Los Palmitos (almacén 8).

La producción de yuca, como todos los productos agrícolas depende de manera estricta del rendimiento, medido en Toneladas (t) por hectárea que se obtengan, en el departamento de Sucre este parámetro  $r$  es muy variable debido a las condiciones de terreno, prácticas agrícolas y condiciones ambientales. En este sentido, esta investigación considera que el rendimiento de los cultivos de cada producto es un parámetro aleatorio independiente. Cada producto  $f$  tiene un comportamiento para este parámetro de manera diferente. Dada la variabilidad del rendimiento por hectárea para estos productos en cada uno de los 14 municipios que integran las subregiones de Sabanas y Montes de María en los últimos 10 años, como lo reporta Agronet (2017); se utilizó un análisis de varianza (ANOVA) unifactorial para determinar las diferencias estadísticamente entre las medias de los municipios. Los datos obtenidos se manejaron estadísticamente a un nivel de significancia de  $\alpha=0,05$ ; se empleó el programa estadístico Statgraphics® Centurion XV versión de prueba. La tabla 2 descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre los municipios y un componente dentro de los munic-

ipios. La razón – F, que en este caso es igual a 1,495, es el cociente entre el estimado entre los municipios y el estimado dentro de los municipios. Puesto que *el valor – P* de la razón F es mayor que 0,05; se puede afirmar que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias del rendimiento por hectárea para el producto tipo yuca dulce de los 14 municipios con un nivel del 95,0% de confianza.

**Tabla 2.** Anova para el rendimiento por hectárea, en yuca dulce

Fuente	Suma de cuadrados	GI	Cuadrado medio	Razón-F	Valor-P
Entre municipios	118,907	13	9,146	1,495	0,126
Intra municipio	856,178	140	6,115		
Total (Corr.)	975,086	153			

Fuente: *elaboración propia*

De la misma manera, la tabla 3 descompone la varianza de los datos en dos componentes: un componente entre los municipios y un componente dentro de los municipios. La razón – F, que en este caso es igual a 1,8190, es el cociente entre el estimado entre los municipios y el estimado dentro de los municipios. Puesto que *el valor – P* de la razón F es mayor que 0,05; se puede afirmar que no existe una diferencia estadísticamente significativa entre las medias del rendimiento por hectárea para el producto yuca industrial, que, para este caso, solo se cuenta con información para 11 municipios con un nivel del 95,0% de confianza.

**Tabla 3.** Anova para el rendimiento por hectárea, en yuca industrial

Fuente	Suma de cuadrados	GI	Cuadrado medio	Razón-F	Valor-P
Entre municipios	71,5409	10	7,15409	1,82	0,0742
Intra municipio	259,564	66	3,93278		
Total (Corr.)	331,105	76			

Fuente: *elaboración propia*

Debido a que no existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias del rendimiento, en cada uno de los municipios tenidos en cuenta en esta investigación para los productos yuca dulce y yuca industrial, se puede utilizar un promedio general para todos los municipios, en cada producto, que simplifique el problema estudiado.

En la segunda fase, se construyó un modelo matemático que localizó los almacenes dentro de la ASC de la yuca en el departamento de Sucre. Este es un modelo de Programación Entera Mixta (MIP), que tienen como criterio de decisión la minimización de los costos de distribución de las raíces de yuca fresca.

Por último, en la fase final se validó el modelo matemático diseñado a través de su implementación cadena de suministro agroalimentaria de la yuca en el departamento de Sucre.

## Resultados y discusión

El resultado final de esta investigación, hace referencia al diseño de una herramienta matemática para la planeación de las operaciones de distribución en la cadena de suministro agroalimentaria de la yuca en el departamento de Sucre. Los costos de transporte desde las zonas de cultivo hasta las ubicaciones potenciales de los almacenes son en promedio de \$ 2.692 COP por t/km; al igual que los costos de transporte desde los almacenes hasta las zonas de demanda (plantas de transformación, para el caso de la yuca industrial y centros de distribución para el caso de la yuca dulce) es de aproximadamente \$ 445 COP, por t/km. En cuanto a la yuca dulce, se le asocia un costo relacionado con los agentes de compras igual a \$138.000 COP por tonelada (t). El costo de producción, es el mismo para los tipos de cultivo, es decir, este costo asciende a \$4'214.450 COP. Por último, el costo de apertura en cada uno de los municipios se muestra en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Costos totales de apertura de los almacenes, en cada municipio.

Ubicación potencial	Costo total
San Juan de Betulia	\$14.742.276
Ovejas	\$15.049.464
Corozal	\$15.149.964
Sincelejo	\$15.135.660
San Pedro	\$15.057.480
Sincé	\$15.114.000
Galeras	\$14.942.016
Los Palmitos	\$14.914.728

Fuente: *elaboración propia*

A continuación, se presenta un modelo de localización de almacenes no capacitados desarrollado para planificar la distribución en la cadena de suministro agroalimentaria de la yuca en el departamento de Sucre. Teniendo como supuestos que, el modelo contempla dos tipos de productos, la localización de los productores, distribuidores y plantas de procesamiento es conocida, al igual que la posible localización de los almacenes. El rendimiento de yuca por hectárea cultivada tiene un comportamiento determinístico y las capacidades de los almacenes son infinitas. De igual forma, los flujos se permiten solo entre dos eslabones consecutivos de la cadena y no se permiten flujos entre elementos del mismo eslabón, ni saltarse eslabones, los costos de producción son conocidos. Por último, se asume que se utiliza un tracto camión de capacidad de 30 toneladas para el transporte de los productos desde los almacenes, hasta los puntos de demandas.

### Declaración de índices

$p \in P$ : Conjunto de productores de yuca ( $p = 1, 2, \dots, P$ )

$i \in P^1$ : Subconjunto de productores de yuca dulce, donde  $P^1 \subset P$ .

$j \in P^2$ : Subconjunto de productores de yuca industrial, donde  $P^2 \subset P$ .

$a \in A$ : Conjunto de almacenes potenciales ( $a = 1, 2, \dots, A$ )

$t \in T$ : Conjunto de empresas transformadoras ( $t = 1, 2, \dots, T$ )

$d \in D$ : Conjunto de Distribuidores ( $d = 1, 2, \dots, D$ )

### Declaración de variables

$CYD_{iad}$ : Representa el flujo del producto yuca dulce desde el productor  $i$  hacia el distribuidor  $d$ , a través del almacén  $a$ , en Ton.

$CYI_{jat}$ : Representa el flujo del producto yuca industrial desde el productor  $j$  hacia la empresa transformadora  $t$ , por medio del almacén  $a$ , en Ton.

$Y_a$ : Variable binaria que determina la apertura (1) o no (0) del almacén tipo  $q$ , y dispara el costo fijo correspondiente

$Y1_{ad}$ : Variable binaria que determina que se asigna el almacén  $a$  para servir al distribuidor  $d$ .

$Y2_{at}$ : Variable binaria que determina que se asigna  $q$ , para servir a la empresa transformadora  $k$

### Declaración de parámetros

$c_i$ : Capacidad máxima del productor de yuca dulce  $i \in P^1$ , en hectáreas.

$c'_j$ : Capacidad máxima del productor de yuca industrial  $j \in P^2$ , en hectáreas.

$r$ : Rendimiento, en toneladas por hectárea del cultivo de yuca dulce, en  $t/ha$

$r'$ : Rendimiento, en toneladas por hectárea del cultivo de yuca industrial  $t/ha$

$Dem_d$ : Demanda del distribuidor  $d$ , para producto yuca dulce.

$Dem'_k$  : Demanda de la empresa transformadora  $e$ , para producto yuca industrial.

$CProd$  : Costo de producción fijo, asociado a los requerimientos de siembra y asistencia del cultivo para el producto yuca dulce y yuca industrial, en COP /Hectárea.

$CT1_{iad}$  : Costo de transporte del producto yuca dulce por Ton entre los productores  $i$ , a través del almacén  $a$  hasta los distribuidores  $d$ , en COP. Este costo se determinó teniendo en cuenta la distancia entre los productores – almacén – distribuidores, y el costo por kilómetro entre productores – almacén – distribuidor.

$CT2_{jat}$  : Costo de transporte del producto yuca industrial por Ton entre los productores  $j$ , a través del almacén  $a$  hasta las empresas transformadoras  $t$ , en COP.

$CA_a$  : Costo fijo por abrir un almacén  $a$  en COP.

$CoV$ : Costo variable por el cargue del producto en un tracto camión con capacidad de 30 t en COP.

$N$ : Número máximo de almacenes permitidos a abrir.

$M$ : Número muy grande  $\gg 0$ .

## Modelo de optimización

Una vez definida las variables y, de acuerdo a las consideraciones hechas anteriormente, el modelo matemático para el diseño de la red de distribución de yuca, es el siguiente:

$$\begin{aligned}
 & F.O \text{ (Min)} \\
 & = \sum_{i \in P} \sum_{a \in A} \sum_{d \in D} \frac{CProd}{r} \\
 & * CYD_{iad} \\
 & + \sum_{j \in P} \sum_{a \in A} \sum_{t \in T} \frac{CProd}{r'} \\
 & * CYI_{jat} \\
 & + \sum_{i \in L} \sum_{a \in A} \sum_{d \in D} CT1_{iad} \\
 & * CYD_{iad} \\
 & + \sum_{j \in P} \sum_{a \in A} \sum_{t \in T} CT2_{jat} \quad (2) \\
 & * CYI_{jat} \\
 & + \sum_{i \in P} \sum_{a \in A} \sum_{d \in D} \frac{CYD_{iad}}{30} \\
 & * CoV \\
 & + \sum_{i \in P} \sum_{a \in A} \sum_{d \in D} \frac{CYD_{iad}}{30} \\
 & * CoV \\
 & + \sum_{a \in A} CA_a * Y_q
 \end{aligned}$$

Sujeto a:

$$\sum_{a \in A} \sum_{d \in D} CYD_{iad} \leq r * c_i, \forall i \in P \quad (3)$$

$$\sum_{a \in A} \sum_{t \in T} CYI_{iat} \leq r' * c_j, \forall j \in P^2 \quad (4)$$

$$\sum_{i \in P^1} CYD_{iad} \geq Dem_d * Y1_{ad}, \forall a \in A, d \in D \quad (5)$$

$$\sum_{j \in P^2} CYI_{jat} \geq Dem_t * Y2_{at}, \forall a \in A, t \in T \quad (6)$$

$$\sum_{i \in P^1} CYD_{iad} \leq M * Y1_{ad}, \forall a \in A, d \in D \quad (7)$$

$$\sum_{j \in P^2} CYI_{jat} \leq M * Y2_{at}, \forall a \in A, t \in T \quad (8)$$

$$\sum_{a \in A} Y1_{ad} \leq N, \forall d \in D \quad (9)$$

$$\sum_{a \in A} Y2_{at} \leq N, \forall t \in T \quad (10)$$

$$Y1_{ad} \leq Y_a, \forall a \in A, d \in D \quad (11)$$

$$Y2_{at} \leq Y_a, \forall a \in A, t \in T \quad (12)$$

$$CYD_{iad} \geq 0 \quad (13)$$

$$CYI_{jat} \geq 0 \quad (14)$$

$$Y_a \in 0, 1 \quad (15)$$

$$Y1_{ad} \in 0, 1 \quad (16)$$

$$Y2_{at} \in 0, 1 \quad (17)$$

La ecuación (3), minimiza los costos de distribución en las operaciones logísticas de distribución, desde los productores hasta distribuidores y empresas transformadoras a través de los almacenes evaluados en este trabajo. El grupo de ecuaciones (4) y (5), garantizan que ningún flujo tome valores por encima de las cantidades posibles a producir, de acuerdo al rendimiento de cada tipo de producto. La ecuación (5) y (6), establecen que la cantidad total de producto despachado desde los productores de yuca dulce a través de los almacenes y de los productores de yuca industrial, debe ser mayor a igual a la demanda del producto por los distribuidores y que la cantidad total de producto despachada desde los productores de yuca industrial hacia las empresas transformadoras a través de los almacenes, debe ser mayor o igual a la demanda del producto de las empresas transformadoras, una vez es asignado a dicho almacén, respectivamente. Las ecuaciones (7) y (8), garantizan las capacidades infinitas de los almacenes, para cada uno de los tipos de productos. De otro modo, el conjunto de ecuaciones (9) y (10), establecen el número máximo de almeces a ser asignados. El grupo de restricciones (11) y (12), disparan la generación de costo fijo en los almacenes abiertos. Finalmente, el conjunto de restricciones de la (13) a la (17), corresponden a las restricciones de no negatividad y de valores binarios admisibles para las variables de decisión.

Los resultados obtenidos par el modelo no capacitado de localización de instalaciones de la CSA de la yuca en el departamento de Sucre, se evaluaron teniendo en cuenta los 254 (L); productores de yuca que hacen parte de las subregiones Sabana y Montes de María. Se permitió abrir como máximo 4 de los almacenes evaluados. Así mismo, el modelo contempló 21 empresas transformadoras y 5 distribuidores (H).

El periodo de estudio tenido en cuenta en esta investigación es de 4 meses, que comprende los meses de octubre, noviembre, diciembre y enero; tiempo en el cual se presenta la cosecha de las raíces de yuca en el departamento de Sucre.

El modelo fue implementado con la ayuda del software GAMS (General Algebraic Modeling System), y para la solución se recurrió a la herramienta u optimizador CPLEX, utilizando una computadora persona, la cual cuenta con un procesador Intel Core I5 – 5200U de 2,2 GHz y 8 GB de RAM, y un sistema operativo de Windows 10 profesional. La solución óptima que se obtuvo con un GAP del 0,5%, con unos costos esperados totales iguales a \$36.068'981.374 COP y un total de 388 iteraciones; establece la apertura de 3 almacenes, ubicados en los municipios de San Juan de Betulia (almacén 1), Ovejas (almacén 2), Corozal (almacén 3). En la tabla 7 se resumen los resultados obtenidos en la solución del modelo propuesto en esta investigación.

**Tabla 5.** Resumen resultados obtenidos

Costo total esperado (Solución óptima)	\$ 36.068'981.374	388 iteraciones
Mejor solución posible	\$ 35.861'386.428	
GAP Absoluto	\$ 207'594.945	
GAP Relativo	0,005755	
Almacenes abiertos	3	
Variables de decisión	71.496	
Numero de restricciones	1.468	
Tiempo computacional (segundos)	1,922	

Fuente: *elaboración propia*

Las cantidades a distribuir desde los productores de yuca dulce hasta los distribuidores 1, 2 y 3 se muestran en la Tabla 6. De igual forma, la Tabla 7 muestra las cantidades en toneladas despachadas desde los productores de yuca industrial utilizando los almacenes abiertos, hasta las empresas trasformadoras.

**Tabla 7.** Cantidades a distribuir desde los productores de yuca industrial a través de los almacenes abiertos

Productores	Almacén	Empresa transformadora					Total (Toneladas)
		2	14	15	19	21	
104,105,106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 233	1	720	3690	14659			19070
193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254	2	0	0	0	61220	0	61222
135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192	3	0	0	0	0	31138	31141

Fuente: elaboración propia

**Tabla 6.** Cantidades a distribuir desde los productores de yuca dulce a través de los almacenes abiertos

Productores	Almacén	D1	D2	D3	Total (Toneladas)
1,2,3,4,9,10,11,12,14,15,16,17,19,21, 22, 23, 24, 25, 27, 28, 29, 32, 35, 49, 54, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 63, 64, 65, 68, 74, 76, 77, 82, 83, 84, 86, 87, 94, 96, 101	1	2340	2340	331	5011
35, 6, 7, 8, 10, 13, 18, 20, 26, 28, 30, 31, 33, 34, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 50, 51, 52, 53, 62, 66, 67, 69, 70, 71, 72, 73, 75, 78, 79, 80, 81, 85, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 95, 97, 98, 99, 100, 102, 103	3	2340	2340	0	4680

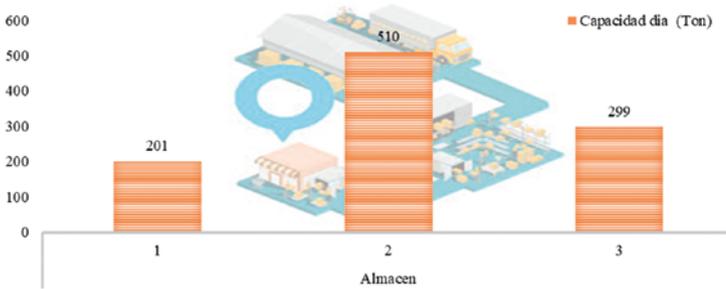
Fuente: *elaboración propia*

Dada las instancias de evaluación del modelo planteado en esta investigación, en donde solo se toman los productores ubicados en las Subregión Sabanas y Montes de María, además de las capacidades de producción de los productores, no es posible satisfacer las demandas de todos distribuidores de yuca dulce, y las exigencias de raíces frescas de las empresas transformadoras. Como el objetivo del modelo busca la minimización de los costos de distribución, este determina que la solución óptima bajo las condiciones ya mencionadas, es enviar producto desde los almacenes hasta los distribuidores 1, 2 y 3 es decir, el mercado público de Corozal, El mercado público de Sincelejo y el mercado de Montería.

De este modo, la solución obtenida para el modelo de localización de almacenes sin capacidad, se puede establecer que las capacidades de los almacenes están dadas por la cantidad de producto que pasa por él. Como se tiene que el periodo de cosecha es de 4 meses (para el caso de este trabajo, representa un año de producción), esta cantidad de producto se dividió entre estos meses, y así se obtuvo las capacidades para dichos almacenes por día.

La figura 2 ilustra estas capacidades, observándose que el almacén de mayor capacidad es el ubicado en el municipio de Ovejas con una capacidad mínima de 510 Toneladas/día, seguido por el almacén número 3, ubicado en el municipio de Corozal.

Figura 2. Capacidad de los almacenes

Fuente: *elaboración propia*

## Conclusiones

La gestión de cadenas de suministro hoy en día se ha vuelto un factor fundamental en el desarrollo y crecimiento de la economía de muchos sectores, logrando integrar a todos los que hacen parte de la misma. De esta manera, las decisiones estratégicas resultan ser importantes, como lo son la ubicación de instalaciones en el diseño de cadenas de suministro y su red de distribución dada la naturaleza perecedera de los alimentos frescos.

De esta manera, en esta investigación se ha propuesto un modelo no capacitado de localización de instalaciones de la cadena suministro agroalimentaria de la yuca en el departamento de Sucre. Además, el modelo multi – producto se evaluó en la cadena de yuca de un departamento en desarrollo, en la que el embalaje, el almacenamiento, el transporte y el manejo pos – cosecha utilizados no protegen los alimentos de factores del ambientales ni daños mecánicos. El modelo de programación lineal mixta, con parámetros estocásticos, resolvió un problema para distribución de 2 tipos de productos.

La solución obtenida al modelo propuesto en este trabajo, plantea la apertura de tres (3) almacenes en la cadena de suministro agroalimentaria de la yuca en el departamento, ubicados en los municipios de San Juan de Betulia, Ovejas y Corozal, facilitando un soporte estratégico a las operaciones logísticas en la cadena. Todo esto bajo unos costos esperados iguales a \$ 36.068'981.374 COP.

Los resultados se obtuvieron con ayuda del Solver CEPLEX integrado en GAMS, en tiempo computacionales razonables. Encontrando una solución entera a problema planteado, el cual pertenece problema de programación entera mixta (MIP), con una tolerancia de optimalidad relativa del 10% (optcr = 0.1) y un gap relativo igual a 0,005755.

## Referencias bibliográficas

- Agronet, C. (2017). *Base Agrícola EVA 2007 - 2017*. Retrieved from <http://www.agronet.gov.co/estadistica/Paginas/default.aspx#>
- Ahumada, O., & Villalobos, J. R. (2009). Application of planning models in the agri-food supply chain: A review. *European Journal of Operational Research*, 196(1), 1–20. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ejor.2008.02.014>
- Aramyan, L., Ondersteijn, C., Kooten, O., & Oude Lansink, A. (2006). Performance indicators in agri-food production chains. *Quantifying the Agri-Food Supply Chain*, 49–66.
- Araneda Martinez, R. H., & Moraga Suazo, R. J. (2005). LA DECISION DE LOCALIZACION EN LA CADENA DE SUMINISTRO. *Revista Ingeniería Industrial*, 4(1).
- Dearing, P. M. (1985). Location problems. *Operations Research Letters*, 4(3), 95–98. [https://doi.org/10.1016/0167-6377\(85\)90010-0](https://doi.org/10.1016/0167-6377(85)90010-0)
- Eiselt, H. A., & Marianov, V. (2011). Pioneering Developments in Location Analysis. In *Foundations of location analysis* (Vol. 155). Springer Science & Business Media.
- Eiselt, H. A., & Sandblom, C.-L. (2013). *Decision analysis, location models, and scheduling problems*. Springer Science & Business Media.
- Gendron, B., Khuong, P.-V., & Semet, F. (2017). Comparison of formulations for the two-level uncapacitated facility location problem with single assignment constraints. *Computers & Operations Research*, 86, 86–93. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2017.02.020>
- Gholamian, M. R., & Taghazadeh, A. H. (2017). Integrated network design of wheat supply chain: A real case of Iran. *Computers and Electronics in Agriculture*, 140(Supplement C), 139–147. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.compag.2017.05.038>
- Gigler, J. K., Hendrix, E. M. T., Heesen, R. A., Van den Hazelkamp, V. G. W., & Meerdink, G. (2002). On optimisation of agri chains by dynamic programming. *European Journal of Operational Research*, 139(3), 613–625. [https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(01\)00191-6](https://doi.org/https://doi.org/10.1016/S0377-2217(01)00191-6)

- Hakimi, S. L. (1965). Optimum distribution of switching centers in a communication network and some related graph theoretic problems. *Operations Research*, 13(3), 462–475.
- Krarup, J., & Pruzan, P. M. (1983). The simple plant location problem: survey and synthesis. *European Journal of Operational Research*, 12(1), 36–81. [https://doi.org/10.1016/0167-6377\(85\)90010-0](https://doi.org/10.1016/0167-6377(85)90010-0)
- Lucas, M. T., & Chhaged, D. (2004). Applications of location analysis in agriculture: A survey. *Journal of the Operational Research Society*, 55(6), 561–578. <https://doi.org/10.1057/palgrave.jors.2601731>
- Mendoza, L. (2017). FEDERACION COLOMBIANA DE LA YUCA – COLFEYUCA. San Juan de Betulia.
- Orjuela, J. A., Sanabria, L. A., & Peralta, A. M. (2017). Coupling facility location models in the supply chain of perishable fruits. *Research in Transportation Business & Management*, 24(Supplement C), 73–80. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2017.08.002>
- Plà, L. M., Sandars, D. L., & Higgins, A. J. (2014). A perspective on operational research prospects for agriculture. *Journal of the Operational Research Society*, 65(7), 1078–1089. <https://doi.org/10.1057/jors.2013.45>
- Rao, S. S. (2009). *Engineering optimization: theory and practice*. John Wiley & Sons.
- ReVelle, C. S., & Eiselt, H. A. (2005). Location analysis: A synthesis and survey. *European Journal of Operational Research*, 165(1), 1–19. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2003.11.032>
- Rong, A., Akkerman, R., & Grunow, M. (2011). An optimization approach for managing fresh food quality throughout the supply chain. *International Journal of Production Economics*, 131(1), 421–429. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.11.026>
- Simchi-Levi, D., Wu, S. D., & Shen, Z.-J. M. (2004). *Handbook of quantitative supply chain analysis: modeling in the e-business era* (Vol. 74). Springer Science & Business Media.
- Van Der Vorst, J. G. A. J. (2006). Product traceability in food-supply chains. *Accreditation and Quality Assurance*, 11(1–2), 33–37. <https://doi.org/10.1007/s00769-005-0028-1>

El libro "Gestión del Conocimiento. Perspectiva Multidisciplinaria", Volumen 6, de la Colección Unión Global, es resultado de investigaciones. Los capítulos del libro, son resultados de investigaciones desarrolladas por sus autores. El libro es una publicación digital e impresa y cuenta con el apoyo de los grupos de investigación de: Universidad Sur del Lago "Jesús María Semprúm" (UNESUR), Zulia – Venezuela; Universidad Politécnica Territorial de Falcón Alonso Gamero (UPTFAG), Falcón – Venezuela; Universidad Autónoma Chapingo (UACH), Sonora - México, Universidad de Guanajuato (UG) - Campus Celaya - Salvatierra - Cuerpo Académico de Bidesarrollo y Bioeconomía en las Organizaciones y Políticas Públicas (C.A.B.B.O.P.P), Guanajuato – México; Alianza de Investigadores Internacionales SAS (ALININ), Antioquia - Colombia, Centro de Altos Estudios de Venezuela (CEALEVE), Zulia – Venezuela, Centro de Integral de Formación Educativa Especializada del Sur (CIFE - SUR), Zulia – Venezuela, Centro de Investigaciones Internacionales SAS (CIN), Antioquia – Colombia. Tiraje: 1001 libros, Santa Ana de Coro – Falcón. Este libro se diseñó e imprimió en el mes de noviembre de 2018. en el taller editorial artesanal de Ediciones Madriguera, en Santa Ana de Coro – Venezuela.



REPÚBLICA BOLIVARIANA DE VENEZUELA  
MINISTERIO DEL PODER POPULAR PARA LA  
EDUCACIÓN UNIVERSITARIA, CIENTÍFICA Y TECNOLÓGICA  
SANTARANA DE CORDO - ESTADO FALCÓN  
**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA  
TERRITORIAL DE FALCÓN  
ALONSO GAMERO**



Universidad Nacional Experimental Sur del Lago  
"Jesús María Semprum"  
*La Casa de los Saberes del Pueblo*



Fondo Editorial Universitario de la Universidad Nacional Experimental Sur del Lago Jesús María Semprum

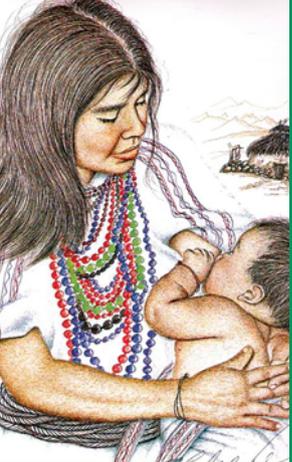
## LIBRO RESULTADO DE INVESTIGACIONES

Colección unión global

El libro "Gestión del Conocimiento. Perspectiva Multidisciplinaria", Volumen 6, de la Colección Unión Global, es resultado de investigaciones. Los capítulos del libro, son resultados de investigaciones desarrolladas por sus autores. El libro es una publicación internacional, seriada, continua, arbitrada, de acceso abierto a todas las áreas del conocimiento, orientada a contribuir con procesos de gestión del conocimiento científico, tecnológico y humanístico. Con esta colección, se aspira contribuir con el cultivo, la comprensión, la recopilación y la apropiación social del conocimiento en cuanto a patrimonio intangible de la humanidad, con el propósito de hacer aportes con la transformación de las relaciones socioculturales que sustentan la construcción social de los saberes y su reconocimiento como bien público.

El libro "Gestión del Conocimiento. Perspectiva Multidisciplinaria", Volumen 6, de la Colección Unión Global, es resultado de investigaciones. Los capítulos del libro, son resultados de investigaciones desarrolladas por sus autores. El libro cuenta con el apoyo de los grupos de investigación: Universidad Sur del Lago "Jesús María Semprúm" (UNESUR), Zulia – Venezuela; Universidad Politécnica Territorial de Falcón Alonso Gamero (UPTFAG), Falcón – Venezuela; Universidad Autónoma Chapingo (UACH), Sonora - México, Universidad de Guanajuato (UG) - Campus Celaya - Salvatierra - Cuerpo Académico de BIODesarrollo y Bioeconomía en las Organizaciones y Políticas Públicas (C.A.B.B.O.P.P), Guanajuato – México; Alianza de Investigadores Internacionales SAS (ALININ), Antioquia - Colombia, Centro de Altos Estudios de Venezuela (CEALEVE), Zulia – Venezuela, Centro de Integral Formación Educativa Especializada del Sur (CIFE - SUR), Zulia – Venezuela, Centro de Investigaciones Internacionales SAS (CIN), Antioquia - Colombia y diferentes grupos de investigación del ámbito nacional e internacional que hoy se unen para estrechar vínculos investigativos, para que sus aportes científicos formen parte de los libros que se publiquen en formatos digital e impreso.

Este libro se terminó de imprimir en  
Editorial Artes y Letras S.A.S.  
en noviembre de 2018



# Gestión del Conocimiento

*Perspectiva Multidisciplinaria*

El libro "Gestión del Conocimiento. Perspectiva Multidisciplinaria", de la colección Unión global, libro resultado de investigación, es una publicación internacional, seriada, continua, arbitrada, de acceso abierto a todas las áreas del conocimiento, orientada a contribuir con procesos de gestión del conocimiento científico, tecnológico y humanístico. Con esta colección, se aspira contribuir con el cultivo, la comprensión, la recopilación y la apropiación social del conocimiento en cuanto a patrimonio intangible de la humanidad, con el propósito de hacer aportes con la transformación de las relaciones socioculturales que sustentan la construcción social de los saberes y su reconocimiento como bien público.

El libro "Gestión del Conocimiento. Perspectiva Multidisciplinaria", de la colección Unión global, libro resultado de investigación, cuenta con el apoyo de los grupos de investigación de la Universidad Politécnica Territorial de Falcón Alonso Gamero (UPTFAG), Falcón-Venezuela, Universidad Nacional Experimental Sur del Lago de Maracaibo Jesús María Semprúm (UNESUR), Zulia-Venezuela, Universidad Autónoma Chapingo (UACH), Sonora-México, la Alianza de Investigadores Internacionales (ALININ) Antioquia-Colombia y el Centro de Altos Estudios de Venezuela (CEALEVE) Zulia-Venezuela, que hoy se unen para estrechar vínculos investigativos, para que sus aportes científicos formen parte de los libros que se publican en formatos digital e impreso.

ISBN:978-980-7494-63-2



9 789807 494632

Fondo Editorial Universitario  
de la Universidad Nacional Experimental  
Sur del Lago "Jesús María Semprúm"