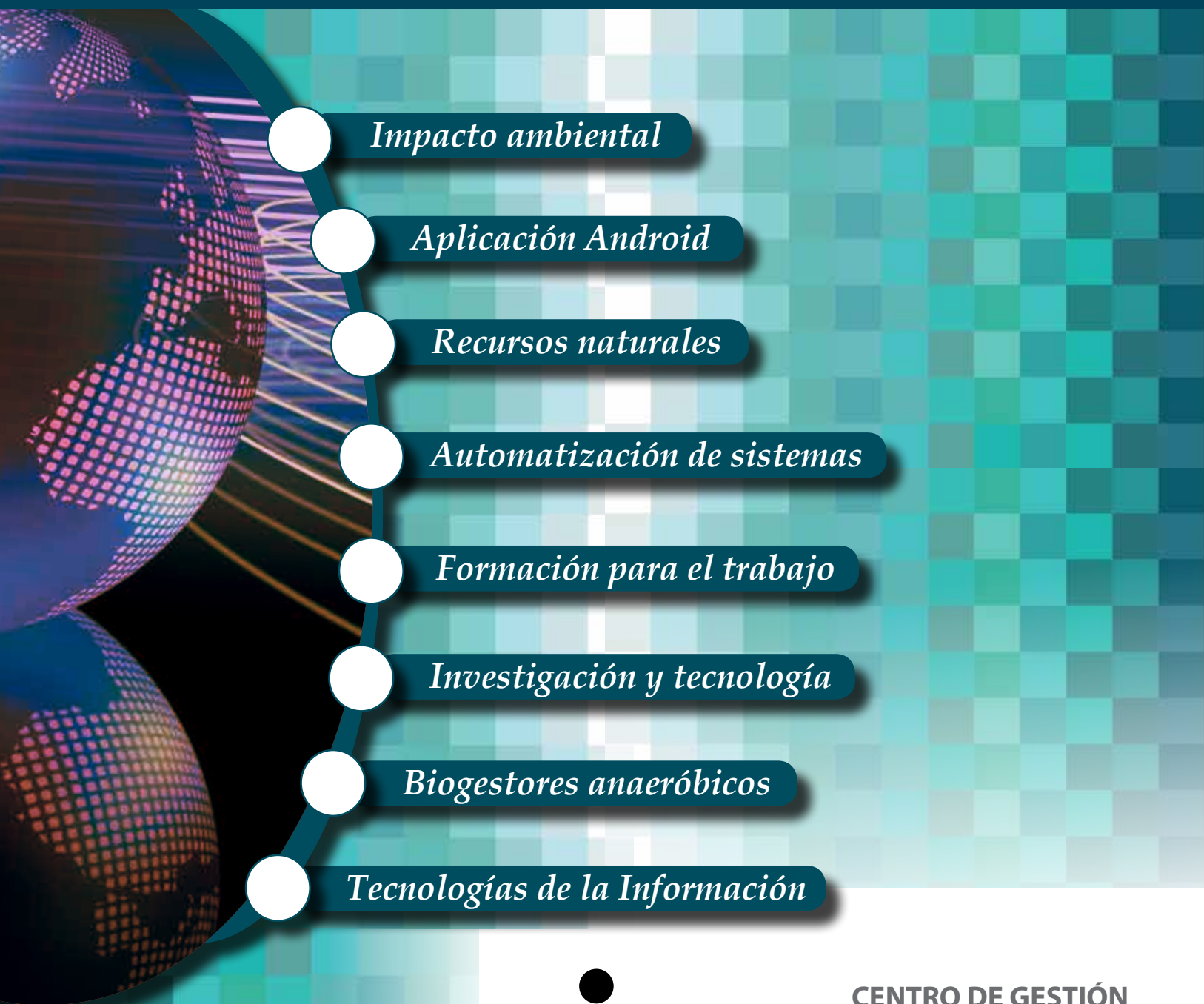


# Revista **RETO**

Vol. 5 - Número 5, Enero-Diciembre de 2017, ISSN: 2333-8059

Revista Especializada en Tecnologías Transversales de la Organización  
*Gestionando conocimiento*



*Impacto ambiental*

*Aplicación Android*

*Recursos naturales*

*Automatización de sistemas*

*Formación para el trabajo*

*Investigación y tecnología*

*Biogestores anaeróbicos*

*Tecnologías de la Información*



**CENTRO DE GESTIÓN  
DE MERCADOS, LOGÍSTICA & TI  
Regional Distrito Capital**

**SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE - SENA**



## Revista RETO

Vol. 5 - Número 5  
Enero - Diciembre de 2017

ISSN (2333-8059)  
Periodicidad anual

Revista Especializada en Tecnologías  
Transversales de la Organización  
*Gestionando conocimiento*

Centro de Gestión de Mercados, Logística & TI  
SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE - SENA  
Regional Distrito Capital  
Calle 52 No. 13 - 65  
Teléfono: (057) (1) 546 16 00 IP 17019  
E-mail: [rrevistareto@misena.edu.co](mailto:rrevistareto@misena.edu.co)  
[fmolanoo@sena.edu.co](mailto:fmolanoo@sena.edu.co)  
Bogotá D. C., Colombia

### SERVICIO NACIONAL DE APRENDIZAJE - SENA

#### **María Andrea Nieto Romero**

Directora General del SENA

#### **Enrique Romero Contreras**

Director SENA - Regional Distrito Capital

#### **Jaime García Dimotoli**

Subdirector CGMLTI - SENA

#### **Silvio Alberto Galindo Parra**

Coordinador Académico Mercadeo CGMLTI

#### **Fabio Humberto Molano Olmos, M.Sc.**

Coordinador Editorial

#### **Miguel Ángel Manrique**

Editor General

#### **Gabriela Rocca Barrenechea**

Diseño y finalización de artes

## Comité Editorial

**Hernán López Ayala.** Magíster en Mercadeo Agroindustrial, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá. Especialista en Gerencia Estratégica y Gestión Pública, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá. Ingeniero de Mercados, Universidad Piloto de Colombia, Bogotá. Gestor Nacional World Skills - SENA Dirección General.

**Jesús Alberto Garzón Romero.** Magíster en Ingeniería de la Formación, Ecole Nationale d'Ingénieurs de Enim, Francia. Magíster en Docencia, Universidad de la Salle, Bogotá. Especialista en Diseño de Multimedia, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Administrador de Empresas, Universidad de la Salle, Bogotá.

**Oscar Elías Herrera Bedoya.** Doctor en Telecomunicaciones. Magíster Universitario en Comunicaciones y Desarrollo de Servicios Móviles. Diplomado en Estudios Avanzados en Telecomunicaciones. Especialista Universitario en Proyectos de Ingeniería e Innovación, Universidad Politécnica, Valencia, España. Ingeniero de Telecomunicaciones, Universidad Santo Tomás, Bogotá.

**Luis Gabriel Marín Collazos.** Magíster en Ciencias de la Informática y las Comunicaciones, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá. Especialista en Evaluación Pedagógica, Universidad Católica de Manizales. Ingeniero Electrónico, Universidad Autónoma de Colombia, Bogotá.

**Zandra Patricia Calderón Garzón.** Magíster en Psicología del Consumidor, Especialista en Psicología del Consumidor, Fundación Universitaria Konrad Lorenz, Bogotá. Especialista en Gerencia de Mercadeo. Diseñadora Industrial, Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogotá.

**Malgorzta Lisowska Navarro.** Magíster en Bibliotecología e Información Científica, Uniwersytet Jagielloński, Cracovia, Polonia. Especialista en Administración de Empresas, Universidad del Rosario, Bogotá. Especialista en Gerencia y Gestión Cultural, Universidad del Rosario, Bogotá.

**Eder Luna Cerquera.** Magíster en Mercadeo Agroindustrial, Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogotá. Especialista en Negocios Internacionales, Escuela de Administración de Negocios EAN, Bogotá. Especialización en Logística, Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogotá. Publicista, Universidad Central, Bogotá.

**Edith Yolanda Jiménez Méndez.** Magíster en Educación, Universidad Tecnológica de Monterrey, México. Especialista en Finanzas, Universidad de los Andes, Bogotá. Especialista en Logística, Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogotá. Administradora de Empresas, Universidad Antonio Nariño, Bogotá.

## Comité Científico

**Richard Orlando Buitrago Reyes.** Doctor of Business Administration, Universidad Atlantic International University (AIU). Especialista en Gestión Curricular y Docencia Universitaria. Magíster en Administración de Empresas, Universidad Externado de Colombia, Bogotá. Administrador de Empresas, Universidad de la Salle, Bogotá.

**José Fernando López Quintero.** Doctor en Ingeniería Informática, Universidad de Oviedo, España. Periodo de investigación. Tesis. Magíster en la Sociedad de la Información y el Conocimiento, Universidad Oberta de Cataluña (UOC), España. Magíster en Ingeniería de Sistemas con énfasis en Informática Organizacional, Universidad de los Andes, Bogotá. Ingeniero de Sistemas, Universidad Distrital, Bogotá.

**Óscar Elías Herrera Bedoya.** Doctor en Telecomunicaciones. Magíster Universitario en Comunicaciones y Desarrollo de Servicios Móviles. Diplomado en Estudios Avanzados en Telecomunicaciones. Especialista Universitario en Proyectos de Ingeniería e Innovación, Universidad Politécnica, Valencia, España. Ingeniero de Telecomunicaciones, Universidad Santo Tomás, Bogotá.

**Juan Pablo Salazar Giraldo.** Doctor en Ingeniería, énfasis Ambiental, Universidad de Antioquia. Línea de Investigación Geoquímica Ambiental. Especialista en Evaluación del Impacto Ambiental de Proyectos, Universidad Jorge Tadeo Lozano en asocio con Association of University Leaders for a Sustainable Future. Tufts University. Geólogo, Universidad de Caldas, Manizales.

**Clara Rocío Henao Zárate.** Magíster Sciences Technologies et Sante, Ecole Nationale D'Ingénierus de Metz, Francia (ENIM). Magíster en Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación, Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá. Experta en Nuevas Tecnologías de Aprendizaje a través de Internet, TeleAcademia, Universidad Politécnica de Furtwangen, Alemania. Ingeniera Industrial, Universidad Católica de Colombia, Bogotá.

**Álvaro Escobar Escobar.** Magíster en Administración de Empresas, Universidad de la Salle, Bogotá. Especialista en Seguridad Informática, Universidad Piloto de Colombia, Bogotá. Especialista en telemática y Negocios por Internet, Escuela Colombiana de Ingeniería, Bogotá. Ingeniero de Sistemas con énfasis en Telemática, Universidad Piloto de Colombia, Bogotá.

## Comité Evaluador - Volumen 5

**Hernán López Ayala.** Magíster en Mercadeo Agroindustrial, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá. Especialista en Gerencia Estratégica y Gestión Pública, Universidad Jorge Tadeo Lozano, Bogotá. Ingeniero de Mercados, Universidad Piloto de Colombia, Bogotá. Gestor Nacional World Skills - SENA Dirección General.

**Jesús Alberto Garzón Romero.** Magíster en Ingeniería de la Formación, Ecole Nationale d'Ingénieurs de Enim, Francia. Magíster en Docencia, Universidad de la Salle, Bogotá. Especialista en Diseño de Multimedia, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. Administrador de Empresas, Universidad de la Salle, Bogotá.

**Óscar Elías Herrera Bedoya.** Doctor en Telecomunicaciones. Magíster Universitario en Comunicaciones y Desarrollo de Servicios Móviles. Diplomado en Estudios Avanzados en Telecomunicaciones. Especialista Universitario en Proyectos de Ingeniería e Innovación, Universidad Politécnica, Valencia, España. Ingeniero de Telecomunicaciones, Universidad Santo Tomás, Bogotá.

**Luis Gabriel Marín Collazos.** Magíster en Ciencias de la Informática y las Comunicaciones, Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá. Especialista en Evaluación Pedagógica, Universidad Católica de Manizales. Ingeniero Electrónico, Universidad Autónoma de Colombia, Bogotá.

**Zandra Patricia Calderón Garzón.** Magíster en Psicología del Consumidor, Especialista en Psicología del Consumidor, Fundación Universitaria Konrad Lorenz, Bogotá. Especialista en Gerencia de Mercadeo. Diseñadora Industrial, Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogotá.

**Malgorzta Lisowska Navarro.** Magíster en Bibliotecología e Información Científica, Uniwersytet Jagiélonski, Cracovia, Polonia. Especialista en Administración de Empresas, Universidad del Rosario, Bogotá. Especialista en Gerencia y Gestión Cultural, Universidad del Rosario, Bogotá.

**Eder Luna Cerquera.** Magíster en Mercadeo Agroindustrial, Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogotá. Especialista en Negocios Internacionales, Escuela de Administración de Negocios EAN, Bogotá. Especialización en Logística, Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogotá. Publicista, Universidad Central, Bogotá.

**Edith Yolanda Jiménez Méndez.** Magíster en Educación, Universidad Tecnológica de Monterrey, México. Especialista en Finanzas, Universidad de los Andes, Bogotá. Especialista en Logística, Fundación Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano, Bogotá. Administradora de Empresas, Universidad Antonio Nariño, Bogotá.

## Revista *RETO*

### Misión

La Revista *RETO*, es una Revista Especializada en Tecnologías Transversales de la Organización, del Centro de Gestión de Mercados, Logística y Tecnologías de la Información, del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Regional Distrito Capital (CGMLTI), de publicación anual e impresa. En la Revista *RETO* se publican artículos teórico-prácticos relacionados con las áreas objeto de formación del CGMLTI: Mercadeo, Logística, Teleinformática y Nuevas Tecnologías.

### Visión

Ser una revista especializada de carácter científico con contenidos de alta calidad, con posicionamiento en las bases de datos de interés y reconocimiento en la comunidad académica y científica.

### Evaluación de artículos

La Revista *RETO* selecciona sus artículos mediante el proceso de revisión por pares según el método de evaluación a ciegas, por parte de académicos y expertos revisores anónimos dentro del campo de estudio del artículo. Se evalúan los manuscritos recibidos y si se determina que los artículos cumplen con las normas de estilo y contenido indicadas en las directrices para los autores, se envían a los árbitros expertos para su evaluación.

### Redacción de manuscritos

La Revista *RETO* atiende a las recomendaciones y directrices para la indexación de publicaciones seriadas emitidas por Colciencias, y selecciona artículos de investigación con preferencia a contenidos de desarrollos tecnológicos, producto de la formación. Solo se publican artículos originales que junto con las condiciones mencionadas, contengan la unidad interna característica de los trabajos publicados en una revista científica.

### Recepción de documentos y correspondencia

Se recibirán los artículos al correo electrónico de los revisores, el editor de la revista comunica a los autores el

resultado motivado de la evaluación por correo electrónico, en la dirección que estos hayan utilizado para enviar el artículo. El editor jefe, como director del comité de evaluación comunica al autor principal el resultado de la revisión (rechazado, aceptado con modificaciones o aceptado), lo mismo que las observaciones y comentarios de los revisores. Si el manuscrito ha sido aceptado con modificaciones, los autores deben reenviar una nueva versión del artículo, para ser revisado nuevamente por los mismos revisores. Opcionalmente, los autores pueden aportar una carta al editor, en la cual se indique el contenido de las modificaciones del artículo. Si los autores han decidido no seguir las recomendaciones de los revisores, podrán justificar su decisión en esa misma carta.

### Política de acceso abierto

[ES]- *RETO*, es de acceso libre a su contenido, a partir de la premisa de llevar al público el resultado de la investigación en forma gratuita, para aumentar el conocimiento de la humanidad. *RETO*, acoge el Código de Conducta del Comité de Ética de Publicaciones de la COPE /Committee on Publication Ethics, COPE.

## Política Editorial

### Temática y alcance

[ES]- *RETO*, Revista Especializada en Tecnologías Transversales de la Organización, es una publicación anual impresa, del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, Regional Distrito Capital, CGMLTI (Centro de Gestión de Mercados, Logística y Tecnologías de la Información), cuyo objetivo es difundir conocimiento teórico práctico, relacionado con las áreas objeto de formación del CGMLTI: Mercadeo, Logística, Teleinformática y Nuevas Tecnologías, mediante artículos soportados científicamente. Por ser una revista especializada de carácter científico, no admite artículos de simple divulgación. Las opiniones deben contener conclusiones provenientes de la comprobación, lograda a través de la investigación. Se publican artículos que contengan desarrollos tecnológicos, producto de la formación. *RETO*, solo publicará artículos originales que junto con las condiciones mencionadas, contengan la unidad interna característica de los trabajos publicados en una revista científica. *RETO*, se ciñe a las directrices para la indexación de publicaciones seriadas emitidas por COLCIENCIAS.

## Proceso de revisión por pares

[ES]- *RETO*, selecciona sus artículos mediante un proceso de revisión por pares según el método doble ciego. Cuando el equipo editorial ha comprobado que el artículo cumple con las normas de estilo y contenido, indicadas en las directrices para los autores, el manuscrito se envía a dos expertos revisores anónimos dentro del campo de estudio del artículo. Con base en las recomendaciones de los revisores, el editor de la revista comunica a los autores el resultado motivado de la evaluación por correo electrónico, en la dirección que estos hayan utilizado para enviar el artículo. El editor jefe, como director del comité de evaluación comunica al autor principal el resultado de la revisión (rechazado, aceptado con modificaciones o aceptado), lo mismo que las observaciones y comentarios de los revisores. Si el manuscrito ha sido aceptado con modificaciones, los autores deben reenviar una nueva versión del artículo, para ser revisado nuevamente por los mismos revisores. Opcionalmente, los autores pueden aportar una carta al editor, en la cual se indique el contenido de las modificaciones del artículo. Si los autores han decidido no seguir las recomendaciones de los revisores, podrán justificar su decisión en esa misma carta.

## Política de acceso abierto

[ES]- *RETO*, es de acceso libre a su contenido, a partir de la premisa de llevar al público el resultado de la investigación en forma gratuita, para aumentar el conocimiento de la humanidad. *RETO*, acoge el Código de Conducta del Comité de Ética de Publicaciones de la COPE /Committee on Publication Ethics, COPE.

## Editorial Policy

### Thematic and Scope

[EN]- *RETO*, is the Organization's Specialised Journal in Cross-Curricular Technologies, it is a annual printed publication, of the National Learning Service SENA, in the Capital District Sectional, within the Administrative Center of Marketing, Logistics, and Information Technologies (CGMLTI), whose objective is to disseminate theoretical and practical knowledge, related to the areas of academic training the CGMLTI: Marketing, Logistics, Information Technology and Emerging Technologies, by means of

scientifically supported articles. Since it is a specialised journal of scientific nature, articles of simple divulgation are not allowed. The opinions must contain conclusions stemming from corroboration, achieved only through investigation. Articles published contain technological developments, an outcome of the *RETO* academic training. Only publish original articles will be published that fully meet the requirements aforementioned and which contain the internal unit that defines an article published in a scientific journal. *RETO* rigorously keeps to the indexation guidelines of publications periodically published by COLCIENCIAS.

### Peer Revision Process

[EN]- *RETO*, selects articles by means of a peer assessment process according to the *double blind method*. When the editorial team has verified that the article complies with the guiding principle of style and content, mentioned in the Guidelines for Authors, the manuscript will be sent to two anonymous copy editors within the same field of study as the article. Based on the copy editor's recommendations, the editor-in-chief will then inform the authors the result of the evaluation via e-mail, the same address used to submit the article. The editor-in-chief, acting as director of the evaluation committee will inform the main author of the paper the conclusion of the proofreading (whether it was rejected, accepted with corrections or accepted), as well as any comments and observations on behalf of the copy editors. If the manuscript has been accepted with corrections, the author must send a new version of the article, to be corrected again by the editors. Optionally, the authors can provide a letter to the editor, where they would point out the content of the modifications the article has undergone. If the authors choose not to follow the copy editors recommendations, they can then warrant their decision in the same letter.

### Open Access Policy

[EN]- *RETO*, is a publication whose content is of free access, based on the principle of providing the general public the conclusion of the investigation in a gratuitous manner, to enhance humanity's power of knowledge. *RETO*, thoroughly keeps to the Code of Conduct provided by the Committee on Publication Ethics, COPE.

# Revista RETO

Vol. 5 - Número 5 - Enero-Diciembre de 2017

ISSN: 2333-8059

## Tabla de contenido

Pp.

**8 Editorial**

*Artículos de Investigación*

**9 Automatización de un sistema detector de niveles contaminantes,  
implementado en el Centro de Gestión de Mercados  
Logística y Tecnologías de la Información (CGMLTI) - SENA**

NINO ALEXANDER ARIAS SILVA

**16 SENA Market: una aplicación Android para la administración de tiendas**

JOSÉ ALONSO OVIEDO MONROY

**23 Nueva visión sobre la informalidad de las MIPYMES del área  
metropolitana de Bucaramanga, Santander - Causas y efectos**

ORLANDO CELIS SALAZAR

CESAR AUGUSTO SILVA GIRALDO

*Artículos de revisión*

**32 Las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la  
formación para el trabajo: un relato desde el Servicio  
Nacional de Aprendizaje - SENA, Colombia**

JOSÉ LUIS GUZMÁN ORTIZ

WILBER EUSTORGIO ÁLVAREZ ÁLVAREZ

MIGUEL ALFONSO OVIEDO GÓMEZ

# Revista RETO

Vol. 5 - Número 5 - Enero-Diciembre de 2017

ISSN: 2333-8059

Pp.

- 39**      **Evaluación del impacto ambiental en biodigestores anaeróbicos en el SENA, Regional Cesar**  
ALEXANDER HERNANDO TOBÓN ABELLO
- 50**      **Economía de recursos naturales a partir de la producción de *Spirulina* (*Arthrospira maxima*) en fotobiorreactores, La Guajira, Colombia**  
MARIO A. COLORADO GÓMEZ  
DIEGO A. MORENO TIRADO
- 60**      **Aplicación para la gestión del cambio del marketing tradicional al Marketing Digital e innovación abierta con énfasis en investigación aplicada para la planeación, para las Pymes y Mipymes en la ciudad de Bogotá**  
CESAR AUGUSTO MEDINA ACERO  
LUIS EDUARDO LIZCANO GARZÓN  
NAYIBE ESMERALDA SALAMANCA  
ALIX EUGENIA MARTÍNEZ  
ALEXIS AGUIRRE VÁSQUEZ
- 74**      **Estudio de caso neuromarketing y moda: análisis de la efectividad en la campaña digital de la colección de lencería femenina empresa Moon Claire 2017**  
MARIAM DAISY RAMÍREZ BRICEÑO  
ANAMARÍA GIRALDO CORONADO  
JAQUELINE RAMOS SUPELANO  
DIANA KASANDRA GORDILLO BELTRÁN



# Editorial

## SENNOVA una estrategia del SENA para vivir la investigación y la innovación

Con el fin de adecuar la respuesta institucional a lo que requiere actualmente el país, el SENA, en octubre de 2012 lanzó el programa SENNOVA: Sistema de Investigación, Desarrollo Tecnológico e Innovación del SENA. SENNOVA como estrategia se orienta a la generación de conocimiento a partir de la investigación aplicada y la innovación, de tal manera que impacte positivamente el desarrollo económico y social del país.

Toda la comunidad SENA hace parte de SENNOVA, por cuanto todos contribuimos a fortalecer los estándares de calidad y pertinencia, en las áreas de investigación, desarrollo tecnológico e innovación, en todos los programas de formación profesional que ofrece la Entidad. Las empresas de los diferentes sectores económicos y regiones de nuestro país, para enfrentar los desafíos del mundo actual, necesitan incrementar su capacidad de innovación con base en la adquisición y aplicación de nuevos conocimientos, con el fin de ser más competitivas, productivas y sostenibles.

SENNOVA a través de proyectos que surgen de las necesidades reales del sector productivo, forma capital humano y fortalece la infraestructura tecnológica institucional, con el fin de contribuir significativamente a impulsar la capacidad de innovación de las empresas colombianas y al mismo tiempo, optimiza la calidad de todos los programas de formación que imparte la Entidad. Así las cosas, la institución se prepara para los siguientes años en la modernización de los enfoques de la innovación con miras a proyectos y programas de; innovación para el cambio social, con decididos enfoques hacia el posconflicto e inclusión, pero también proyectos dirigidos a la innovación con inteligencia de datos e Internet de las cosas y, por último pero no menos importante, abordar proyectos de Marketing y Comercio Digital.

En esta edición de *RETO*, revista Especializada en Tecnologías Transversales de la Organización, publicamos los artículos de investigación y revisión que los autores y colaboradores han elaborado a partir de las experiencias de sus proyectos. El lector se encontrará con temas diversos como la “Automatización de un sistema detector de niveles contaminantes”, “SENA Market: una aplicación Android para la administración de tiendas”, “Nueva visión sobre la informalidad de las MIPYMES del área metropolitana de Bucaramanga, Santander”, “Las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la formación para el trabajo: un relato desde el Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA”, “Evaluación del impacto ambiental en biodigestores anaeróbicos en el SENA”, una experiencia en la Guajira como la “Economía de recursos naturales a partir de la producción de Spirulina (*Arthrospira maxima*) en fotobiorreactores”, “Aplicación para la gestión del cambio del marketing tradicional al Marketing Digital e innovación abierta con énfasis en investigación aplicada para la planeación, para las Pymes y Mipymes en la ciudad de Bogotá”, y por último, el “Estudio de caso neuromarketing y moda: análisis de la efectividad en la campaña digital de la colección de lencería femenina empresa Moon Claire, 2017”.

**JAIME GARCÍA DIMOTOLI**  
Subdirector Centro de Gestión de Mercados,  
Logística & TI  
SENA - Regional Distrito Capital



# Automatización de un sistema detector de niveles contaminantes, implementado en el Centro de Gestión de Mercados Logística y Tecnologías de la Información (CGMLTI) - SENA

Automation of a Pollutant Level Detector System, Implemented in the Center of Market Management Logistics and Information Technologies (CGMLTI) - SENA

Recibido: 29-05-2017  
Aceptado: 10-09-2017

NINO ALEXANDER ARIAS SILVA<sup>1</sup>

## Resumen

Este artículo presenta el desarrollo de un proyecto de investigación aplicada, en el cual se busca automatizar un sistema a través de la programación de controladores y el uso de sensores inteligentes y tecnologías IoT, que permitan medir los niveles contaminantes producidos por el monóxido de carbono y el dióxido de carbono, presentes en el aire de diferentes zonas del establecimiento educativo del CGMLTI, ubicado en la zona de chapinero central de la ciudad de Bogotá.

El establecimiento está situado en el centro de la ciudad, en uno de los sitios que genera más contaminantes, rodeado de vías principales donde los mayores causantes de contaminantes son los sistemas de transporte, los vehículos particulares, el sistema Transmilenio, la empresa informal y los establecimientos comerciales.

El proyecto pretende monitorear los niveles de contaminación en el CGMLTI, por medio de un sistema automatizado y centralizado, a través de sensores que permitan tener un control en tiempo real de la información emitida y así se generen un sistema de alerta para tomar las respectivas medidas de conservación y mejora del entorno. En una

<sup>1</sup> Colombiano. Ingeniero de Telecomunicaciones. Regional Bogotá, CGMLTI SENA. niasilva@sena.edu.co

segunda fase del proyecto se proyecta implementar soluciones automatizadas que permitan disminuir los altos índices de contaminantes que se presenten en el centro educativo.

**Palabras clave:** automatización, sensores, contaminantes, sistemas, niveles, tecnología, IoT, micro controlador, plataforma, protocolos.

## Abstract

This article presents how an applied research project has been developed in which it is sought to automate a system through the programming of controllers and using technologies such as IoT, that allow to measure the levels of pollutants produced by the carbon monoxide, carbon dioxide that are present in the air of different zones of the educational establishment (CGMLTI) located in the zone of central cheaper of the city of Bogota.

The establishment is located in the center of the city, in one of the most polluted sites that pass major roads; the main pollutant is the transportation system, private vehicles, Transmilenio, the informal company and all commercial establishments.

The project aims to monitor pollution levels in the CGMLTI, through an automated system, centralized through sensors that allow a real-time control of the information emitted and thus generate an alert system to take the respective measures to the conservation and improvement of the environment, in a second phase of the project is projected to implement automated solutions that allow to reduce these high indices of pollutants that can be presented in the center.

**Keywords:** automation, sensors, pollutants, systems, levels, technology, IoT, Micro controller, platform.

## INTRODUCCIÓN

Los diversos contaminantes que se encuentran en el aire son causados por la intervención del hombre, los

cuales deterioran la calidad ambiental del entorno. En la actualidad más del 90% de la contaminación producida en la atmósfera está relacionada por contaminantes primarios y secundarios producidos por consumo de combustibles fósiles, dentro de estos contaminantes se encuentran el monóxido de carbono, dióxido de carbono, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno (Stocker & Seager, 1981).

La contaminación en la ciudad de Bogotá es una de las más altas del país por su alto grado de industrialización, y su inmedible y desorganizado sistema de transporte. Diariamente se descargan grandes cantidades de CO en las calles que produce un aire enrarecido el cual es absorbido por los miles de habitantes que diariamente transitan por las calles.

Es insuficiente el esfuerzo de las autoridades por disminuir los niveles de contaminación, a pesar de que la ciudad cuenta con trece estaciones fijas y una móvil de medición de contaminación, ubicadas en diferentes lugares de la ciudad. Lo anterior trae como consecuencia a sus habitantes enfermedades cardiovasculares y afecciones del sistema respiratorio además de muchas otras causadas por estos factores (Secretaría de Ambiente, 2010).

| ICA       | COLOR    | CLASIFICACIÓN                           | O <sub>3</sub> 8h<br>ppm | O <sub>3</sub> 1h<br>ppm | PM <sub>10</sub> 24h<br>µg/m <sup>3</sup> | PM <sub>2.5</sub> 24h<br>µg/m <sup>3</sup> | CO 8h<br>ppm | SO <sub>2</sub> 24h<br>ppm | NO <sub>2</sub> 1h<br>ppm |
|-----------|----------|-----------------------------------------|--------------------------|--------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------|--------------|----------------------------|---------------------------|
| 0 - 50    | Verde    | Buena                                   | 0.000                    | -                        | 0                                         | 0                                          | 0            | 0                          | 0                         |
|           |          |                                         | 0.059                    |                          | 54                                        | 12                                         | 4.4          | 0.035                      | 0.053                     |
| 51 - 100  | Amarillo | Moderada                                | 0.060                    |                          | 55                                        | 12.1                                       | 4.5          | 0.036                      | 0.054                     |
|           |          |                                         | 0.075                    | -                        | 154                                       | 35.4                                       | 9.4          | 0.075                      | 0.100                     |
| 101 - 150 | Naranja  | Dañina a la salud para grupos sensibles | 0.076                    | 0.125                    | 155                                       | 35.5                                       | 9.5          | 0.076                      | 0.101                     |
|           |          |                                         | 0.095                    | 0.164                    | 254                                       | 55.4                                       | 12.4         | 0.185                      | 0.360                     |
| 151 - 200 | Rojo     | Dañina a la salud                       | 0.096                    | 0.165                    | 255                                       | 55.5                                       | 12.5         | 0.186                      | 0.361                     |
|           |          |                                         | 0.115                    | 0.204                    | 354                                       | 150.4                                      | 15.4         | 0.304                      | 0.649                     |
| 201 - 300 | Púrpura  | Muy Dañina a la salud                   | 0.116                    | 0.205                    | 355                                       | 150.5                                      | 15.5         | 0.305                      | 0.650                     |
|           |          |                                         | 0.374                    | 0.404                    | 424                                       | 250.4                                      | 30.4         | 0.604                      | 1.249                     |
| 301 - 400 | Marrón   | Peligrosa                               | -                        | 0.405                    | 425                                       | 250.5                                      | 30.5         | 0.605                      | 1.250                     |
|           |          |                                         | -                        | 0.504                    | 504                                       | 350.4                                      | 40.4         | 0.804                      | 1.649                     |
| 401 - 500 | Marrón   | Peligrosa                               | -                        | 0.505                    | 505                                       | 350.5                                      | 40.5         | 0.805                      | 1.650                     |
|           |          |                                         | -                        | 0.604                    | 604                                       | 500.4                                      | 50.4         | 1.004                      | 2.049                     |

**Gráfica 1.** Concentraciones máximas permisibles de niveles contaminantes según legislación en Colombia. Recuperado de: <http://www.metropol.gov.co/CalidadAire/Paginas/ica.aspx>

El Centro de Gestión de Mercados Logística y Tecnologías de la información (CGMLTI), está ubicado en uno de los sectores más contaminados

de Bogotá (calle 52 N.º 13-65), en pleno centro de la localidad de Chapinero y no cuenta con un sistema que le brinde información de niveles de calidad del aire que respiran los ciudadanos.

El presente proyecto apunta a implementar un sistema de medición del nivel de contaminación del aire a través de sensores, en el Centro de Gestión de Mercados Logística y Tecnologías de la información (CGMLTI) - SENA, de la ciudad de Bogotá, con el fin de identificar los niveles contaminantes relacionados con CO, CO<sub>2</sub>, humedad y gas inflamable, que se vuelcan en ámbitos reducidos, áreas ciudadanas y que toman un cierto tiempo en dispersarse, se concentran más fácilmente en el aire de ámbitos cerrados. Con la información que brinden los sensores se podrán realizar acciones encaminadas a la reducción de esos niveles generados y mejorar la calidad del aire conllevando a una mejor calidad de vida de las personas (Ferrero, 2000).

Se pretende monitorear los niveles de monóxido de carbono, dióxido de carbono, humedad, gas inflamable, en ubicaciones estratégicas de las áreas comunes del centro y así poder contrarrestar los niveles de contaminación, todo con la implementación de una red de sensores de bajo costo conectados inalámbricamente, programados y gestionados por controladores, para trabajar de manera colaborativa apoyados por la tecnología IoT, con protocolos de comunicación basados en los estándares 802.11(Wifi), 802.15.4 (Zigbee), intercomunicados en una plataforma central, con el fin de recolectar información en tiempo real, emitiendo alertas de acuerdo al nivel de contaminantes bajo, medio, alto, presentes en las diferentes áreas y así los diferentes actores tomen las respectivas medidas según sea el caso (Ramírez, 2014).

## MÉTODOS

La metodología utilizada para el desarrollo de este proyecto, está basada en el marco lógico, que permite establecer una conceptualización, diseño, ejecución y evaluación de un proyecto. A partir de la metodología, se buscó una problemática presente en el entorno del CGMLTI, es allí donde se evidenciaron los diferentes

contaminantes que afectan al centro debido a su ubicación e infraestructura, está rodeado de avenidas principales con un alto grado de contaminantes por vehículos automotores, de igual manera en sus instalaciones cuentan con sótanos de niveles inferiores que no tienen una adecuada ventilación por ser una infraestructura cerrada (Vidal, 2005).

Identificada la problemática, la cual evidencia que no existe un sistema que permita reconocer los niveles contaminantes presentes en el CGMLTI, se busca el siguiente nivel donde se plantea el interrogante: ¿qué se debe hacer para dar una solución a esta problemática y cómo se debe hacer? Se realiza un árbol de problemas, teniendo en cuenta las causas y efectos de las diferentes situaciones que presenta la problemática, se desarrolla una formulación del proyecto de investigación aplicada, con un objetivo general y unos específicos que son consecuentes con las fases del proyecto.

A partir de esta formulación se busca el levantamiento de información de sistemas de automatización donde esté presente la utilización de sensores específicos de bajo costo para medir niveles de contaminación, además de requerir una plataforma que permita dicha automatización a través de una programación lógica, con módulos de red para una conexión alámbrica e inalámbrica, mezclando diferentes tecnologías con el fin de que los sensores estén centralizados, enviando a un punto central, la información que estos captan en tiempo real (Ferrero, 2000).

Para generar el diseño y prototipo, indagando, y cotejando diferentes fuentes se encontraron diversas plataformas Arduino, PIC, Atmel que permiten estos niveles de interacción, pero debido a que se necesita un nivel bajo de programación, para que los aprendices que lideran el proyecto que no están enfocados a programación electrónica, se les facilite la interacción entre componentes electrónicos en cuanto a modularidad, bajo costo, código abierto, entorno amigable, extensible, debido a que se puede mejorar el diseño o adecuación de las placas a nivel de *hardware*, como proporcionar más desarrollo de *software* de acuerdo a las necesidades.

Se establece que Arduino es la plataforma indicada para generar este entorno interactivo entre sensores y contaminantes del aire, por lo cual se empieza a generar un prototipo, que incluye una unidad lógica de proceso donde se genera una programación lógica, junto con los sensores de CO, CO<sub>2</sub>, gas flamable, humedad, para determinar los niveles bajos, medios, altos de contaminantes y así definir lo máximo permitido que se pueden tener en un espacio abierto o cerrado, con el fin de que si esos niveles se encuentran en la parte alta, genere una alerta para que se disponga de una medida y se ayude a reducir los niveles, es por eso que los prototipos generados deben estar intercomunicados a través de una red utilizando protocolos de comunicación Wifi, Zigbee o Alámbricos y centralizados en una plataforma de Gestión (Delgado, 2014).

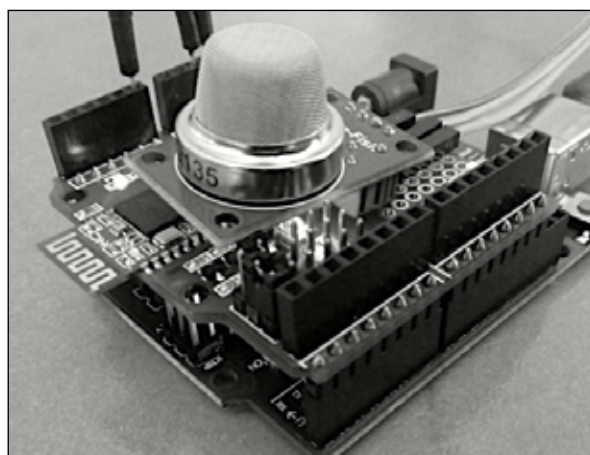
Arduino es una plataforma reciente, nace en 2015 en el Instituto interactivo de Ivrea en Italia, donde los estudiantes buscaban, basados en la experimentación, la interacción entre humanos y diversos dispositivos por medio de un micro controlador. La necesidad surgió a partir de querer contar con un dispositivo que se pudiera utilizar en las aulas, que contara con un sistema operativo, de bajo costo. Luego, al ver el Instituto que debía cerrar su puertas, decidió divulgar Arduino, volviéndolo una plataforma libre para que siguiera su evolución en toda la comunidad, los principales responsables de la idea del diseño de Arduino es el equipo “Arduino Team” formada por Massimo Banzi, David Cuartilles, David Mellis, Tom Igoe y Gianluca Martino (Artero, 2013).

## RESULTADOS

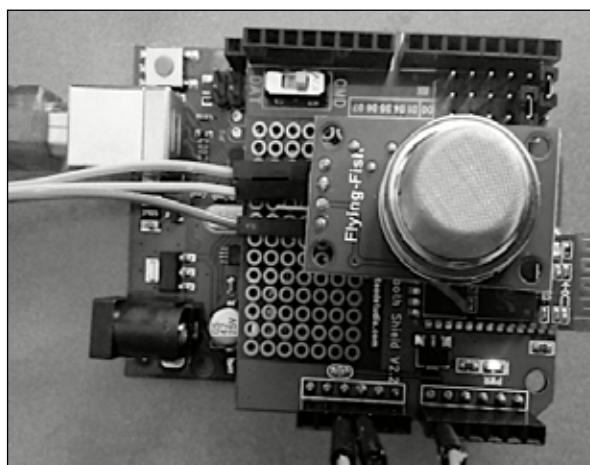
- Articular diferentes áreas, actores, ya que en las diferentes fases han participado aprendices de Gestión de Redes de Datos, Análisis y desarrollo de información y las personas encargadas de salud ocupacional del centro, buscando alternativas para dar solución a un problema del entorno que afecta a una comunidad (Rojas, 2009).
- Integración de plataformas modulares que controlan y automatizan procesos o productos, junto con sensores inteligentes, usando diferentes protocolos de comunicación alámbricos o inalám-

bricos, utilizando las nuevas tendencias como el IoT (Aranda, 2014).

- Desarrollo de nuevos aprendizajes que generan nuevas habilidades, tanto en los instructores como en los aprendices en cuanto a metodologías, búsqueda de información, investigación, desarrollo e innovación, en proyectos de investigación aplicada, dando un agregado al perfil profesional (Rojas, 2009).
- Diseño de un prototipo utilizando plataforma Arduino, la cual permitirá la programación de un sensor para diferentes elementos que medirá los niveles contaminantes de un área específico y comunicada con otros sensores a través de una red IP, utilizando comunicación Wifi, Zigbee, Alámbrica (Aranda, 2014).



Gráfica 2. Prototipo automatizado sensor vista lateral.



Gráfica 3. Prototipo automatizado sensor vista superior.

- La ubicación de áreas específicas en el CGMLTI, donde se desean implementar los prototipos, estas zonas son sótanos de parqueaderos, datacenter, cocina, áreas del primer piso (Freeman, 1987).
- Beneficios para toda la comunidad del CGMLTI con información detallada de los niveles de contaminación en sus diferentes áreas comunes. Mejora en el aire que circula en el CGMLTI, por las acciones tomadas para mejorar su entorno (Freeman, 1987).

## DISCUSIÓN

### A. ¿A qué público o mercado están dirigidos?

En su primera fase está enfocado a la comunidad del CGMLTI, a sus visitantes, luego a toda la comunidad SENA a nivel nacional, en próximas fases a todas las instituciones educativas que albergan gran cantidad de personas que necesitan tener ambientes bajos de contaminación, para mejorar su calidad de vida y pueden implementar este tipo de proyectos en su entorno, mejorando los niveles de contaminantes para establecer conciencia de los cuidados que hay que tener con el medio ambiente.

### B. Proyección

En su primera fase el proyecto llevará la información de los niveles de contaminación a la comunidad SENA que hace parte del CGMLTI, al área de salud ocupacional, con el fin de buscar mecanismos que ayuden a disminuir los niveles de contaminación y mejorar la calidad del aire de toda una comunidad, logrando impactar en el medio ambiente y la salud de todos los habitantes de este centro de formación (Freeman, 1987).

En su segunda fase se tendrá en cuenta los niveles de contaminación y se llevarán a cabo soluciones automatizadas que ayuden a la reducción de estos contaminantes que han superado los límites permitidos, como pueden ser sistemas de extracción o ventilación (Díaz, 2005).

Se proyecta que después de tener los resultados y sus beneficios se pueda implementar el proyecto en todas las áreas de concentración educativas no solo del SENA, sino expandirlo a todas las instituciones educativas de Bogotá D.C y a nivel nacional, ayudando en la mejora del impacto a nivel general (Freeman, 1987).

### B. ¿Cómo opera el sistema electrónico?

Un sistema electrónico es aquel donde se tiene una serie de elementos interconectados, sensores, circuitería de proceso, de control, actuadores, fuentes de alimentación, los sensores se encargan de captar información del medio externo, para convertirla en señales eléctricas, permitiendo así que la circuitería de proceso pueda validar esa información, la cual es pasada a la circuitería de control para que se pueda realizar un conjunto de instrucciones lógicas que se conoce como programación de tal manera que este pueda guardarse en el sistema, para realizar ejecuciones de forma autónoma, todo esto de la mano de una fuente de alimentación que proporciona la energía necesaria para que el sistema funcione y realice sus operaciones (Artero, 2013).

Arduino es una plataforma de *hardware*, *software* libre de computación, con un micro controlador que ofrece patillas de entrada, salida, para la conexión de actuadores, sensores, su entorno está en desarrollo IDE, con tecnología tipo AVR, implementa el lenguaje Processing/Wiring Hardware, el impreso contiene el microprocesador, entradas, salidas con sus puerto USB y es por este puerto que se cargan las instrucciones al programa del arduino en combinación con el computador.

El *software* es multiplataforma que permite escribir, verificar, cargar en la memoria del micro controlador las instrucciones que se han especificado para el funcionamiento del sensor, el micro controlador realiza las instrucciones almacenadas en el programa en forma cíclica, este contiene las mismas cualidades de un procesador de computador, el procesador escribe por los pines DS2-13 y lee en los DE2-13 AE0-5, los pines de entrada y salida permiten conectar los elementos que dan información y crean las diferentes situaciones (Artero, 2013).



El circuito del sensor internamente está compuesto por dos estados: un alto, un bajo, cada estado tiene su respectivo voltaje y tiempo. El estado alto es de 5 voltios, 60 segundos, el bajo es de 1.4 voltios, 90 segundos.

El estado bajo tiene dos tiempos y uno de ellos es el más importante: el estado de excitación que es 70 segundos, en los 20 segundos siguientes, entre setenta y noventa, es donde el sensor capta la señal de contaminación y envía su contenido por la salida analógica a la entrada analógica del arduino, este a su vez la envía al computador para poder ser visualizada en la salida (hwsensor.com).

El sensor una vez configurado con sus pines de alimentación capta los niveles contaminantes a través de su encapsulado y el pin de salida analógica envía la señal al micro-controlador, según la programación que se haya realizado en el arduino, estos datos son mostrados en tiempo real a través de un navegador web o en dispositivos móviles con su respectiva aplicación, los usuarios en este caso aprendices y personal administrativo del centro tendrán información precisa de los niveles contaminantes en cada una de las zonas comunes y así poder realizar ajustes para reducir los niveles de contaminación.

### C. ¿Qué tecnologías utilizan?

Para la interconexión de los prototipos se utilizarán tecnologías como Wifi, Zigbee, Ethernet, tomando como base el concepto de Internet de las cosas (IoT), permitiendo que cada dispositivo tenga una dirección ip y esté conectado a internet, para que desde cualquier punto se pueda tener un control, monitoreo en tiempo real de la actividad que está desarrollando cada dispositivo, en el caso del proyecto los prototipos, este concepto IoT nace en la investigación en el campo de la identificación de radiofrecuencias por red y la utilización de sensores en el centro de Massachusetts, con un agregado que a partir del nuevo protocolo de direccionamiento IPV6 que empieza a sustituir al protocolo IPV4, este permite 340 sextillones de direcciones, lo cual establece una capacidad para asignarle una dirección IP a cualquier aparato electrónico que se desea conectar

a una red privada o pública, construyendo dispositivos inteligentes que puedan gestionar o automatizar una serie de tareas, controlados, monitoreados sin importar la distancia ya que comparte información a través de internet (Telefónica, 2011).

La conexión de los prototipos del proyecto utilizarán protocolos de comunicación inalámbricos Wifi, Zigbee los cuales toman el espectro electromagnético como medio de propagación de la señal, Wifi se define en el estándar IEEE 802.11, alcanzando velocidades de transmisión de datos hasta 300 Mbps, a través de una serie de canales, en las frecuencias de 2.4 GHz, 5 GHz, utilizando una antena en el equipo cliente, el cual conecta con un punto de acceso central, el cual gestiona los diferentes clientes y la forma como acceden al medio, otorgando un identificador y una contraseña para acceder a la red.

Zigbee se define en el estándar IEEE 802.15.4, se establece para entregar comunicaciones a redes inalámbricas de corta distancia, con una velocidad de datos más baja que Wifi, opera en las bandas de frecuencia de 868 MHz, 915 MHz, 2.4 GHz, es un protocolo muy usado en la implementación y gestión de sensores, actuadores, redes domóticas, de bajo costo (Cárdenas & Pacheco, 2015).

## CONCLUSIONES

Con el desarrollo de este proyecto se evidencia que es pertinente seguir una serie de estructuras para la formulación y ejecución, es básico partir de una necesidad o problema, para que de allí aplicando una metodología se pueda planear lo que se quiere generar del proyecto.

Proponer proyectos de investigación aplicada de la mano de los semilleros de investigación fortalece las habilidades de los aprendices en el manejo de otras herramientas que son fundamentales para su desempeño personal o laboral.

Con la ejecución de proyectos aplicados se genera una satisfacción adicional, a parte de la de realizar una labor investigativa, referencial, innovadora, es

la referente a la creación de prototipos que satisfacen una necesidad o solventan un problema encontrado.

La implementación del proyecto va a generar una mayor conciencia ambiental del aire que día a día se respira, generando alternativas del cuidado que se debe realizar para tener niveles normales de contaminantes no solo en algunos lugares sino en el mundo.

## Agradecimientos

El autor agradece al Centro de Gestión de Mercados, Logística y Tecnologías de la Información, a SENNOVA, Coordinador del área de Teleinformática, a los instructores de los programas Gestión de Redes de Datos, ADSI, Gestor de Tecnoparque, al grupo de aprendices que hicieron parte de la investigación e implementación formando parte del semillero INNOVATIC.

## REFERENCIAS

- Aranda, D. (2014). *Electrónica: plataformas Arduino y Raspberry PI. Plataforma Arduino*, pp. 62-98.
- Artero, Ó. T. (2013). *Arduino: curso práctico de formación*. RC Libros.
- Cárdenas, Á. S., & Pacheco, F. D. (2015). *Diseño e implementación de un sistema domótico con dispositivos inalámbricos basado en el protocolo ZigBee y controlados mediante aplicaciones para dispositivos móviles bajo la plataforma Android y computadoras bajo la plataforma Windows* (Bachelor's thesis).
- Co, h. e. (17 de 3 de 1998). hwsensor.com. Tomado de: <http://hwsensor.com/>
- Delgado, J. (2014). "Aprendizaje de la programación en el Citilab". *Revista Iberoamericana de Ciencia Tecnología y Sociedad*. vol. 8.
- Díaz, H. A. M. (2005). *Automatización Medioambiental*.
- Ferrero, A. (2000). *Monitoreo de contaminantes del aire de la ciudad de Rosario Argentina*. Información Tecnológica, vol. 8, pp. 11-20.
- Freeman, A. M. (1987). *Control de la contaminación del agua y el aire; evaluación costo-beneficio*. Limusa.
- Ramírez, J. (2014). *Red de sensores de larga distancia usando Zigbee para el monitoreo y la gestión del riesgo en el Departamento del Quindío*.
- Rojas, F. (2009). *Formulación de proyectos*. México: Intercom.
- Secretaría de Ambiente. (2010). *Plan decenal de descontaminación del aire para Bogotá 2010-2020*. Bogotá D.C: Secretaría de Ambiente de Bogotá D.C.
- Stocker H. S. & L. S. Seager. (1981). *Química Ambiental. Contaminación del Aire y del Agua*. Editorial Blume: Barcelona.
- Telefónica, F. (2011). *Smart Cities: un primer paso hacia la Internet de las cosas*. Fundación Telefónica.
- Vidal, R. (2005). *La evaluación de proyectos de inversión para la toma de decisiones, economía y administración*, pp. 91-99.



# SENA Market: una aplicación Android para la administración de tiendas

SENA Market: an Android App for Neighborhood Shops

Recibido: 31-05-2017

Aceptado: 09-09-2017

JOSÉ ALONSO OVIEDO MONROY<sup>1</sup>

## Resumen

Los dispositivos móviles generan nuevas oportunidades de mejora para los pequeños negocios y en particular para las tiendas de barrio, en la medida en que la mayoría de los empresarios poseen uno y a su facilidad de uso. Hoy en día, el uso de la tecnología disponible en los dispositivos móviles con *software* específico, como SENA Market, impulsará la gestión de este tipo de establecimientos brindando herramientas que, por ahora, solo poseen grandes comercios.

El empleo de SENA Market en un dispositivo móvil puede minimizar el tiempo empleado en desgastantes tareas propias de las tiendas; gestionar ingresos, egresos, la cartera de los clientes, las cuentas por pagar, el presupuesto y generar informes pueden ser llevadas a cabo desde la aplicación con ventajas en tiempo y facilidad. En este artículo se presenta SENA Market, una aplicación móvil para dispositivos con sistema operativo Android y la manera en que se realiza la gestión financiera de una tienda de barrio con tan solo presionar un par de botones en la pantalla de un dispositivo móvil.

**Palabras clave:** aplicación móvil, tiendas de barrio, informática móvil, administración de tiendas.

1 Colombiano. Ingeniero Electrónico, Magíster en Gerencia de la Calidad. Grupo de investigación GESICOM. Centro de Comercio y Servicios - SENA, Tolima. Investigador SENNOVA, Ibagué, Colombia. joseoviedo@misena.edu.co

El presente artículo es producto del trabajo investigativo titulado "Diseño de un modelo básico de gestión financiera y administrativa para las tiendas clasificadas como microempresas comerciales de la comuna 5 de la ciudad de Ibagué" ya concluido y realizado el año 2016 por el grupo de investigación GESICOM del Centro de Comercio y Servicios del SENA Regional Tolima.

## Abstract

Mobile devices generate new opportunities for improvement for small businesses and in particular for neighborhood stores, as most entrepreneurs possess one and their ease of use. Nowadays, the use of technology available in mobile devices with specific software, such as SENA Market, will boost the management of these types of establishments by providing tools that, for the moment, only have large stores.

The use of SENA Market in a mobile device can minimize the time spent in stores' own stressful tasks; Manage income, expenditures, customer portfolio, accounts payable, budget and generate reports can be carried out from the application with advantages in time and ease. This article introduces SENA Market, a mobile application for devices with Android operating system and the way in which the financial management of a neighborhood store is done by just pressing a couple of buttons on the screen of a mobile device.

**Keywords:** Mobile Application, Neighborhood Shops, Mobile Computing, Store Management.

## INTRODUCCIÓN

### ACERCA DE LAS TIENDAS

#### Las tiendas de barrio

Innegablemente las tiendas de barrio en Colombia son, entre otras cosas, un punto de referencia geográfica, un lugar de encuentros sociales y un potencializador de la identidad cultural.

Una tienda de barrio es, según la Clasificación Industrial Internacional Uniforme (CIIU) realizada por Naciones Unidas y adaptada para Colombia por el DANE, un “Comercio al por menor en establecimientos no especializados con surtido compuesto principalmente por alimentos, bebidas o tabaco”, y a su vez es un “Comercio al por menor en establecimientos no especializados, con surtido compuesto principalmente por productos diferentes de alimen-

tos (víveres en general), bebidas y tabaco”, conforme indican los códigos CIIU 4711 y 4719 (Departamento Nacional de Estadística, 2016).

Según Páramo (2012), las tiendas por su rol de intermediación pueden ser: tienda mercadera, donde los consumidores se abastecen de manera constante; tienda surtida, la que abastece cuando se agota lo que hay en la alacena; tienda “todera”, donde se puede encontrar de todo; tienda “miniaturizadora”, donde es posible abastecerse de las cosas menos imaginadas; y tienda básica, en la que se encuentra el surtido fundamental de una comunidad.

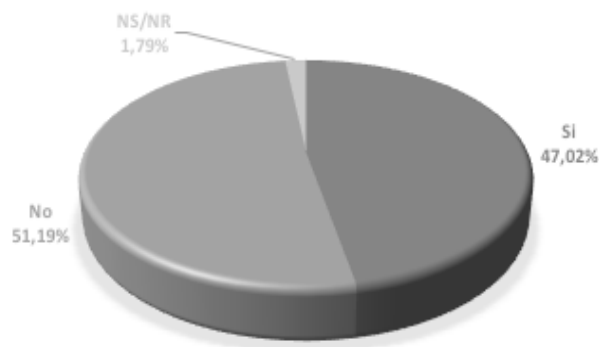
Según lo anterior, una tienda de barrio es un establecimiento de comercio al por menor no especializado, que distribuye alimentos, bebidas y tabaco, en donde sus clientes se pueden abastecer de los artículos indispensables de su canasta familiar.

### Dispositivos móviles y tiendas

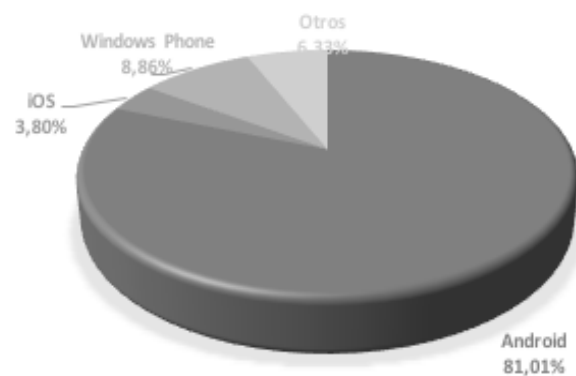
Las tiendas ahora gozan de una herramienta supremamente poderosa. Este instrumento que permite mejorar en gran medida la gestión de las tiendas se llama dispositivo móvil, entre ellos, los teléfonos inteligentes (Smart Phone) y las tabletas. Esta clase de dispositivos no solo permite realizar llamadas, sino que posee otra gran cantidad de capacidades para convertirse en un asistente personal digital, pues envía y recibe correos electrónicos, edita documentos de Office, accede a internet y permite que sea instalado nuevo *software* ajustado a las necesidades del usuario.

Una de las características más poderosas para los tenderos, es que los dispositivos móviles son fáciles de utilizar; al contar con una interfaz táctil que, combinada con botones, menús y formularios ubicados y descritos de manera intuitiva, podrán ser utilizados aún por quienes no sean muy hábiles con la tecnología.

En el marco del proyecto de investigación “Diseño de un modelo básico de gestión financiera y administrativa para las tiendas clasificadas como microempresas comerciales de la comuna 5 de la ciudad de Ibagué” se ha encontrado que el 51,2% de los tenderos cuentan con algún dispositivo móvil, llámese teléfono inteligente o tableta; de ellos el 81% poseen el sistema operativo Android, esto se evidencia en las figuras 1 y 2.

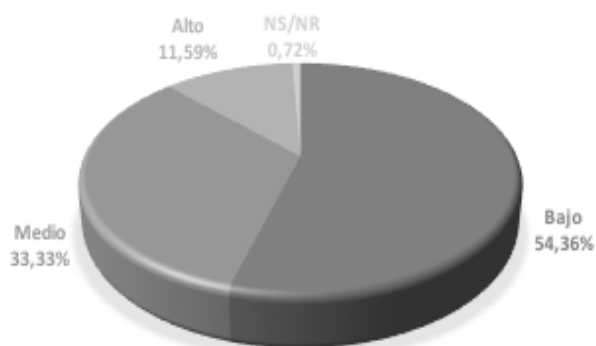


**Figura 1.** Porcentaje de posesión de dispositivos móviles por parte de los tenderos. **Fuente:** el autor.

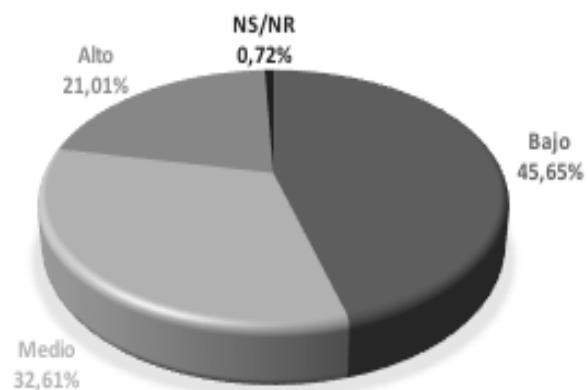


**Figura 2.** Sistemas operativos en dispositivos móviles. **Fuente:** el autor.

Asimismo, el 87,7% de los tenderos manifiestan tener un bajo nivel de manejo del computador (54,4% bajo y 33,3% medio). Ver Figura 3.



**Figura 3.** Habilidades de tenderos en el manejo del computador. **Fuente:** el autor.



**Figura 4.** Habilidades de tenderos en el manejo de dispositivos móviles. **Fuente:** el autor.

En contraste, la figura 4 indica que el 53,6% de ellos consideran que tienen un buen dominio de su dispositivo móvil, lo que lleva a concluir que efectivamente esta herramienta evidencia menor grado de dificultad en su curva de aprendizaje y que presenta un índice de resistencia más bajo cuando se pretenda romper el paradigma de administrar el negocio utilizando herramientas tecnológicas.

Ahora bien, todo lo anterior lleva a que se establezca una línea base para la creación de aplicaciones para tenderos. Para comenzar, la aplicación ha de estar disponible para dispositivos móviles con sistema operativo Android, también debe ser de fácil usabilidad, intuitiva, y en la medida de lo posible debe estar disponible gratuitamente.

Por otro lado, es importante aclarar que, por el simple hecho de tener un dispositivo móvil, no necesariamente hace que la persona utilice todos los servicios disponibles. Hay que comprender que las barreras tecnológicas como el precio del dispositivo, el precio de los planes de datos, la percepción de la complejidad del uso (usabilidad), la dificultad de instalación, la dificultad de configuración, entre otros, hacen que una persona limite el acceso a los servicios especializados en su "smartphone". Un usuario utilizará una aplicación para su teléfono según la percepción de disfrute que tendrá de ella, en otras palabras, con el beneficio que pueda percibir del uso de la misma (Verkasalo, López-Nicolás, J., & Bouwman, 2010). Todo esto lleva a pensar en que para realizar una aplicación móvil se ha de tener especial cuidado en

su facilidad de uso y de configuración, pero también se debe prestar atención al hecho de promocionarla de manera en que se perciba su utilidad y de que le resolverá problema al usuario.

Indudablemente, todas las características antes enunciadas hacen que los dispositivos móviles sean el futuro de la computación en las sociedades modernas, pero también de los tenderos para administrar sus comercios.

## IMPACTO ESPERADO

Con la realización de la aplicación SENA Market se espera crear una potente herramienta que ayude a los tenderos a gestionar sus negocios pues, una tienda administrada por medio de una aplicación móvil, generará un vínculo de confianza entre clientes y tendero en lo que respecta al estado de su cartera, del mismo modo que, ayudando a la separación de los gastos operacionales y personales del ente económico, le permita optimizar la disposición del dinero en efectivo, y, además, al analizar reportes, recibir alertas de cumplimiento de obligaciones, el tendero tendrá herramientas para proyectar la situación financiera de su empresa, tomar decisiones acertadas y generar crecimiento del negocio.

## SENA MARKET: UNA APLICACIÓN ANDROID

SENA Market es una aplicación para dispositivos Android desarrollada en el Centro de Comercio y Servicios del SENA Regional Tolima por el instructor Jose Alonso Oviedo Monroy. La característica principal radica en que, a diferencia de otras aplicaciones contables, está diseñada y desarrollada para responder a las necesidades propias del oficio de los tenderos.

A continuación, se presentarán las características clave del *software* que hace que sea utilizable y útil para muchas necesidades de gestión de tiendas de barrio. Ver Figura 5.



Figura 5. Pantalla principal de la aplicación.

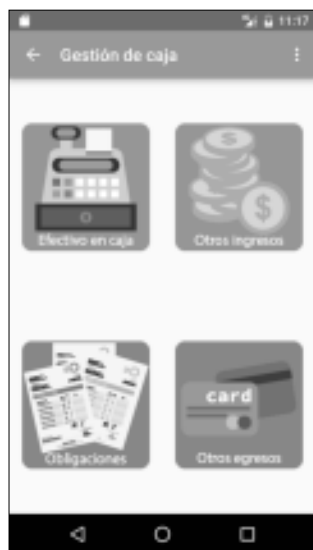
Fuente: el autor.

### Gestión de flujo de caja

El flujo de caja en las tiendas se hace diariamente, por tal razón, SENA Market maneja registros de información diarios, con resúmenes mensuales y diarios. En este sentido, la información de días, semanas y meses anteriores estará disponible en un botón.

El usuario puede activar un día o mes pasado y en segundos tendrá una gráfica de los datos. Ahora bien, para la gestión del flujo de caja, sobre el primer dato del efectivo contenido en la caja, se podrán calcular ingresos e ingresar salidas de caja. Ver Figura 6.

Para calcular los ingresos, se insertan los datos del cierre de caja (efectivo a final del día o del periodo laborado) y por diferencia se calcula el ingreso del día, teniendo en cuenta las salidas de caja.



**Figura 6.** Módulo de gestión de caja.

Fuente: el autor.

### Gestión de cartera

Para gestionar la cartera, en primer lugar hay que gestionar los clientes, esto es, crear nuevos clientes, actualizar sus datos de contacto, ingresar nuevas deudas e ingresar abonos. Una vez ingresado los datos el tendero puede acceder al historial de movimientos de cartera de cada cliente y así tomar decisiones rápidas (según su política de cartera) acerca de si el cliente se puede seguir endeudando con él. Ver Figura 7.



**Figura 7.** Módulo de gestión de clientes y cartera.

Fuente: el autor.

## PRESUPUESTO

El presupuesto se ha dividido en cuatro rubros, a saber, proveedores, bancos, arriendo y servicios públicos; de tal manera que el usuario pueda cambiar los montos de los presupuestos según su necesidad. El presupuesto se alimenta de la gestión del flujo de caja, así, cuando se registra una salida de efectivo (obligación), se ve reflejada en el presupuesto del mes de dos maneras, en primer lugar, se aprecia el total del dinero invertido en cada rúbrica y, en segundo lugar, se calcula el saldo que falta para invertir o el monto en que se ha sobrepasado el presupuesto, para que de esta forma, el tendero pueda tomar decisiones sobre la manera en la cual administrar los recursos (Ver Figura 8a).

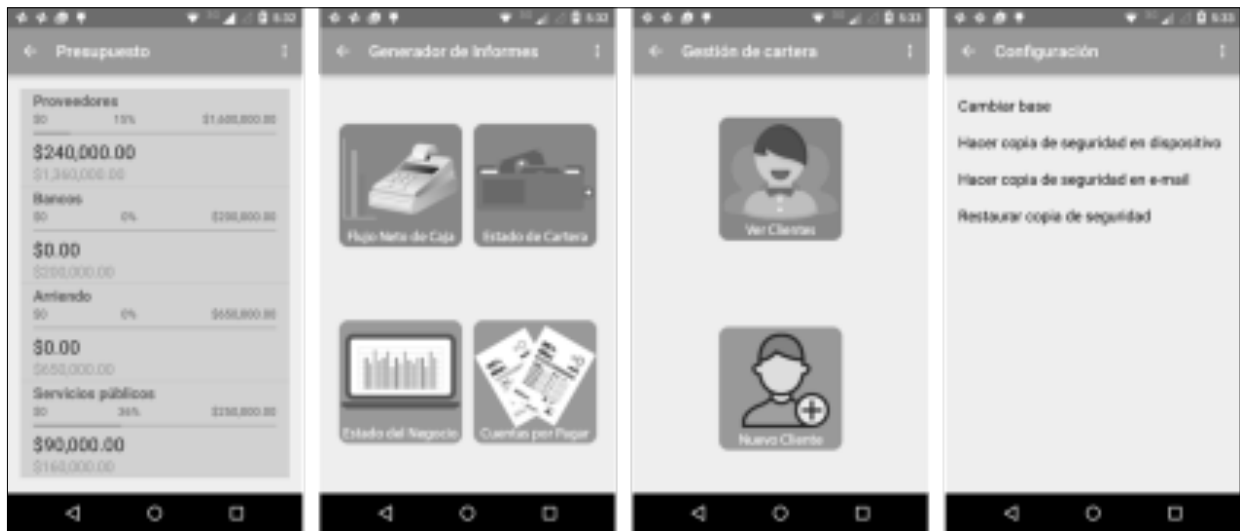
### Calendario

En el módulo de calendario, el usuario podrá crear y administrar eventos, los cuales no son más que recordatorios del cuándo, cuánto y a quién le debe realizar pagos, con miras a construir una cultura de buena administración del dinero para poder cumplir con las obligaciones financieras adquiridas. Una vez generado el evento dentro del aplicativo, se redirige al calendario del dispositivo para que ocasionar el recordatorio respectivo (Ver Figura 8b).

### Informes

Tal vez el módulo más significativo, en la medida que es el módulo que más instrumentos brinda para la toma de decisiones. Al interior del módulo se encuentran las utilidades para realizar informes de flujo neto de caja mensual y diario, estado de cartera, estado del negocio y cuentas por pagar. Los informes del flujo neto de caja permiten visualizar, gráfica y numéricamente, los ingresos y egresos del periodo convergiendo en el flujo neto de caja, un apartado faculta para estudiar el historial de los movimientos del periodo.

El informe de estado de cartera presenta el total de endeudamientos que tienen los clientes con el ente financiero discriminado por cliente. El estado del negocio relaciona el saldo en caja con el total de la cartera y las cuentas por pagar. Finalmente se encuentra el informe de cuentas por pagar, el cual evidencia los compromisos de pago del usuario que decantan en el total adeudado (Ver Figura 8c).



**Figura 8.** (a) Módulo de presupuesto (b) Generador de informes (c) Gestión de cartera (d) Configuración. **Fuente:** el autor.

### Configuración

El último, pero no menos importante, módulo de configuración posibilita cambiar el monto de la base de la caja, de la misma manera como crear y restaurar copias de seguridad del sistema, bien sea en el mismo dispositivo móvil como en el correo electrónico (Ver Figura 8d).

## CONCLUSIONES

Existe una necesidad imperiosa de quitar la ceguera tecnológica que tienen los empresarios latinoamericanos, incluidos los tenderos colombianos, para que, adoptando sistemas de información, mejoren los indicadores de sus comercios. El tomar esta decisión, aparte de incrementar el “goodwill” de la organización, tiene una relación directamente proporcional sobre la buena administración del negocio, obligando a que el administrador cada día se preocupe, en primer lugar, por registrar sus operaciones, revisar sus indicadores y tomar acciones que permitan tomar correctivos y crecer.

El estudio en el que estuvo inmerso el desarrollo de la aplicación móvil permitió establecer que es factible que los tenderos utilicen la aplicación como herramienta de trabajo, y la revisión de portales que ofrecen

aplicaciones móviles decantó en el hecho en que no hay aplicaciones para administrar tiendas de barrio en el mercado, por este motivo, SENA Market es un producto de *software* con gran potencial de descarga.

La aplicación para dispositivos móviles SENA Market es una herramienta útil para la gestión de las tiendas clasificadas como microempresas y potencialmente útil para otro tipo de negocios con características similares. El uso de esta aplicación impulsará la gestión de las tiendas de barrio maximizando la información procedente de la misma actividad comercial, permitiendo identificar y minimizar riesgos asociados a una deficiente administración.

SENA Market está disponible en tiendas virtuales de manera gratuita y la herramienta se amplía para estar al día con la nueva legislación tributaria colombiana.

## REFERENCIAS

Cobo, J. C. (2009). “El concepto de tecnologías de la información. Benchmarking sobre las de nociones de las TIC en la sociedad del conocimiento”. *Zer*, 14(27), págs. 295-318.



- Departamento Administrativo Nacional de Estadística-DANE. (2016). *Indicadores básicos de tenencia y uso de tecnologías de la información y comunicación - TIC en microestablecimientos 2015*. Bogotá.
- Gálvez, E. J., Riascos, S. C., & Contreras, F. (2014). "Influencia de las tecnologías de la información y comunicación en el rendimiento de las micro, pequeñas y medianas empresas colombianas". *Estudios Gerenciales*(30), págs. 355-364.
- Guptaa, P., Seetharamana, A., & Raj, J. R. (2013). "The usage and adoption of cloud computing by small and medium businesses". *International Journal of Information Management*(33), págs. 861-874.
- Hoosa, E., Grögera, C., & Mitschang, B. (2014). "Mobile Apps in Engineering: A Process-Driven Analysis of Business Potentials and Technical Challenges". 9th CIRP Conference on Intelligent Computation in Manufacturing Engineering - CIRP ICME '1, págs. 17-22. Nápoles: Elsevier.
- Jones, C., Mottab, J., & Alderete, M. V. (2016). "Gestión estratégica de tecnologías de información y comunicación y adopción del comercio electrónico en Mipymes de Córdoba, Argentina". *Estudios Gerenciales*(32), págs. 4-13.
- Lantzosa, T., Koykoyrisa, G., & Salampasis, M. (2013). "FarmManager: an Android application for the management of small farms". 6<sup>th</sup> International Conference on Information and Communication Technologies in Agriculture, Food and Environment (HAICTA 2013), págs. 587-592. Serres: Elsevier.
- Liberona, D., & Ruiz, M. (2013). "Análisis de la implementación de programas de gestión del conocimiento en las empresas chilenas". *Estudios Gerenciales*, 29(127), págs. 151-160.
- Ortega, C. A. (2014). "Inclusión de las TIC en la empresa colombiana". *Suma de Negocios*, 5(10), págs. 29-33.
- Páramo, D. (2012). "Tiendas de barrio en Colombia". *Pensamiento & Gestión*(32), VII-XI.
- Verkasalo, H., López-Nicolás, C., J., M. C. F., & Bouwman, H. (2010). "Analysis of users and non-users of smartphone applications". *Telematics and Informatics*(27), págs. 242-255.

# Nueva visión sobre la informalidad de las MIPYMES del área metropolitana de Bucaramanga, Santander - Causas y efectos

New Vision on the Informality of the Msmees of the Metropolitan Area of Bucaramanga, Santander - Causes and Effects

Recibido: 26-05-2017  
Aceptado: 01-09-2017

**ORLANDO CELIS SALAZAR<sup>1</sup>**

Autor

**CESAR AUGUSTO SILVA GIRALDO<sup>2</sup>**

Coautor

## Resumen

El presente artículo es el resultado de la investigación, estudio de la informalidad en las MIPYMES en la ciudad de Bucaramanga, Santander causas y efectos en el año 2016, y analiza cómo la informalidad de las MIPYMES en el área metropolitana de Bucaramanga, genera impedimentos para su desarrollo, crecimiento e internacionalización.

Para tal fin, se llevó a cabo un estudio descriptivo que proporcionó una respuesta al análisis de la informalidad en las MIPYMES del área metropolitana de Bucaramanga. Para tal fin, se utilizó el método deductivo. Las fuentes secundarias estuvieron constituidas por artículos e informes que se obtuvieron a través de la consulta en las páginas de Internet, necesarias para llevar a cabo la investigación.

Entre sus principales resultados se estableció que; un 54,6% de las MIPYMES no se encuentran formalizadas en el área metropolitana de Bucaramanga, un factor que impide el cumplimiento de sus obligaciones legales y que limita la capacidad de la empresa para crecer y desarrollarse.

La informalidad constituye una barrera de mercado, ante la imposibilidad de las empresas para

- 1 Colombiano. Administrador de Empresas. Especialista en Gerencia Financiera. Especialista en Gerencia Estratégica Grupo de Investigación en Desarrollo Humano, Tejido Social e Innovaciones Tecnológicas - GIDTI. Docente Investigador del programa de Administración de Empresas de la Corporación Universitaria Minuto de Dios, Uniminuto. celisor@hotmail.com
- 2 Colombiano. Administrador de Empresas. Especialista en Gestión de Proyectos. MBA - Magíster en Dirección y Administración de Empresas con Especialidad en Comercio Internacional. Grupo de Investigación en Desarrollo Humano, Tejido Social e Innovaciones Tecnológicas - GIDTI. Docente Investigador de programas de postgrado de la Corporación Universitaria Minuto de Dios, Uniminuto. cesarsilvagiraldo@gmail.com

Este estudio inicio en julio de 2016 y finalizó en noviembre de 2016. La entidad que financió y ejecutó fue la Corporación Universitaria Minuto de Dios, Uniminuto, Regional Santander.

competir en igualdad de condiciones, en mercados que exigen el cumplimiento de requisitos legales para comercializar y realizar negocios. Esta no se reduce al incumplimiento de normas legales, dentro de este concepto es necesario tener en cuenta que la no adopción e implementación de buenas y adecuadas prácticas empresariales que le posibiliten la inserción y permanencia en las dinámicas del mercado local y regional, constituyen y caracterizan una informalidad administrativa y organizacional.

**Palabras clave:** MIPYMES, informalidad empresarial, competitividad, formalización empresarial, crecimiento, desarrollo, internacionalización.

## Abstract

The present article is the result of the investigation, study of the informality in the MIPYMES in the city of Bucaramanga, Santander causes and effects in the year 2.016, seeking to analyze how the informality of the MSMEs in the metropolitan area of Bucaramanga, generates impediments to its development, growth and internationalization.

For this purpose, a descriptive study was carried out that provided a response to the analysis of informality in MSMEs in the metropolitan area of Bucaramanga. For this purpose the deductive method was used. The secondary sources were constituted by articles and reports that were obtained through the consultation in the pages of Internet, necessary to carry out the investigation, that bases the article.

Among its main results it was established that; 54,6% of MSMEs are not formalized in the metropolitan area of Bucaramanga, a factor that impedes the fulfillment of their legal obligations and that limits the capacity of the company to grow and develop.

Informality constitutes a market barrier, given the impossibility of companies to compete on equal terms, in markets that demand compliance with legal requirements to market and conduct business.

The informality of MSMEs is not limited to non-compliance with legal norms, within this concept

it is necessary to take into account that the non-adoption and implementation of good and adequate business practices that allow the insertion and permanence in the local and regional market dynamics, constitute and characterize an administrative and organizational informality.

**Keywords:** MIPYMES, Business Informality, Competitiveness, Business Formalization, Growth, Development, Internationalization.

## INTRODUCCIÓN

Las MIPYMES, constituyen el principal componente económico y empresarial del área metropolitana de Bucaramanga.

De acuerdo con la revista *Portafolio* “En la ciudad existen más de 45.000 microempresas que trabajan en todos los renglones productivos. Solo en calzado se producen anualmente 12 millones de pares de zapatos que representan ventas por 420.000 millones de pesos, en 4.000 empresas que generan 130.000 empleos” (*Portafolio*, 2011).

“as micro, pequeñas y medianas empresas se han venido convirtiendo en los principales protagonistas del desarrollo de las regiones en Colombia, por su impacto en los indicadores macroeconómicos. Según el Dane, las MIPYMES generan alrededor de 67% del empleo y aportan 28% del Producto Interno Bruto (PIB), de igual manera el Registro Único Empresarial y Social (RUES), establece que en el país el 94,7% de las empresas registradas son microempresas y 4,9% pequeñas y medianas (Colombia, 2017).

En el área metropolitana de Bucaramanga, de acuerdo con el observatorio de Competitividad, el 99,7% de empresas creadas de acuerdo al tamaño son micro, 0,03% mediana y el 0,01% pequeñas, siendo el emprendimiento el gran generador de desarrollo en la región (Cámara de Comercio de Bucaramanga, 2016).

Las MIPYMES se constituyen en la economía vertebral de la ciudad más cuando las grandes empresas no han encontrado asiento como sucede en ciudades como Bogotá, Medellín, Cali o Barranquilla.

Al respecto en la revista *Portafolio* afirma que “Las MIPYMES y PYMES son el motor de nuestra economía al punto que el Banco Interamericano de Desarrollo escogió a la ciudad Bucaramanga como una de las 8 ciudades con más sostenibilidad económica en Latinoamérica y el Caribe” (*Portafolio*, 2011).

Las MIPYMES del área metropolitana de Bucaramanga constituyen el eje central de la generación de empleo en la ciudad. La penetración es tan elevada que los sectores de joyería, calzado y confecciones generan el 62% de los empleos directos locales (Cámara de comercio de Bucaramanga, 2016).

No obstante, es importante tener en cuenta que la informalidad es un factor negativo que afecta la competitividad y la proyección y desarrollo de dichas empresas, una informalidad que implica que más de la mitad de dichas empresas, no paguen impuestos, no posean registro mercantil o no afilien a los trabajadores a la seguridad social, eventos que además de generar alto riesgo de sanciones, cierres o procesos laborales y civiles, impidan que las empresas accedan a las herramientas institucionales, crediticias o de promoción empresarial al que acceden las empresas formalizadas.

Por ello la presente investigación se orienta, analizar como la informalidad de las MIPYMES en el área metropolitana de Bucaramanga, genera impedimentos para su desarrollo, crecimiento e internacionalización.

Al reflexionar sobre tales aspectos se podrá conocer y profundizar sobre los inconvenientes que originan al interior de las organizaciones una informalidad, que restringe el radio de acción de las MIPYMES, y reduce sus posibilidades de crecimiento y desarrollo.

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Tal como lo expresa la *Revista Dinero* “Para el año 2013 la informalidad empresarial en Bucaramanga fue de 56,9%, en el año 2014 de 55%, y en el año 2015 de 54,6%” (*Dinero*, 2015).

Una alta informalidad que afecta las MIPYMES y su capacidad para constituirse como sociedades que pueden acceder a programas y operar formalizadamente, con cumplimiento de las normas que le permiten a una empresa, desarrollarse, operar y competir en diversos mercados. Esta informalidad lejos de disminuir tiende a acrecentarse tal como lo expresa la Cámara de Comercio de Bucaramanga (Cámara de Comercio de Bucaramanga, 2011).

En los resultados para Santander se aprecia una reducción en el número de pequeñas y medianas empresas constituidas en la Cámara de Comercio de Bucaramanga. Durante el primer semestre de 2016 se matricularon 18 compañías en el rango con un valor aproximado en sus activos de 20 mil millones de pesos (Cámara de Comercio de Bucaramanga, 2011).

Un pequeño número de empresas frente al universo de 45.000 MIPYMES que se considera desarrollan sus actividades en el área metropolitana de Bucaramanga, situación que se hace más problemática en la medida que estas nuevas empresas no hacen parte de sectores tradicionales y representativos de la ciudad tales como los del calzado, joyas y metalmecánica, porque tal como lo expresa la Cámara de Comercio de Bucaramanga; la mayor parte de los nuevos capitales llegaron a la actividad del transporte, seguida por los servicios y construcción, esta última con tres sociedades dedicadas a obras de ingeniería civil y una a edificaciones. Se destaca también que todas las inversiones se ubicaron en el área metropolitana de Bucaramanga, ratificando su papel como epicentro de negocios en el departamento (Cámara de Comercio de Bucaramanga, 2011).

Existe por lo tanto una informalidad, que se debe analizar, en el mediano y largo plazo, formulando medidas que incentiven y dinamicen los procesos de formalización de las MIPYMES en el área metropolitana de Bucaramanga.

## MARCO CONCEPTUAL

### *Concepto de MIPYMES*

De acuerdo a la ley 905 de 2004 Se entiende en Colombia, MIPYME las micro incluidas las famiem-

presas pequeña y mediana empresa, como toda unidad de explotación económica, que realiza una persona natural o jurídica, en actividades de tipo empresarial, agropecuaria, industrial, comercial o de servicio, rural o urbana (Ministerio Industria y Turismo, 2004). Estableciendo los siguientes parámetros:

### **Mediana empresa**

Planta de personal entre cincuenta y uno (51) y doscientos (200) trabajadores, o activos totales por valor entre cinco mil uno (5.001) a treinta mil (30.000) salarios mínimos mensuales legales vigentes.

### **Pequeña empresa**

Planta de personal entre once (11) y cincuenta (50) trabajadores, o activos totales por valor entre quinientos uno (501) y menos de cinco mil (5.000) salarios mínimos mensuales legales vigentes.

### **Microempresa**

Planta de personal no superior a los diez (10) trabajadores o, activos totales excluida la vivienda por valor inferior a quinientos (500) salarios mínimos mensuales legales vigentes.

## **Concepto de Informalidad**

Para el Departamento Nacional de Planeación DNP (2007), una empresa es informal cuando, desempeñando una actividad económica legal, no cumple con los requisitos exigidos por el Estado.

El Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (2009) definió la informalidad como: La ejecución de una actividad económica sin sujeción a las obligaciones establecidas para el desarrollo de la misma, por parte de la normatividad vigente (por ejemplo, el pago de impuestos, el registro mercantil o la afiliación de los trabajadores a la seguridad social), esto es, el no cumplimiento de las obligaciones legales por parte de la empresa.

Confecámaras y las Cámaras de Comercio del país, amplían dicha definición expresando que “Una

empresa es informal cuando, desempeñando una actividad económica legal, no cumple con los requisitos exigidos por el Estado, ni desarrolla buenas prácticas empresariales” (Comfecámaras, 2011).

Esto implica que las buenas prácticas empresariales, entendidas estas como procesos de organización, ejecución, dirección, administración y control, son aspectos que determinan la informalidad de una empresa.

No solo se trata de incumplir las normas que regulan la actividad empresarial, y en este sentido son exigidas por diferentes entidades del Estado, la formalidad debe estar acompañada, por las buenas prácticas que de acuerdo con la Cámara de Comercio de Medellín, hacen referencia a cualquier actuación de una organización, que mejore en forma significativa un producto, un proceso o una situación. Se dan en empresas que presentan estrategias y acciones dirigidas a lograr negocios rentables pero conscientes de los actores que las rodean, desde el medioambiente hasta sus colaboradores y pueden darse en cualquier ámbito de la empresa: “Diseño de políticas, gestión de servicios u optimización de procesos, entre otras” (Cámara de Comercio de Medellín, 2013).

## **La informalidad de las PYMES causas y efectos**

Comfecámaras expresa que; desde la óptica de la informalidad como una decisión que maximiza el beneficio, se esperaría que todo aquel que opera en la informalidad lo haga porque es más rentable económicamente. Es decir que los costos de la formalidad, fijos y variables, son suficientes para disuadir al empresario de ser formal.

Sin embargo, esta aproximación debe ser complementada con el hecho que la formalidad puede influir positivamente en el desempeño de la empresa, de tal manera que el emprendedor no debería tener en cuenta únicamente el costo inmediato de ser formal sino también el flujo de beneficios que podrían derivarse de operar formalmente. Un aspecto a notar sobre esto último es que mientras los costos de ser formal son claros y fácilmente mensurables, para el empresario el flujo de beneficios potenciales es incierto (Comfecámaras, 2011).

Teniendo en cuenta dichos aspectos, es evidente que muchas MIPYMES prefieran la informalidad a la formalidad, porque al no formalizar la empresa, no incurren en costos de registros, no pagan impuestos, no se ven obligados a la formalidad de la seguridad social y el pago de pensiones y parafiscales.

Por ello es evidente que los costos son menores inicialmente en la informalidad, pero ello implica un alto riesgo de costos en el horizonte de vida de la empresa, si se presentan por ejemplo accidentes o enfermedades laborales, si la empresa es demandada por sus trabajadores por el no pago de seguridad social o parafiscales, entre otros posibles eventos.

En esta dirección es importante tener en cuenta cuando Salinas Loaiza plantea que “La dinámica empresarial en el país ha volcado a las empresas a contar con una ventaja diferenciadora que les permita ser competitivas en el mercado, generando un ambiente de rivalidad agresiva en el cual sobrevive el más fuerte en términos de costos, servicios y oportunidad; para las MIPYMES una vez identificadas algunas causas internas o de manejo, se suma el tema de informalidad en cuanto al reporte oportuno y acertado de la información real de sus empresas ante entidades de control y vigilancia, esto con el fin de tratar de no pagar impuestos, seguridad social a sus empleados, bajando de esta manera poco ortodoxa sus costos y provocando con ello una situación de competencia desleal en el mercado que poco después, será contraproducente para el mismo empresario pues es una realidad que baja sus costos pero se expone a multas, sanciones, demandas, deterioro de su imagen corporativa que terminan por destruir la gestión de la empresa” (Salinas, J. F., 2013).

Los beneficios para el empresario en la informalidad, son otro aspecto que impacta sobre las MIPYMES, porque; tal como lo expresa Comfecámaras “La informalidad no es un camino para mejorar el desempeño de la empresa, pues el magro ahorro que se obtiene al no registrarse, es superado por el flujo de beneficios que percibe la empresa al formalizarse y por lo tanto facilitar su proceso de crecimiento” (Comfecámaras, 2011).

Pero la informalidad no puede sujetarse al incumplimiento de normas legales para la constitución y

operación de empresas, por tanto es necesario promover en el empresario, la adopción e implementación de buenas y adecuadas prácticas empresariales que le posibiliten la inserción y permanencia en las dinámicas del mercado local y regional.

La informalidad implica no poder acceder a programas de emprendimiento, de capacitación, desarrollo y crecimiento empresarial, de promoción de exportaciones, de incentivos e iniciativas gremiales que beneficien a las MIPYMES. Por ello, tal como lo plantea Comfecámaras “La informalización se convierte más en una barrera del mercado que una obligación legal” (Comfecámaras, 2011).

### ***La informalidad de las pymes de la ciudad de Bucaramanga y sus efectos***

De acuerdo con la *Revista Dinero* “Al analizar la situación de informalidad empresarial por ciudades, existe una tendencia a que las ciudades de la zona norte del país sean las más afectadas por la informalidad. Tanto Barranquilla, como Bucaramanga y Cartagena poseen no solo los porcentajes de incidencia más altos sino también en dos de estas ciudades la tendencia de su crecimiento es de las más altas” (*Dinero*, 2015).

Esta informalidad impide que las empresas, sean competitivas y que tengan los fundamentos legales para evolucionar y crecer en forma significativa, que aumenten su producción y que cuenten con créditos formalizados para evitar, como ocurre con frecuencia se incremente su nivel de endeudamiento, principalmente con los proveedores debido a un aumento en la demanda de materias primas e insumos. Al no estar las MIPYMES formalizadas es imposible que estas empresas dejen de depender de deudas con proveedores debido a que al sistema crediticio, no le genera confianza prestar a empresas que no están debidamente registradas.

Esta es una de las limitantes que impide a las MIPYMES no legalizadas ser competitivas al no contar con recursos suficientes para expandir su planta de trabajo y poder aumentar la producción, indispensable para consolidarse en el mercado interno y abrirse a mercados externos.



## Internacionalización de las MIPYMES

De acuerdo con el boletín económico regional del Banco de la República (2013), entre las amenazas que enfrentan las MIPYMES santandereanas se encuentran:

- Dificil acceso a la tecnología de punta.
- Escasez de capital para modernizar las plantas.
- Dificultades para abrir y ampliar mercados externos.
- Problemas de diseño, adecuación y calidad de los productos de exportación.
- Dificultades para garantizar la estabilidad de la oferta.
- Ausencia de economía de escala.
- Falta de Culturas: Exportadora y Asociatividad.

En esta problemática se destaca un hecho fundamental, existen dificultades financieras, pero los mayores problemas están articulados con la internacionalización de las empresas: falta de cultura exportadora, dificultades para abrir y ampliar mercados externos, falta de asociatividad, escaso diseño, adecuación y calidad de los productos, además de que obviamente una producción limitada y la carencia de recursos financieros limitan cualquier posibilidad de orientarse hacia el mercado exterior. Esta situación se agrava cuando se trata de MIPYMES no formalizadas, generando mayores limitantes:

- Dificultad para el acceso a la tecnología de punta, por falta en el cumplimiento de requisitos legales, por tanto no se puede acceder a planes y programas de innovación, tecnología y crédito formal financiero.
- Dificultades para abrir y ampliar mercados externos, por falta de registro, incumplimiento de requisitos legales y aduaneros.
- Problemas de diseño, adecuación y calidad de los productos, para que estos cumplan con las exigencias de los mercados externos, ante la

imposibilidad de las empresas por hacer parte de programas de calidad y certificarse.

- Dificultades para garantizar la estabilidad de la oferta, por la dependencia del crédito de proveedores.
- Falta de Culturas: Exportadora y de Asociatividad, por la imposibilidad de hacer parte de programas y planes que faciliten el desarrollo de dichas variables, como resultado de una barrera natural hacer parte de los mismos, por parte de las empresas que no se han registrado, y no cumplen con los requerimientos mínimos para constituir legalmente una empresa.

Para hacer más evidente, la dificultad para exportar e internacionalizarse por parte de las MIPYMES no formalizadas, en la tabla 1, se observan los indicadores de competitividad y el escalafón en el que se encuentran las MIPYMES del departamento de Santander, en concreto en la ciudad de Bucaramanga y su área metropolitana.

Son tres indicadores: Escalafón de competitividad, Doing Business subnacional y el Indicador Global de Competitividad; el primero hace referencia al puesto ocupado por las empresas de Santander y los dos últimos al puesto ocupado por la ciudad de Bucaramanga.

De acuerdo con la tabla 1, en el escalafón de competitividad el departamento de Santander ocupa el puesto 4 entre 29 departamentos objeto de estudio y en sus diferentes variables ocupa el puesto dos en fortaleza de la economía, en infraestructura el segundo puesto, en capital humano el primero, en ciencia y tecnología el cuarto y es considerado como colero, en finanzas y gestión públicas el primero y es alto.

Según el Doing Business subnacional, que mide la facilidad para hacer negocios, Santander ocupa el puesto 18 de los 21 departamentos objeto de estudio, estando mal ubicado en factores como apertura de una empresa, obtención de permisos de construcción y registro de propiedades.

**Tabla 1.** Indicadores de competitividad.

Fuente: Ministerio de Comercio, Industria y Turismo - Oficina de Estudios Económicos (2014).

| <b>Indicador</b>                                                                                                     | <b>Posición/ Calificación Criterios</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Escalafón de competitividad</b><br>29 departamentos<br>5 indicadores                                              | <b>Puesto 4/29</b><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Fortaleza de la Economía (2. Medio Alto)</li> <li>• Infraestructura (2. Lider)</li> <li>• Capital Humano (1. Líder)</li> <li>• Ciencia y Tecnología (4. Colero)</li> <li>• Finanzas y Gestión Públicas (1. Alto)</li> </ul>                                                    |
| <b>Doing Business subnacional</b><br>21 ciudades<br>5 indicadores<br>(Banco Mundial, 2010)                           | <b>Puesto 18/21</b><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Apertura de una empresa (15)</li> <li>• Obtención de permisos de construcción (19)</li> <li>• Registro de propiedades (17)</li> <li>• Pago de impuestos (8)</li> <li>• Cumplimiento de contratos (7)</li> </ul>                                                               |
| <b>Indicador Global de Competitividad</b><br>22 ciudades<br>8 factores<br>(Observatorio del Caribe Colombiano, 2012) | <b>Puesto 3/22</b><br><ul style="list-style-type: none"> <li>• Capital Humano (1)</li> <li>• Ciencia y tecnología (4)</li> <li>• Infraestructura (7)</li> <li>• Finanzas (2)</li> <li>• Medio ambiente (20)</li> <li>• Fortaleza económica (4)</li> <li>• Internacionalización de la economía (8)</li> <li>• Finanzas Públicas (3)</li> </ul> |

Esta baja ubicación es un reflejo de la informalidad de un alto porcentaje de las PYMES: un 54,6%, en el año 2015.

El índice Global de Competitividad que se realiza sobre ciudades y en el que Bucaramanga representa al departamento de Santander, permite establecer que la ciudad se encuentra en el tercer puesto destacándose capital humano, finanzas, fortaleza económica y finanzas públicas, mientras que en materia de internacionalización de la economía se encuentra en una mediana posición y en medio ambiente en mala posición.

Por lo tanto, aunque puede hablarse de competitividad en general para el departamento de Santander, dada su posición en el escalafón de competitividad y el indicador global de competitividad, es evidente que las MIPYMES del área metropolitana de Bucaramanga no son competitivas, cuando se hace relación a la facilidad de hacer negocios, aspecto que es fundamental para el proceso de internacionalización, que requiere de una formalidad y una supra estructura legal que permita, la realización de los mismos, en las dos direcciones: hacia el exterior e internamente.

## METODOLOGÍA

El tipo de investigación desarrollado para la elaboración del artículo fue el descriptivo porque proporcionó una respuesta al análisis de la informalidad en las MIPYMES de la ciudad de Bucaramanga. Para tal fin se utilizó el método deductivo. Las fuentes secundarias estuvieron constituidas por artículos e informes que se obtuvieron a través de la consulta en las páginas de internet, necesarias para llevar a cabo la investigación.

## RESULTADOS

Las MIPYMES generan alrededor de 67% del empleo y aportan 28% del Producto Interno Bruto (PIB).

En el área metropolitana de Bucaramanga el 99,7% de empresas creadas de acuerdo al tamaño son micro, 0,03% mediana y el 0,01% pequeñas.

Existe un alto porcentaje: un 54,6% de MIPYMES no formalizadas en la ciudad de Bucaramanga, un factor que impide el cumplimiento de sus obligaciones legales y que limita la capacidad de la empresa para crecer y desarrollarse.

## CONCLUSIONES

Las MIPYMES son el sector empresarial más importante de la ciudad de Bucaramanga, de allí que la informalidad de un amplio porcentaje de dicha empresa es un obstáculo y al mismo tiempo un reto para el crecimiento y el desarrollo de dicho sector.

La informalidad constituye una barrera de mercado, ante la imposibilidad de las empresas para competir en igualdad de condiciones, en mercados que exigen el cumplimiento de requisitos legales para comercializar y realizar negocios.

La informalidad de las MIPYMES no se reduce al incumplimiento de normas legales, dentro de este concepto es necesario tener en cuenta que la no adopción e implementación de buenas y adecuadas prácticas empresariales que le posibiliten la inserción y permanencia en las dinámicas del mercado local y regional, constituyen y caracterizan una informalidad administrativo y organizacional.

Las estrategias para mejorar la competitividad de PYMES de la ciudad de Bucaramanga e internacionalizar a dichas empresas deben partir de un proceso de formalización que facilite a dichas empresas acceder al crédito financiero formal, ser parte de programas y planes de ampliación, innovación y competitividad.

## REFERENCIAS

- Colombia, M. (2017). "MIPYMES generan alrededor del 67% del empleo en Colombia". *Dinero.com*. Tomado de: <http://www.dinero.com/edicion-impres/pymes/articulo/evolucion-y-situacion-actual-de-las-mipymes-en-colombia/222395>
- Cámara de Comercio de Bucaramanga. (2011). "Nuevas Pymes". Tomado de: <http://www.camaradirecta.com/temas/documentos%20pdf/informes%20de%20actualidad/2016/pymes%20l%20semestre.pdf>
- Cámara de Comercio de Medellín. (2013). "Buenas Prácticas empresariales". Tomado de: <http://www.camaramedellin.com.co/site/Servicios-Empresariales/Consolidacion-empresarial/Buenas-practicas-empresariales.aspx>
- Cámara de Comercio de Bucaramanga. (2016). Tomado de: <http://www.camaradirecta.com/temas/documentospdf/informesdeactualidad/2017/nuevasempresas.pdf>
- Comfecámaras. (2011). "Impacto de la formalización empresarial en Colombia". Tomado de: <http://www.observatoriovalle.org.co/wp-content/uploads/2013/01/cuadernodeanlisisconmicono-1-130102151103-phpapp01.pdf>
- Departamento Nacional de Planeación - DNP (2015). "La clasificación por tamaño empresarial en Colombia: Historia y limitaciones para una propuesta". Tomado de: <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/EstudiosEconomicos/434.pdf>
- Dinero*. (2015). "La informalidad en Colombia recupera Fuerzas". Tomado de: <http://www.dinero.com/economia/articulo/informalidad-colombia-2015/212697>
- Estudios económicos. (2014). Mincit.gov.co. Tomado de: [http://www.mincit.gov.co/publicaciones/17/estudios\\_economicos](http://www.mincit.gov.co/publicaciones/17/estudios_economicos)
- Ministerio Industria y Turismo. (2004). "Definición de tamaño empresarial micro, pequeña, mediana o grande empresa", Mincit.gov.co. Tomado de: [http://www.mincit.gov.co/loader.php?lServicio=Documentos&lFuncion=verPdf&id=79127&xname=Ley\\_905\\_de\\_agosto\\_2\\_de\\_2004.pdf&prefijo=file](http://www.mincit.gov.co/loader.php?lServicio=Documentos&lFuncion=verPdf&id=79127&xname=Ley_905_de_agosto_2_de_2004.pdf&prefijo=file)
- Portafolio*. (2011). "MIPYMES sostienen la economía de Bucaramanga". Tomado de: <http://www.portafolio.co/negocios/empresas/pymes-sostienen-economia-bucaramanga-154614>

Salinas Loaiza, J. F. (2013). "Problemática que afrontan las pequeñas y medianas empresas en Colombia por falta de un sistema de control Bogotá: Universidad Militar Nueva Granada". Tomado de: <http://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/11148/1/SalinasLoaiza-JohnFredy2013.pdf>

# Las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la formación para el trabajo: un relato desde el Servicio Nacional de Aprendizaje - SENA, Colombia

Information and Communication Technologies in Training for Work:  
a Story from the National Apprenticeship Service - SENA, Colombia

Recibido: 1-06-2017

Aceptado: 16-09-2017

**JOSÉ LUIS GUZMÁN ORTIZ<sup>1</sup>**

**WILBER EUSTORGIO ÁLVAREZ ÁLVAREZ<sup>2</sup>**

**MIGUEL ALFONSO OVIEDO GÓMEZ<sup>3</sup>**

## Resumen

Los cambios que se han generado a nivel mundial en todos los campos de actuación del ser humano, exigen del hombre el desarrollo de competencias que le permitan dar respuesta inmediata a los problemas del entorno en que se desenvuelve, para lo cual se hace importante formar al ser en este sentido. En este sentido, las tecnologías de la información y la comunicación han pasado de ser de simples aparatos para realizar tareas complejas a convertirse en herramientas que intervienen, facilitan y mejoran la vida diaria de todas las personas.

Al respecto, la educación en todos sus niveles no ha sido la excepción, razón por la cual se ha visto en la necesidad de resignificar la forma como se venían concibiendo los procesos de enseñanza-aprendizaje. Así, en Colombia la modalidad denominada como Educación para el Trabajo y el Desarrollo Humano (antes educación no formal), siendo parte del servicio público educativo (Artículo 5 de la Ley 115 de 1994) también se ha visto en la necesidad de asimilar los cambios que la incursión de las TICS exige como una forma de asumir la nueva educación del siglo XXI.

Visto esto, en el presente artículo se presenta una relatoría del proceso de conocimiento de las men-

- 1 Colombiano. Instructor del Sena Regional Córdoba. Grupo de Investigación Comercio, Industria y Turismo. jlguzmano@sena.edu.co
- 2 Colombiano. Instructor del Sena Regional Córdoba. Grupo de Investigación Comercio, Industria y Turismo. walvareza@sena.edu.co
- 3 Colombiano. Instructor del Sena Regional Córdoba. Grupo de Investigación Comercio, Industria y Turismo. moviedog@sena.edu.co

cionadas herramientas en el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). Se parte desde una cronología que señala la forma como los diferentes programas de formación técnica fueron incorporando los cambios al currículo para al finalmente evidenciar estos dentro del procesos de enseñanza-aprendizaje que los tutores desarrollan con los aprendices.

**Palabras clave:** TICS, Educación para el trabajo y el desarrollo humano, enseñanza-aprendizaje, educación, competencias.

## Abstract

The changes that have been generated worldwide in all fields of human performance, require man to develop skills that allow him to respond immediately to the problems of the environment in which he develops, for which it is important to train the Be in this sense. In this sense, information and communication technologies have gone from being simple trimmed to perform complex tasks to become tools that intervene, facilitate and improve the daily lives of all people.

In this regard, education at all levels has not been the exception, which is why it has been necessary to reshape the way in which the teaching-learning processes were conceived. Thus, in Colombia, the modality called Education for Work and Human Development (formerly non-formal education), being part of the public educational service (Article 5 of Law 115 of 1994), has also seen the need to assimilate changes That the incursion of TICS demands as a way of assimilating the new education of the 21st century.

Given this, the present article presents a report on the process of assimilation of the mentioned tools in the National Service of Learning (SENA). It starts from a chronology that indicates how the different technical training programs were incorporating the changes to the curriculum to finally highlight these within the teaching-learning processes that the tutors develop with the apprentices.

**Keywords:** TICS, Education for work and human development, teaching-learning, education, skills.

## Las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la formación para el trabajo en el SENA

El Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA, da el mayor salto cualitativo con la integración de las Tecnologías de la información y comunicación (TICS), entre los años del 2006 al 2010, bajo la dirección del doctor Darío Montoya, consagrado en el Plan Nacional de Desarrollo “Estado Comunitario: Desarrollo para todos” 2007-2010.

El SENA al introducir las TIC, retoma el objetivo de la modernización de la infraestructura, actualización y creación de nuevos ambientes de aprendizaje, que motiven la autonomía y la participación del alumno en su proceso de aprendizaje y el trabajo cooperativo, aproximándose a los espacios reales de trabajo, apoyándose en las mencionadas herramientas. También propone el impacto en la productividad y competitividad del país mediante el desarrollo tecnológico, la innovación y el emprendimiento, teniendo como enfoque de formación, “Las competencias Laborales”, entendidas estas como la capacidad de desempeñar funciones productivas con base a las normas de calidad establecidas por el sector productivo.

En este contexto, el Ministerio de Educación Nacional (MEN), ha liderado una política nueva que consiste en la integración de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TICS) en el sistema educativo, en la medida en que se conciben como herramientas eficaces para propiciar equidad, variedad de oportunidades educativas y la democratización del conocimiento. De esta forma, dicho propósito deja claro la necesidad de incentivar, impulsar y favorecer la calidad de la labor del docente como elemento imprescindible en la dinámica de los procesos de enseñanza-aprendizaje y como indicador verídico de la calidad educativa del país.

Así, en alianza con las políticas de Estado y de gobierno, todos los programas ofrecidos por el SENA son ajustados para incorporar las competencias que comprometan a sus aprendices con el emprendi-



miento, el manejo de las TIC, el logro de la competitividad, el desarrollo de tecnología, la producción limpia, entre otras, de forma que sean líderes de la revolución educativa y en el incremento de los niveles de cobertura, pertinencia y calidad de la Formación Profesional que se imparte.

Por ello, uno de los grandes retos es lograr un verdadero sistema masivo de formación virtual, obteniendo un cumplimiento en la meta con 980.633 alumnos matriculados, esto corresponde a un porcentaje de cumplimiento del 280%, por medio de 400 cursos ofertados en formación complementaria y 15 titulaciones en áreas ocupacionales.

Además, se establecieron aulas móviles en diferentes regiones y sectores económicos, en el marco del programa de “Modernización Tecnológica de los Centros de Formación”, para poder llegar a los lugares más apartados del país. De esta forma, a diciembre del 2006 se asignaron 141 Aulas Móviles, distribuidas así: 93 en el sector agropecuario, 31 en el Industrial, 17 en comercio y servicios 15.

Durante la mayor parte del siglo XX, la característica distintiva de la economía en Colombia fue su gran dependencia del sector exportador, fundamentalmente de materias primas e insumos fabriles; mientras que el precario consumo interno se basaba en la importación de bienes industriales y manufacturados.

Tal comportamiento comienza a cambiar luego de la crisis del 1929 y posteriormente con la segunda guerra mundial y el derrumbe de la economía internacional, que llevo a la destrucción del aparato productivo en Europa tras el fin de la segunda guerra mundial (Min Protección Social, 2005).

La política de sustitución de importaciones que impulsó la CEPAL en América Latina desarrolló parte del engranaje productivo de los países de la región, en particular en Colombia que acentuó este desarrollo en la promoción de la industria textil y metalúrgica, y en la consolidación de empresas estatales y de servicios públicos (Min Protección Social, 2009).

Este desarrollo y nuevo modelo económico obligó al país a establecer una política de capacitación técnica de la nueva fuerza laboral y a la creación de instituciones que resolvieran esa creciente demanda. En esta línea, el gobierno conservador de Mariano Ospina Pérez expidió la ley 143 de 1948 que creó las escuelas técnicas dependientes de la división de educación industrial del Ministerio de Educación.

En el año de 1954, el Ministerio de Trabajo creó el Instituto de Capacitación Obrera; solo hasta la creación del SENA, en 1957, el país tiene una institución con una misión y una visión para enfrentar de forma adecuada las nuevas exigencias impuestas por el nuevo modelo “industrial Colombiano”, basado en la política de sustitución de importaciones prevalecientes en el país.

Es en ese contexto que surge el Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA) como una institución educativa de carácter público cuya misión es la formación profesional integral para el trabajo (SENA 2000). Esta institución tiene su origen mediante el decreto ley 118 del 21 de junio de 1957 y su función la estableció el Decreto 164 del 6 de agosto del mismo año “Por el cual se decretan aumentos de salarios, se establece el subsidio familiar y se crea el Servicio Nacional de Aprendizaje”, promulgado bajo el mandato de la Junta Militar de Gobierno del general Rojas Pinilla.

Esta institución nace con el propósito de: “cumplir la función que le corresponde al Estado de invertir en el desarrollo social y técnico de los trabajadores colombianos, ofreciendo y ejecutando la formación profesional integral para la incorporación de las personas en actividades productivas que contribuyan al crecimiento social, económico y tecnológico del país”. (SENA).

Con la creación del SENA se reemplazaron los anteriores esfuerzos por capacitar a la población obrera que sería esencial en la consolidación del nuevo modelo productivo impulsado por la CEPAL. El SENA es una entidad de educación no formal, entendiendo por esta: “La que se ofrece con el objeto de complementar, actualizar, suplir conocimientos

y formar, en aspectos académicos o laborales sin sujeción al sistema de niveles y grados establecidos para la educación formal.” (Oficina Asesora Jurídica Ministerio de Educación Nacional, 2013).

Esta se encuentra además adscrita como ente autónomo del Ministerio del Trabajo, así: “La Ley mantiene la unidad jurídica y organizativa de la Entidad; su carácter estatal de interés público; su dirección y administración tripartita (gobierno, trabajadores y empresarios) en los niveles nacional y regional; su adscripción al Ministerio de Trabajo con carácter descentralizado, es decir, con administración independiente.

Define su misión de invertir en el desarrollo social y técnico de los trabajadores colombianos, ofreciendo y ejecutando la formación profesional integral, en función de las necesidades de desarrollo del país. Establece el manejo autónomo de su presupuesto y el carácter redistributivo de la asignación de los recursos entre regiones, sectores económicos y niveles de la producción”. Por lo que la institución sigue siendo una de las más importantes y extendidas en Colombia, con presencia en casi la totalidad de departamentos y con mayor número de estudiantes que cualquier otra institución educativa.

Originalmente la entidad surgió con el objeto de capacitar de manera mucho más técnica y eficiente a la creciente mano de obra que las empresas colombianas requerían en el marco de la ampliación y búsqueda de nuevos mercados iniciada a finales de la década de los años cincuenta con el modelo sustitutivo. A lo largo de sus casi seis décadas de existencia, la institución ha atravesado por diversos momentos institucionales que constituyen hitos en su desarrollo y consolidación.

Los más relevantes son: Estatuto de la Formación Profesional Integral. Acuerdo 0008, Aspecto que le da autonomía del Ministerio del Trabajo, así: “La Ley mantiene la unidad jurídica y organizativa de la Entidad; su carácter estatal de interés público; su dirección y administración tripartita (gobierno, trabajadores y empresarios) en los niveles nacional y regional; su adscripción al Ministerio de Trabajo con carácter descentralizado, es decir, con administración independiente.

Define su misión de invertir en el desarrollo social y técnico de los trabajadores colombianos, ofreciendo y ejecutando la formación profesional integral, en función de las necesidades de desarrollo del país. Establece el manejo autónomo de su presupuesto y el carácter redistributivo de la asignación de los recursos entre regiones, sectores económicos y niveles de la producción”. Por lo que la institución sigue siendo una de las más importantes y extendidas en Colombia, con presencia en la totalidad de departamentos y con mayor número de estudiantes que cualquier otra institución educativa.

Entre 1957 a 1968, la cobertura de la institución era restringida en la medida que esta solo se enfocaba en el sector más avanzado de la economía y su formación solo se hacía en centros fijos. Del año 1969 a 1974, se incrementó sustancialmente el número de alumnos y se crean los programas de atención urbana y rural que descentralizan la formación impartida por la entidad.

Para los años de 1975 a 1980, se introducen conceptos pedagógicos nuevos como la desescolarización, la participación comunitaria entre otros. Y entre los años de 1980 y 1990, el país ha conformado núcleos urbanos e industriales estables, por ello la entidad desarrolla la política de formación permanente, la división curricular por módulos y la formación a distancia.

La década de los noventa fue de crisis institucional debido al abandono del modelo sustitutivo, la promoción de la reducción drástica del sector público en la prestación de servicios, y a la intempestiva inserción del país en el comercio internacional. Esta nueva realidad llevó al gobierno nacional a expedir la ley 119 de 1994 que reestructuró profundamente la entidad.

En el nuevo milenio, con el país envuelto en nuevos retos políticos y económicos y con la creciente masificación de las Tecnologías Informáticas y de Comunicaciones (TIC), cambiaron también las perspectivas del SENA. El modelo educativo tradicional se reemplazó por un modelo de educación por competencias. En el año 2004, fueron expedidos los decretos 249 y 250 mediante los cua-

les se alteró la planta de personal de la entidad y se activó un nuevo modelo pedagógico que se basaba en la flexibilidad curricular y en la irrupción de las denominadas competencias laborales. Este trabajo tiene como propósito realizar un análisis acerca de la implementación de los postulados que orientan el modelo de aprendizaje por competencias y por proyectos en el SENA, apoyado por tecnologías informáticas y de comunicaciones.

Con lo anterior, aproximarse al SENA y definirla en su estatus de Institución de Educación dentro del sistema educativo colombiano refleja una gran complejidad, que escapa a nuestra lectura en este trabajo. Sin embargo, hay algo nuevo en los del SENA en esta nueva etapa, y es que El SENA es una institución que tiene características de educación formal e informal y está regulada por el Ministerio de la Protección Social, ahora Ministerio de Trabajo. Esto es *sui generis* en esta estructura educativa, y para entender mejor esa característica debemos explorar la metodología de formación y su oferta educativa en la última década.

Retomando la discusión del presente escrito, para el SENA Las Tecnologías de la Información y Comunicación desempeñan un papel fundamental en el propósito de su misión de llevar “Conocimiento para todos los colombianos” a través de sus principales procesos de investigación, formación, aprendizaje, gestión por competencias laborales y de intermediación laboral. El SENA pide para llevar a cabo adecuadamente esa intención es necesario que los usuarios de los servicios TIC entiendan la responsabilidad de dar un buen uso a estos recursos y de respetar los derechos de los demás miembros de la comunidad de aprendizaje de disponer de adecuados niveles de calidad de estos servicios.

Lo que el SENA no desarrolla, es que la innovación es un camino estratégico que siguen las comunidades educativas para responder a dinámicas cambiantes y que junto con la investigación, requiere de la asimilación por parte de las comunidades de una tecnología desarrollada, dominada y aplicada eventualmente en otros campos de actividad, pero cuya puesta en práctica en su contexto organizativo, cultural o técnico constituye una novedad. Así, la innovación educativa, si bien está próxima a

la práctica, implica cambios en el currículo, en las formas de ver y pensar las disciplinas, en las estrategias didácticas desplegadas, y por supuesto, en la gestión de las diferentes dimensiones del entorno educativo.

La innovación es una mejora que se puede medir, es deliberada, duradera y no ocurre con frecuencia. En educación la innovación es relativa al contexto; es decir, las prácticas que son nuevas en una institución se consideran innovación así ya se hayan implementado en otras instituciones, tema muy poco abordado por el SENA, debido a la rigidez de sus programas, basados en competencias laborales, que no permiten la modificación sin la previa aprobación de las mesas sectoriales.

La innovación educativa, es un acto innovador solo si añade algo a la suma de invenciones conocidas de lo contrario solo sería una copia del acto original. Sin embargo en educación para el trabajo, la invención de nuevos métodos, herramientas, contenidos e instrumentos es importante, lo que cobra más relevancia es su uso, apropiación, utilización y difusión por todo el sistema de formación para el trabajo.

La estrategia predominante en el sistema centralizado del SENA, consiste en hacer cumplir los cambios a través de una cadena jerárquica de mando y tiende a ser aplicada más rápidamente en todo el sistema pero rara vez es interiorizada por los que la adoptan. En sistemas no jerárquicos y democráticos, distintos al SENA; la estrategia medular estriba en explicar las razones para introducir la innovación dando a los participantes la oportunidad de aceptar, modificar o rechazar los cambios.

La innovación no implica simplemente la incorporación de recursos tecnológicos en las aulas. Significa una transformación cultural en la manera de gestionar y construir el conocimiento, en las estrategias de enseñanza, en los nuevos paradigmas institucionales, en los roles de los instructores y los aprendices, e incluso en la manera creativa de pensar la educación, la tecnología y al SENA.

Todo proceso de cambio e innovación surge como respuesta a una necesidad, la detección y toma de

conciencia de la existencia de problemas es un aspecto central que posibilita las innovaciones. De este modo, pueden pensarse como un acto deliberado de solución de problemas. Decimos que es una acción deliberada para resaltar su carácter no improvisado; para llevarla a cabo se necesita poner en práctica mecanismos de diagnóstico y de planificación.

El cambio y la innovación, además, implican un acto de creatividad. Al poner en práctica una innovación necesariamente se produce ideas, se adaptan y recrean las propuestas originales dando lugar a nuevas ideas y experiencias.

Para finalizar, es factible afirmar que toda filosofía de la educación se sitúa necesariamente bajo una antropología filosófica; esto equivale a decir que anteriormente a cualquier intento de educación subyace una imagen del ser humano. Al respecto, el filósofo Kant ya se preguntaba ¿qué es el ser humano para que sea educado?, señalando así la dimensión real que una antropología asume en cualquier proceso pedagógico.

Si la educación es un proceso formador de personas, de seres humanos, necesitamos saber de antemano qué es ese ser humano al que pretendemos formar. Y ocurre que al pensar nuestro concepto de ser humano nos encontramos con la cuestión política, pues tal concepto se halla estrechamente relacionado con la sociedad en que dicho ser humano está o estará inserto.

Coherente con la anterior premisa, se presentan dos posibilidades fundamentales para el proceso educativo del SENA: o formar personas comprometidas con el mantenimiento de esta sociedad, o formar personas comprometidas con su transformación.

Por ello, en la historia de la pedagogía y de la educación se pueden observar dos concepciones fundamentales acerca del concepto de ser humano: la esencialista, según la cual aquello que sea el hombre está definido por una esencia anterior y exterior a él, y la existencialista, según la cual el humano se define a posteriori, a través de sus actos, construyendo paulatinamente la esencia de lo que es ese hombre de dentro hacia afuera.

## REFERENCIAS

- Amorós, A. (2011). *Desarrollo e implementación de la Formación por Proyectos en el SENA. Un ejemplo de Buenas Prácticas en la transferencia metodológica*.
- Barbero, J. M. (1996). *Heredando el futuro. Pensar la educación desde La comunicación*.
- Becker, G. (1983). *El Capital humano, un análisis teórico y empírico referido fundamentalmente a la educación*. Editorial Madrid: Alianza.
- Belzunegui, A., & Ignasi, B. (2003). *Flexibilidad y formación: una crítica sociológica al discurso de las competencias*. Barcelona.
- Castells, M. (1999). *La revolución de la tecnología de la información*. Recuperado el 15 de 03 de 2013.
- Castells, M. (2008). *La era de la información, la sociedad en red*. (Vol. I). Cambridge: Siglo XXI editores.
- Cruz Baranda, S. (2000). *Una explicación didáctica a la formación en competencias*. Bogotá: CEDIMPRO.
- Delors, J. (2009). *La educación encierra un tesoro*. UNESCO.
- Departamento Nacional de Planeación. Documento CONPES Social No. 91. Bogotá, 2005.
- Dirección de formación Profesional. Grupo de la innovación de la formación. (2011). Bogotá: SENA.
- Dirección de formación Profesional. Uso apropiado de los servicios TIC. Versión 1.0 2008. Bogotá: SENA.
- Documento Conpes, 3072. Agenda de Conectividad. Bogotá, 2005.
- Documento Conpes 3080 Política Nacional de Ciencia y Tecnología 2000-2002. Bogotá, 2000
- Documento Conpes “Bases de una política de desarrollo productivo basada en la innovación y el desarrollo tecnológico”. SENA, Bogotá. “El Salto Educativo y Cultural”. El Salto social: Bases para el Plan Nacional de Desarrollo 1994-1998. Bogotá, 1995.
- Estándares para el diseño, construcción y montaje de cursos de formación complementaria en ambientes virtuales de aprendizaje*. Bogotá: SENA.
- Greco. (2003). *Crecimiento económico colombiano en el siglo XX: aspectos globales*.

- Gobierno Nacional. *Fundamentos jurídicos de la Agenda de Conectividad*. Bogotá, 2001.
- Márquez, P. (2000). *El impacto de la sociedad de la información en el mundo educativo*. Recuperado el 15 de 02 de 2013, de *Impacto de las TIC en la educación*: Ministerio de Educación Nacional. (2013). Ministerio de educación Nacional. Recuperado el 20 de 02 de 2013, de Ministerio de educación Nacional: [www.mineducacion.gov.co/1621/article-87076.html](http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-87076.html)
- Miñana Blasco, C. (2009). *Fuentes doctrinales de las recientes reformas*. En varios, *La educación superior, tendencias, debates y retos para el siglo XXI*.
- Mora, J. J. (2008). *Sobre-educación en el mercado laboral colombiano*. (U. Externado, Ed.) *Revista de economía institucional*, págs. 293-309.
- Oficina Asesora Jurídica Ministerio de Educación Nacional. (2013). Ministerio de Educación Nacional. Recuperado el 20 de 02 de 2013, de Ministerio de Educación Nacional: <http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-87076.html>
- Parra Pineda, D. M. (2003). *Manual de enseñanza aprendizaje*. Medellín, Antioquia: SENA.
- Plan Nacional de Desarrollo "El Salto Social 1994 -1998". Bogotá, 1994.
- Plan Nacional de Desarrollo "Cambio para construir la paz 1998-2002". Bogotá, 1998.
- Plan Nacional de Desarrollo "Hacia un Estado comunitario 2002-2006". Bogotá, 2002.
- Prats, C. (2007). *Comunicación empresarial 2.0. La función de las nuevas tecnologías sociales en la estrategia de comunicación empresarial*. Barcelona, España.
- Rueda Ortiz, R. (2001). "¿Tecno utopía en la escuela? La necesidad de una pedagogía crítica". *Nómadas*.
- Rueda Ortiz, R. (2007). *Para una pedagogía del hipertexto: Una teoría entre la deconstrucción y la complejidad*. Barcelona: Anthropos.
- SENA. (2003). *Metodología de la formación por proyectos* (Vol. 3). Bogotá: SENA.
- SENA. (2009). *Estatuto de la formación Profesional Integral. Acuerdo 0008 aspectos jurídicos*. Bogotá.
- SENA. (s.f.). SENA. Recuperado el 7 de 03 de 2013, de página oficial SENA: [www.sena.edu.co](http://www.sena.edu.co).
- SENA. Sistema Nacional de Formación para el Trabajo. "Enfoque colombiano". Bogotá, 2003.
- Sánchez, A. *SENA: cuarenta y cinco años. Más de 23 millones de alumnos*. Bogotá, 2002.
- Sierra Pineda, I., & Carrascal Torres, N. (2008). *La gestión de ambientes de aprendizaje y el desarrollo de competencias*. Montería.
- Tobón, S. (2004). *Formación Basada en Competencias*. Bogotá: ECOE.
- "Un plan educativo por la paz". Plan nacional de desarrollo 1998-2002. Cambio para construir la paz. Bogotá, 1999. "Revolución Educativa". Plan Nacional de Desarrollo 2002-2006 hacia un Estado comunitario. Bogotá, 2003.
- Villamil, J. A. (2003). "Productividad y cambio tecnológico en la industria Colombiana". *Economía y desarrollo*.
- Transferencia de tecnología de los proyectos pertenecientes al programa de innovación y desarrollo tecnológico productivo*, SENA. Bogotá, 2006.
- UNESCO. (2005). *Hacia las sociedades del conocimiento*.
- Zuñiga, L., & Enrique. (2003). *Metodología para la elaboración de competencia laboral*. Bogotá: SENA.

# Evaluación del impacto ambiental en biodigestores anaeróbicos en el SENA, Regional Cesar

Environmental Impact Assessment in Anaerobic Biodigesters in the SENA, Regional Cesar

Recibido: 25-06-2017

Aceptado: 29-09-2017

ALEXANDER HERNANDO TOBÓN ABELLO<sup>1</sup>

## Resumen

La generación de residuos agroindustriales corresponde a uno de los problemas fundamentales en las actividades económicas del hombre, especialmente en el sector agropecuario, debido a los residuos orgánicos de los restos de las cosechas y a las heces generadas en actividades pecuarias, los grandes aspectos e impactos que ocasionan al medio ambiente de forma natural como la contaminación de cuerpos de aguas y las respectivas emisiones que se generan en el proceso de degradación de la materia orgánica, generándose gases como el CO<sub>2</sub> y CH<sub>4</sub>, exacerbando los problemas medio ambientales.

Por intermedio de estas tecnologías de biodigestión las organizaciones pueden aprovechar y tratar estos desechos y generar fuentes de energía renovables en áreas rurales, por lo tanto conocer de una manera detallada los procesos que se generan en la Biodigestión anaerobia, implica la mejora y eficiencia tecnológica de este proceso en establecer la cantidad de sustrato versus la cantidad de gas generado en relación a la temperatura y el DQO, propuesto en la cinética de la biodigestión y en la temperatura del proceso.

**Palabras clave:** tecnología de biodigestión, residuos, agroindustria, medio ambiente.

<sup>1</sup> Colombiano. Magíster en Gestión Medio Ambiental. Centro Biotecnológico del Caribe - CBC. Regional Cesar atobon@sena.edu.co



## Abstract

The generation of agroindustrial waste corresponds to one of the fundamental problems in the economic activities of man, especially in the agricultural sector, due to the organic residues of the remains of the crops and the feces generated in livestock activities, the great aspects and impacts that they cause the environment in a natural way such as the pollution of bodies of water and the respective emissions that are generated in the process of degradation of organic matter, generating gases such as CO<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub>, exacerbating environmental problems.

Through these technologies of biodigestion organizations can take advantage of and treat these wastes and generate renewable energy sources in rural areas, therefore knowing in a detailed manner the processes that are generated in anaerobic biodigestion, implies the improvement and technological efficiency of this process in establishing the amount of substrate versus the amount of gas generated in relation to the temperature and COD, proposed in the kinetics of biodigestion and in the temperature of the process.

**Keywords:** Biodigestion Technology, Waste, Agro-industry, Environment.

## INTRODUCCIÓN

Un digestor es un recipiente herméticamente cerrado, en el que se deposita la materia orgánica para ser degradada bajo las condiciones adecuadas. El uso de biodigestores como medio para tratar los desechos orgánicos es una muy buena alternativa para evitar la contaminación ambiental, y aprovechar los residuos agroindustriales, agropecuarios, entre otros como materia prima secundaria. Un biodigestor suministra energía y abono, por lo que se le considera como el medio a través del cual se genera una fuente de energía renovable (Gunnerson & Stuckey, 1986).

Los principales componentes de un digestor anaeróbico lo constituyen un reactor o contenedor de las materias primas a digerir; un contenedor de gas, con los accesorios para salida de biogás, entrada o carga de materias orgánicas primas y salida o descarga de materias orgánicas estabilizadas (Varnero, 2011).

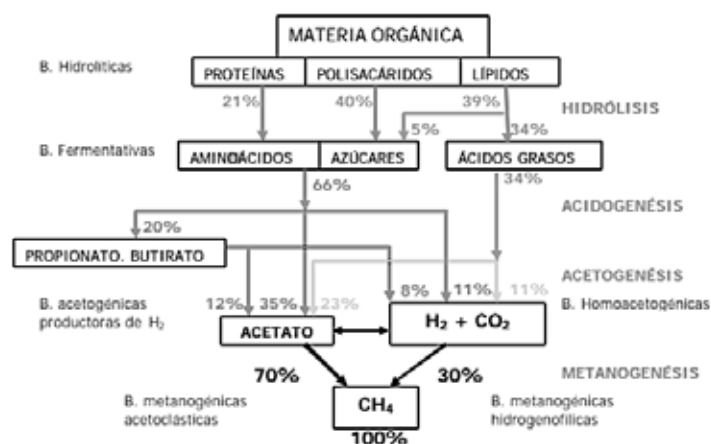
## Características de la biomasa

Para el buen funcionamiento del biodigestor la cantidad de materia prima debe ser lo suficiente como para producir el gas (Rodríguez, 1982), como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 1.** Composición de la materia prima.

| Material (residuos) | % Humedad (H) | % Sólidos totales | % Nitrógeno (N) | % Carbono (C) | % Sólidos volátiles | C/N    |
|---------------------|---------------|-------------------|-----------------|---------------|---------------------|--------|
| Gallinaza           | 65.0          | 35.0              | 6.3             | 94.5          | 65.0                | 15     |
| Reses (Boñiga)      | 86.0          | 14.0              | 1.7             | 30.8          | 80.0                | 18     |
| Cerdos              | 87.0          | 13.0              | 3.8             | 76.0          | 85.0                | 20     |
| Basuras verdes      | 1.0           | 99.0              | 3.04            | 54.7          | 77.8                | 18     |
| Residuos de papel   | 7.0           | 93.0              | 0.05            | 4.0 a 6.0     | 97.1                | 813    |
| Desechos de campo   | 7.2           | 37.0              | 1.2             | 90.0          | 63.0                | 75     |
| Excrementos humanos | 73.0          | 27.0              | 6.0             | 36 a 60       | 92.0                | 6 a 10 |
| Orina humana        | 94.0          | 6.0               | 18.0            | 14.0          | 75.0                | 0.8    |

La degradación anaerobia de la materia orgánica requiere la intervención de diversos grupos de bacterias facultativas y anaerobias estrictas, las cuales utilizan en forma secuencial los productos metabólicos



**Figura 1.** Etapas de la Digestión Anaerobia.

Fuente: Recuperado de <http://www.ingenierioambiental.com/4014/tratamiento545.pdf>.

generados por cada grupo. La digestión anaerobia de la materia orgánica involucra tres grandes grupos tróficos y cuatro pasos de transformación (Rodríguez V.).

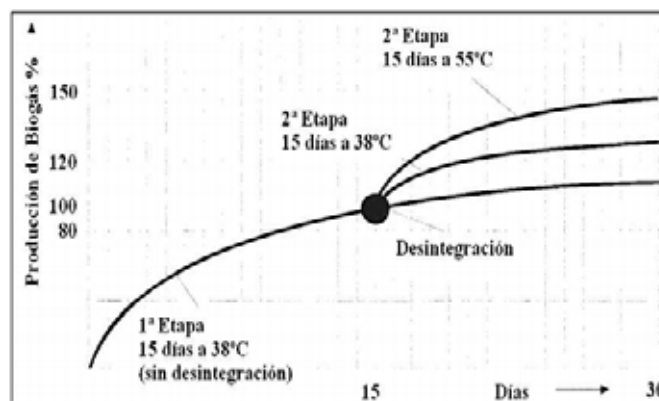
La hidrólisis y fermentación, en la que la materia orgánica es descompuesta por la acción de un grupo de bacterias hidrolíticas anaerobias que hidrolizan las moléculas solubles en agua, como grasas, proteínas y carbohidratos, y las transforman en monómeros y compuestos simples solubles; la acetogénesis y deshidrogenación, donde los alcoholes, ácidos grasos y compuestos aromáticos se degradan produciendo ácido acético,  $\text{CO}_2$  e hidrógeno que son los sustratos de las bacterias metanogénicas; la fase metanogénica en la que se produce metano a partir de  $\text{CO}_2$  e hidrógeno, a partir de la actividad de bacterias metanogénicas (Marty, 1984).

La concentración de hidrógeno juega un papel fundamental en la regulación del flujo del carbono en la biodigestión. Los microorganismos que en forma secuencial intervienen en el proceso son: bacterias hidrolíticas y fermentadoras; bacterias acetogénicas obligadas reductoras de protones de hidrógeno (sintróficas); bacterias sulfato reductoras (sintróficas facultativas) consumidoras de hidrógeno; bacterias homoacetogénicas; bacterias metanogénicas; bacterias desnitrificantes.

La presencia elevadas de concentraciones de sulfato en el sustrato puede producir la inhibición del proceso anaerobio, especialmente de la metanogénesis. En presencia de sulfatos, las bacterias metanogénicas compiten con las sulfato-reductoras termodinámicas y cinéticas sobre las primeras. El resultado de esta competición determinará la proporción de sulfhídrico y metano en el biogás producido (Martí, 2006).

Existen muchos factores que influyen directamente en la fermentación metanogénica y son capaces de modificar la rapidez de descomposición, entre ellos tenemos: material de carga para la fermentación, relación Carbono-Nitrógeno, concentración de la carga, la temperatura, valor de pH, promotores e inhibidores de la fermentación (Guevara, 1996).

La producción de biogás depende del tiempo de residencia en el reactor debido al cambio de etapa del tipo de digestión (Pérez, 2010).



**Figura 2.** Variación de la producción de biogás en función del proceso de fermentación y la etapa de desintegración.

Fuente: Recuperado de [http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2010/cf-perez\\_jm/pdfAmont/cf-perez\\_jm.pdf](http://www.tesis.uchile.cl/tesis/uchile/2010/cf-perez_jm/pdfAmont/cf-perez_jm.pdf)

La presencia de elevadas concentraciones de sulfato en el sustrato puede producir la inhibición del proceso anaeróbico, especialmente de la metanogénesis. En presencia de sulfatos, las bacterias metanogénicas compiten con las sulfato-reductoras por los mismos sustratos (acetato e hidrógeno), mostrando estas últimas ventajas termodinámicas y cinéticas sobre las primeras. El resultado de esta competencia determinará la proporción de ácido sulfhídrico y metano en el biogás producido (Varnero, 2011).

## DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

En el SENA Regional Cesar se realiza una serie de actividades agrícolas, pecuarias donde se generan residuos relacionados con la agricultura, ganadería y porcicultura, propiciando una serie de impactos al medio ambiente por estas actividades. En la empresa foco de estudio encontramos una planta para procesar los productos que se generan, al estar retirada no existe un sistema de gasoducto para conectar a la planta.

Con el proceso de biodigestión anaeróbica se aprovechan las heces de ganado vacuno, porcino y residuos de cosechas, para la generación de gas como suministro para la respectiva planta. Como es una energía renovable y hay gran cantidad de residuos generados la idea es implementar técnicas de tratamiento y aprovechamiento de estos residuos para la

obtención de gas. En este trabajo se analizan detalladamente los procesos que ocurren en la biodigestión de esa materia prima y encontrar la relación en que se degrada para la producción del respectivo metano como fuente de combustión.

## JUSTIFICACIÓN

Es importante para cualquier entidad contar con una documentación técnica y científica que respalde los procesos de biodigestión y sus posibles impactos, generados, desde la infraestructura instalada, hasta las diversas acciones propias de las actividades generadas, de tal manera que se tenga claridad de las reales ventajas y desventajas de su uso, así como identificar la eficiencia dentro del proceso, permite estar al tanto y optimizar el tratamiento y reutilización adecuada de los residuos, como también la serie de aspecto e impactos generados en esta actividad.

Al conocer las ecuaciones de cada reacción química se verifica las fases que ocurren en la degradación de la materia orgánica, las condiciones ideales que se deben tener para una producción óptima de energía renovables como el metano, además de la proporción de gases sulfurosos que se van a generarse en la biodigestión, en detrimento de la calidad de este producto, para la reacción en la combustión.

Conocer e identificar los procesos químicos microbiológicos como resultado de la síntesis o degradación de la materia orgánica como materia prima permite controlar y aprovechar los residuos a un nivel más alto de eficiencia para la producción de metano, igualmente como la planeación y estimación de carga óptima de gas aprovechable del sistema, como también de cantidad o proporción de residuos o desechos aprovechables (estiércol de ganado vacuno y porcino).

## Objetivo general

Determinar la valoración cualitativa del impacto ambiental que genera la implementación de un biodigestor anaerobio en el SENA Regional Cesar.

## Objetivos específicos

- Establecer un método de evaluación de impacto ambiental.
- Determinar los impactos ambientales más significativos con la instalación del biodigestor anaerobio.
- Aplicar el método seleccionado para evaluar los impactos ambientales más relevantes en la instalación del biodigestor anaerobio.

## ECUACIONES QUÍMICAS

Tabla 2. Tratamiento anaerobio de aguas residuales.

| Tipo de reacción                       | Ecuación                                                          |
|----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Fermentación de glucosa a acetato      | $Glucosa + 4H_2O \rightarrow CH_3COO^- + 4H^+ + 4H_2$             |
| Fermentación de glucosa a Butirato     | $Glucosa + 2H_2O \rightarrow C_4H_7CO_2 + 2HCO_3^- + 3H^+ + 2H_2$ |
| Fermentación delbutirato a acetato e H | $Butirato + 2H_2O \rightarrow 2CH_3COO^- + H^+ + H_2$             |
| Fermentación del propionato a acetato  | $Propionato + 3H_2 \rightarrow CH_3COO^- + HCO_3^- + H^+ + H_2$   |
| Acetogénesis a partir de H y CO        | $HCO_3^- + H^+ + 4H_2 \rightarrow CH_3COO^- + 2H_2O$              |
| Metanogénesis a partir del CO e H      | $HCO_3^- + 4H_2 \rightarrow CH_4 + 3H_2O$                         |
| Metanogénesis a partir del acetato     | $Acetato + H_2O \rightarrow CH_4 + HCO_3^- + H^+$                 |

Fuente: <http://www.ingenieroaambiental.com/4014/tratamiento545.pdf>

La acidogénesis se produce a partir de los compuestos procedentes de las reacciones de hidrólisis previas, obteniéndose por diferentes vías productos aptos para la acidogénesis, tales como ácidos orgánicos (acetato, propionato, butirato, lactato, etc.) y alcoholes, además de otros subproductos importantes para las etapas posteriores (amoníaco,  $H_2$ ,  $CO_2$ , etc.) (Rodríguez V.).

Los productos finales de la flora acidogénica (butirato, propionato, etc.) junto con el  $H_2$  y  $CO_2$  se transforman en acetato a partir de la deshidrogenación acetogénica y la hidrogenación acetogénica. Algunas reacciones fermentativas se producen solo a bajas presiones de  $H_2$  el producto mayoritario es acetato. La mayoría de las reacciones de biodegradación requieren

menores energías de transformación a altas temperaturas se tienen sistemas de reacción menos estables (Del Real Olvera, 2007).

### Ecuaciones matemáticas

La producción de biomasa en la digestión anaerobia se puede definir por la siguiente relación:

Donde

X= Biomasa; S=Sustrato;  
tasa de producción de biomasa  
tasa de remoción de sustrato

Y: coeficiente de producción

Kc: coeficiente endógeno

La constante de velocidad se define como una constante de proporcionalidad entre la velocidad de reacción y la concentración de los reactivos. Matemáticamente, la expresión de velocidad de reacción queda:

Donde

k: constante de velocidad y n: orden de reacción (Cabrera, 2010)

La temperatura del reactor no solo afecta la velocidad de reacción de los procesos fisicoquímicos sino también la velocidad de conversión de los procesos bioquímicos. Cuando se produce un cambio de temperatura de un rango a otro, existen consorcios microbianos que no son compatibles con estos cambios, lo cual ocasiona que su metabolismo sea más lento y como consecuencia de esto disminuye la velocidad de la reacción del proceso; esto se representa en la ecuación de Arrhenius (Gómez & Parra, 2011):

Donde

$r_0$ : velocidad de reacción a una temperatura de referencia  $T_0$ ;  $rT$ : velocidad de reacción a la temperatura  $T$ ;

C: coeficiente que toma en cuenta la energía de activación y la temperatura.

La tasa de utilización del sustrato por parte de los microorganismos se obtiene con la siguiente ecuación (Cendales, 2011):

$$Z = \frac{DQO_{CH_4}}{DQO_{Removido}}$$

La digestión anaerobia es un proceso de transformación y no de destrucción de la materia orgánica, como no hay presencia de un oxidante en el proceso, la capacidad de transferencia de electrones de la materia orgánica permanece intacta en el metano producido. En vista de que no hay oxidación, se tiene que la DQO teórica del metano equivale a la mayor parte de la DQO de la materia orgánica digerida (90 a 97%), una mínima parte de la DQO es convertida en lodo (3 a 10%). En las reacciones bioquímicas que ocurren en la digestión anaerobia, solo una pequeña parte de la energía libre es liberada, mientras que la mayor parte de esa energía permanece como energía química en el metano producido (Rodríguez V).

El factor de conversión de sustrato a metano es la relación entre la masa de metano producida la cual se expresa como  $DQO_{CH_4}$  y la DQO removida. Si el cálculo de la DQO se hace con base en la fracción soluble, la producción que se considera es la producción neta de metano (Cendales, 2011).

## METODOLOGÍA EXPERIMENTAL

(Del Real Olvera, 2007) propone la siguiente secuencia:

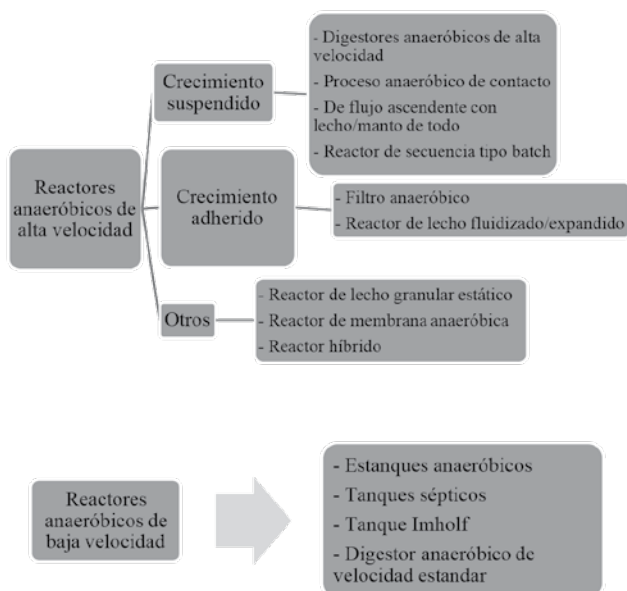
- Obtener y mantener la fuente de inoculación seleccionada.
- Puesta a punto de los equipos experimentales utilizados, así como las técnicas de análisis específicas para cuantificar las variables del proceso de degradación anaerobia.
- Seleccionar e implantar los parámetros iniciales de operación, así como los diversos rangos de variación.
- Obtener las condiciones óptimas para la cinética de la biodegradación, mediante el análisis de la disminución en la DQO, la generación de biogás y la cantidad de sólidos.

dos en el sistema de acuerdo a como lo marca la normatividad vigente.

- Determinar los parámetros cinéticos del proceso de degradación para simular el progreso de la reacción con un modelo matemático desarrollado para tal fin.

## MODELOS DE BIODIGESTORES

Existen muchos modelos, entre los más populares tenemos:

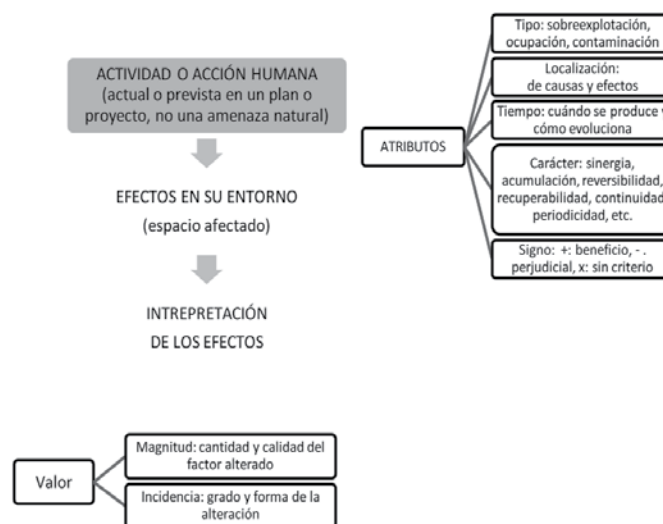


**Figura 3.** Clasificación de los reactores anaeróbicos.

Fuente: Recuperado de: <http://www.fao.org/docrep/019/as400s/as400s.pdf>

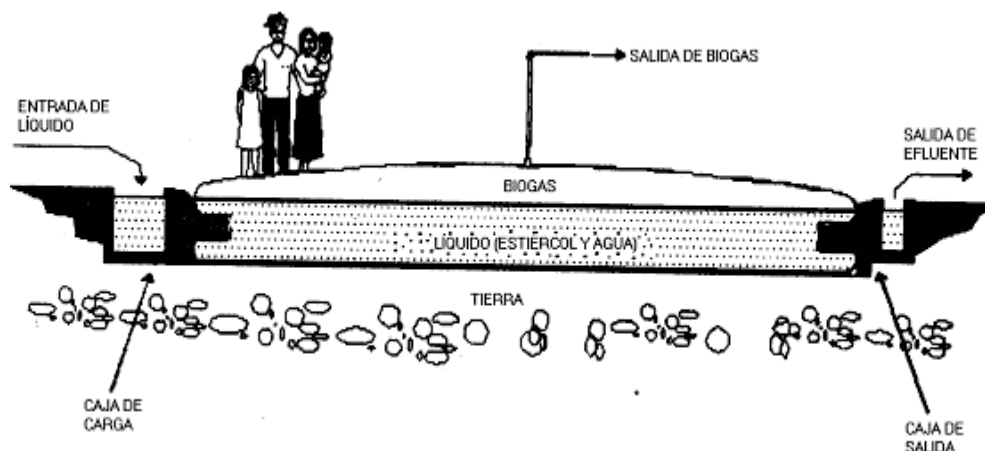
## POSIBLES IMPACTOS AL MEDIO AMBIENTE

El término impacto se aplica a la alteración que introduce una actividad humana en su entorno..., se manifiesta en: a) la modificación de alguno de los factores ambientales o del conjunto del sistema ambiental; b) la modificación del factor alterado; c) la interpretación o significado ambiental de dichas modificaciones.



**Figura 5.** El impacto se asocia a la alteración del medio derivada de una acción humana.

Fuente: Tomado de Gómez Orea & Gómez Villarino, 2013.



**Figura 4.** Biodigestor anaeróbico. Tipo pistón de baja velocidad.

Fuente: Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=57319408>



Un indicador de impacto ambiental es “el elemento o concepto asociado a un factor que proporciona la medida de la magnitud del impacto, al menos en su aspecto cualitativo, y también, si es posible el cuantitativo” (*Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental*, 1993).

Para desarrollar la evaluación ambiental de cualquier proyecto se debe tener en cuenta (Viceministerio de Ambiente, 2010):

- Análisis de los impactos previos al proyecto, identificando las actividades que más han ocasionado cambios en el entorno ambiental y socioeconómico de la zona de estudio y realizar el análisis de tendencias.
- Análisis del proyecto en sus aspectos técnicos identificando las actividades impactantes en las diferentes etapas del mismo.
- Identificación y calificación de impactos esperados por la realización de las diferentes actividades del proyecto.

## MÉTODOS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Según (Arboleda, 2008) se identifican los siguientes métodos:

**Diagramas o redes de interacción proyecto-ambiente:** con este método se tratan de reconstruir las relaciones proyecto-ambiente mediante la elaboración de diagramas o redes, donde se puede seguir la ruta de las consecuencias de una determinada acción sobre un factor ambiental.

**Método de diagramas de proceso:** este método se basa en los diagramas utilizados para describir los procesos, en los cuales se muestran las entradas y salidas de cada una de las actividades que hacen parte de cada proceso. En el caso de las EIA, las actividades del proceso corresponden a las ASPI y las salidas y entra-

das a los aspectos ambientales, a partir de los cuales se pueden encontrar los impactos.

**Método de diagramas causa-efecto:** este método consiste en construir una red con las relaciones causa-efecto teniendo en cuenta las siguientes definiciones:

**Acción:** corresponde a las acciones del proyecto susceptibles de producir impacto (ASPI) que se identificaron en la etapa de caracterización del proyecto.

**Efecto:** es el proceso físico, biótico, social, económico o cultural que puede ser activado, suspendido o modificado por una determinada acción del proyecto y que puede producir cambios o alteraciones en las relaciones que gobiernan la dinámica de los ecosistemas o en los recursos naturales. También se refiere a la forma como se relaciona el proyecto con el ambiente, o sea, a los aspectos ambientales, que se vieron anteriormente.

**Impacto:** corresponde al concepto que se ha estado manejando, o sea, el cambio neto que se produce en esas condiciones ambientales que se están analizando.

**Métodos matriciales:** Son matrices de doble entrada que se construyen con la información del proyecto y el ambiente procesada en los elementos anteriores de la EIA (ASPI y FARI) con el fin de buscar las posibles interacciones entre estos dos elementos. En la matriz de Leopold se desarrolla una matriz al objeto de establecer relaciones causa-efecto de acuerdo con las características particulares de cada proyecto, a partir de dos listas de chequeo que contienen 100 posibles acciones proyectadas y 88 factores ambientales susceptibles de verse modificados por el proyecto (Leopold, Clarke, Hanshaw & Balsley, 1971).



**Tabla 3.** Atributos para magnitud del impacto.

| Naturaleza          |      | Intensidad                           |      |
|---------------------|------|--------------------------------------|------|
| Impacto beneficioso | +    | Baja                                 | 1    |
|                     |      | Media                                | 2    |
| Impacto perjudicial | -    | Alta                                 | 4    |
|                     |      | Muy Alta                             | 8    |
|                     |      | Total                                | 12   |
| EXTENSIÓN (EX)      |      | MOMENTO (MO)                         |      |
| Puntual             | 1    | Largo plazo                          | 1    |
| Parcial             | 2    | Medio plazo                          | 2    |
| Extenso             | 4    | Inmediato                            | 4    |
| Total               | 8    | Crítico                              | (+4) |
| Crítica             | (+4) |                                      |      |
| PERSISTENCIA        |      | REVERSIBILIDAD (RV)                  |      |
| Fugaz               | 1    | Corto plazo                          | 1    |
| Temporal            | 2    | Medio plazo                          | 2    |
| Permanente          | 4    | Irreversible                         | 4    |
| SINERGIA            |      | ACUMULACIÓN                          |      |
| Sin Sinergismo      | 1    | Simple                               | 1    |
| Sinérgico           | 2    | Acumulativo                          | 4    |
| Muy sinérgico       | 3    |                                      |      |
| EFECTO (EF)         |      | PERIODICIDAD                         |      |
| Indirecto           | 1    | Irregular o discontinuo              | 1    |
| Directo             | 4    | Periódico                            | 2    |
|                     |      | Continuo                             | 4    |
| RECUPERABILIDAD     |      |                                      |      |
| De manera inmediata | 1    | Si $I \leq 25$ impacto irrelevante   |      |
| A medio plazo       | 2    | Si $25 > I \leq 50$ impacto moderado |      |
| Mitigable           | 4    | Si $50 > I \leq 75$ impacto severo   |      |
| Irrecuperable       | 8    | Si $I \geq 75$ impacto crítico       |      |

Fuente: Martínez Prada, 2010.

Según (Conesa Fernandez-Vitora, 1993), los atributos utilizados para el cálculo de la importancia del impacto son:

Según (Dellavedova, 2011) en la importancia del impacto ambiental, “cada uno de los criterios se evalúa y se califica de acuerdo con los rangos que se establecen en la tabla y luego se obtiene la importancia (I) de las consecuencias ambientales del impacto”, aplicando el siguiente algoritmo:

$$I = (3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + RC),$$

donde:

IN = Intensidad  
MO = Momento  
RV = Reversibilidad  
AC = Acumulación  
PR = Periodicidad  
EX = Extensión  
PE = Persistencia  
SI = Sinergia  
EF = Efecto  
RC = Recuperabilidad

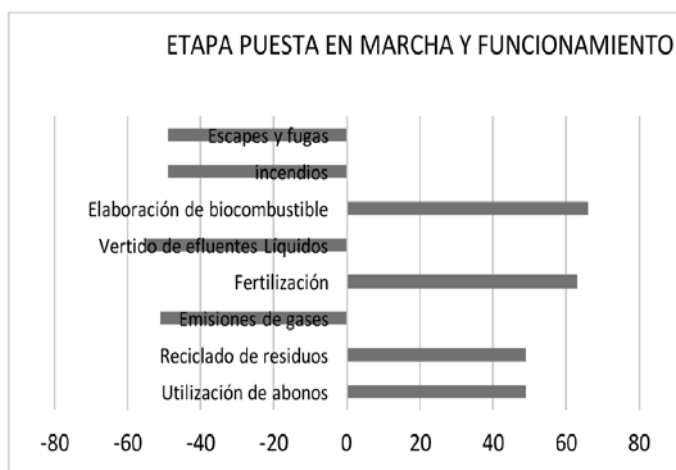
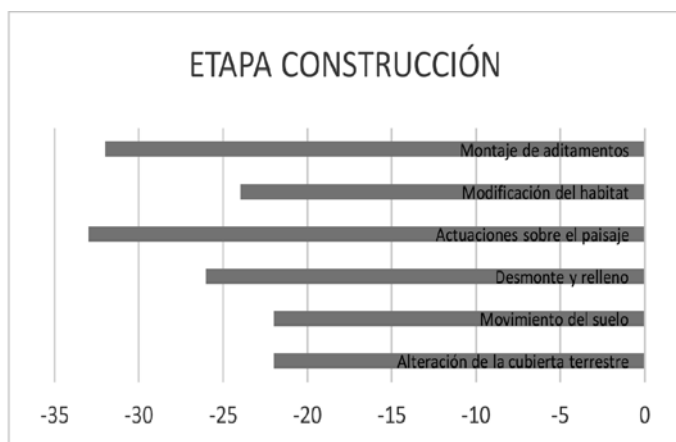
**Tabla 4**

| FACTOR                   | ETAPA        | IMPACTO | ACTIVIDAD                           | +/- | IN | Ex | MO | Si | AC | EF | Pe | Rv | PR | RB | VALOR | CLASIFICACION |
|--------------------------|--------------|---------|-------------------------------------|-----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|-------|---------------|
| GEOLOGIA Y GEOMORFOLOGÍA | CONSTRUCCIÓN | A1      | Alteración de la cubierta terrestre | -1  | 2  | 1  | 1  | 3  | 1  | 1  | 3  | 3  | 1  | 1  | 22    | IRRELEVANTE   |
|                          |              |         | Movimiento del suelo                | -1  | 2  | 1  | 1  | 3  | 1  | 1  | 3  | 2  | 1  | 2  | 22    | IRRELEVANTE   |
|                          |              |         | Desmonte y relleno                  | -1  | 2  | 2  | 1  | 3  | 1  | 4  | 3  | 1  | 1  | 2  | 26    | MODERADO      |
|                          |              |         | Actuaciones sobre el paisaje        | -1  | 4  | 2  | 1  | 3  | 1  | 4  | 3  | 2  | 1  | 2  | 33    | MODERADO      |
|                          |              |         | Modificación del habitat            | -1  | 2  | 1  | 1  | 3  | 2  | 1  | 3  | 3  | 1  | 2  | 24    | IRRELEVANTE   |
|                          |              |         | Montaje de aditamentos              | -1  | 4  | 2  | 1  | 1  | 1  | 4  | 3  | 3  | 1  | 2  | 32    | MODERADO      |
| CONDICIONES BIOLÓGICAS   | OPERACIÓN    | B1      | Utilización de abonos               | 1   | 8  | 3  | 1  | 3  | 2  | 4  | 3  | 1  | 4  | 1  | 49    | MODERADO      |
|                          |              |         | Reciclado de residuos               | 1   | 8  | 3  | 1  | 3  | 2  | 4  | 3  | 1  | 4  | 1  | 49    | MODERADO      |
|                          |              |         | Emisiones de gases                  | -1  | 8  | 1  | 1  | 3  | 4  | 4  | 3  | 3  | 4  | 3  | 51    | SEVERO        |
|                          |              | C5      | Fertilización                       | 1   | 12 | 3  | 1  | 3  | 4  | 4  | 3  | 1  | 4  | 1  | 63    | SEVERO        |
|                          |              |         | Vertido de efluentes Líquidos       | -1  | 8  | 3  | 1  | 3  | 4  | 4  | 3  | 3  | 4  | 3  | 55    | SEVERO        |
|                          |              |         | Elaboración de biocombustible       | 1   | 12 | 3  | 1  | 3  | 4  | 4  | 3  | 3  | 4  | 2  | 66    | SEVERO        |
|                          |              | C4      | incendios                           | -1  | 8  | 1  | 2  | 3  | 4  | 4  | 3  | 3  | 1  | 3  | 49    | MODERADO      |
|                          |              |         | Escapes y fugas                     | -1  | 8  | 1  | 2  | 3  | 4  | 4  | 3  | 3  | 1  | 3  | 49    | MODERADO      |

Fuente: Elaboración propia.

## ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

Los impactos evaluados con la matriz aplicada nos arrojó la siguiente estadística:



Fácilmente identificable la etapa de construcción como la que más afectación negativa ofrece, estableciéndose como acciones reparadoras programas de reforestación, cercas vivas perimetralmente para mejorar el tema paisajístico.

En la etapa de puesta en marcha se verifican los beneficios que aportan a nivel ambiental la implementación de un biodigestor en el área seleccionada.

Se establece como percepción del antes, durante y después del proyecto el siguiente esquema:

### Implementación de un biodigestor anaerobio

| ANTES                                                                              | DURANTE                                                                                                                                                                                                     | DESPUÉS                                                                                                                                                                         |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| - Espacios abiertos con vegetación típica, en arbustos y árboles sin uso definido. | - Desmonte y remoción de cobertura vegetal.<br>- Excavación de suelos.<br>- Construcción de fosa y cajas.<br>- Instalación de aditamentos, acoples, tuberías y plásticos.<br>- Instalación del biodigestor. | - Preparación de sustratos orgánicos.<br>Puesta en marcha y arranque.<br>- Generación de biogás biofertilizantes y lixiviados.<br>- Control y seguridad.<br>- Carga y descarga. |

Se correlacionan los siguientes aspectos relevantes con la ejecución del proyecto:

#### Impactos sobre los elementos atmosféricos:

- Aumento de los niveles de inmisión de gases o partículas, debido a que en el proyecto se maneja o tratan residuos orgánicos y como consecuencia del tratamiento anaerobio se generan olores al igual que en todo el proceso de uso del biodigestor, afectando a la población circundante.

#### Impactos sobre la geología y la geomorfología:

- Su naturaleza es positiva, debido a la implementación de infraestructuras para el tratamiento y aprovechamiento de residuos impidiendo la disposición de residuos orgánicos al aire libre y el aprovechamiento de gas metano en lugares contenidos.

#### Impactos sobre la hidrología:

- Afecciones a masas de agua superficiales: por medio del biodigestor se generarán vertimientos puntuales locales que pueden llegar a contaminar los cuerpos de agua superficiales. Su efecto es considerable debido a que se requiere un manejo de los lixiviados generados por el biodigestor.

#### Impactos sobre la vegetación:

- Afecciones por contaminantes (metales, partículas, etc.).

- Aumento del riesgo de incendio; los biodigestores por almacenamiento del gas metano, y temperaturas superiores a 40 °C puede haber riesgo de explosión o chispa por la misma estática que puede ocasionar una explosión o riesgo a la vegetación por incendios.

### Impactos sobre el paisaje

- Visibilidad e intrusión visual: existirá una obra que va a contrastar con el entorno paisajístico, especialmente por la utilización de materiales sintéticos, tejas y construcción civil que contrasta con el paisaje reflejado en un cambio de estructura paisajística (formas, contrastes cromáticos).

### Impactos sobre la población

- **Efectos en la salud:** en la actividad de recolección, manejo y transporte de residuos orgánicos a los biodigestores puede existir un riesgo ocupacional a los operarios por el manejo inadecuado; pero a la vez es positivo al contrastar estos desechos arrojados directamente al medio ambiente, caso que ocasionaría más daño en las personas. En cuanto al tema de uso de biodigestores para la obtención del gas metano es un impacto positivo para la salud porque reemplaza el carbón y la leña, incidiendo este en afectaciones respiratorias para las personas, punto positivo de innovación tecnológica para el sector rural.

### Impactos sobre los factores culturales

- Cambios en la accesibilidad: implementación de tecnología para la obtención de gas dejando atrás la forma tradicional de pipetas de gasolina o leña para la cocción de los alimentos.

### Impactos en el sistema territorial e institucional:

- Especialmente en la modificación del área de influencia de servicios y equipamientos en relación a conflictos con otros planes y programas.

## CONCLUSIONES

Las actividades antropogénicas como la agricultura, la ganadería y especies menores emplean una serie de recursos relacionados directamente del ecosistema como, el suelo, agua y aire expresado en la modificación de los ecosistemas y en los diversos componentes de contaminación que van desde los desechos orgánicos, contaminación de cuerpos de aguas por contaminantes emergentes y altas cargas de desechos, hasta la generación de olores que pueden alterar la calidad del aire.

En el proceso de implementación de un biodigestor anaerobio en el SENA Regional Cesar, se identifica una serie de impactos ambientales negativos en la etapa de construcción como: afectación directa al suelo, actuaciones sobre el paisaje y modificación del hábitat; pero fácilmente recuperables en la etapa de puesta en marcha y funcionamiento, o con acciones reparadoras que permiten reducir sustancialmente las consecuencias generadas.

## REFERENCIAS

- Arboleda, J. A. (2008). *Manual para la evaluación de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades*. Medellín.
- Cabrera, K. M. (Diciembre de 2010). "Estudio cinético de la digestión anaerobia de mezclas de desechos de fruta". Tomado de: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bits-tream/23000/746/1/98062.pdf>
- Cendales, E. D. (2011). "Producción de biogás mediante la codigestión anaeróbica de la mezcla de residuos cítricos y estiércol bovino para su utilización como fuente de energía renovable". Tomado de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/4100/1/edwindariocendalesladio.2011.parte1.pdf>
- Conesa, V. (1993). "Guía metodológica para la elaboración de una evaluación de impacto ambiental". (E. Mundi-Prensa, Ed.). Tomado de <http://docslide.com.br/documents/conesa-fernandez-guia-metodologica-para-la-evaluacion-del-impacto-ambiental.html>

- Conesa, V. (1993). "Guía metodológica para la elaboración de una evaluación de impacto ambiental", pág. 10. Madrid, España: Mundi-Prensa.
- Del Real Olvera, J. (agosto de 2007). "Evaluación y modelado de la cinética de depuración anaerobia de vinazas de la industria alcohola". Tomado de: <http://repositoriodigital.academica.mx/jspui/bitstream/987654321/74416/1/Evaluacion%20y%20modelado%20de%20la%20cinetica.pdf>
- Dellavedova, M. (2011). "Guía metodológica para la elaboración de una evaluación de impacto ambiental". Tomado de: <http://www.kpesic.com/sites/default/files/Ficha-17-guia-metodologica-para-la-elaboracion-de-una-eia.pdf>
- Gómez, D., & Gómez, M. T. (2013). *Evaluación de impacto ambiental*. España: Ediciones Mundi-Prensa, pág. 155.
- Gómez, S., & Parra, E. (2011). "Influencia de la carga de sustrato y la temperatura sobre los parámetros cinéticos de la etapa hidrolítica del proceso de digestión anaerobia del bagazo de fique". Recuperado el 7 de noviembre de 2016, de <http://repositorio.uis.edu.co/jspui/bitstream/123456789/6731/2/139053.pdf>
- Guevara Vera, A. (1996). Fundamentos básicos para el diseño de biodigestores anaeróbicos rurales. Recuperado el 7 de noviembre de 2016, de <http://www.bvsde.paho.org/bvsacd/scan2/031042/031042.pdf>
- Gunnerson, C., & Stuckey, D. (1986). "Anaerobic digestion. Principles and practices for". Recuperado el 8 de noviembre de 2016, de: <http://documents.worldbank.org/curated/en/980401468740176249/pdf/multi-page.pdf>
- Leopold, L., Clarke, F., Hanshaw, B., & Balsley, J. (1971). Recuperado el 30 de abril de 2017, de: <https://pubs.usgs.gov/circ/1971/0645/report.pdf>
- Martí, N. (2006). "Phosphorus Precipitation in Anaerobic Digestion Process". Recuperado el 6 de noviembre de 2016, de: <http://www.bookpump.com/dps/pdf-b/1123329b.pdf>
- Martínez, R. (2010). "Propuesta metodológica para la evaluación de impacto ambiental en colombia". Recuperado el 5 de mayo de 2017, de: <http://www.bdigital.unal.edu.co/4232/1/696893.2011.pdf>
- Marty. (1984). "The Microbiology of Anaerobic Digesters". Recuperado el 8 de noviembre de 2016, de: <https://thunderbooks.files.wordpress.com/2009/05/the-microbiology-of-anaerobic-digesters-michael-h-gerardi.pdf>
- Perez, J. A. (Marzo de 2010). "Estudio y diseño de un biodigestor para aplicación en pequeños ganaderos y lecheros". Recuperado el 8 de noviembre de 2016, de: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/746/1/98062.pdf>
- Rodríguez, J. A. (s.f.). "Tratamiento anaerobio de aguas residuales". Recuperado el 7 de noviembre de 2016, de: <http://www.ingenieroambiental.com/4014/tratamiento545.pdf>
- Rodríguez, J. M. (1982). "Biodigestor: una aproximación al diseño". Tomado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo;jsessionid=1FB107242DFBE8CCA0590952453A2401.dialnet02?codigo=4902415>
- (s.f.). Tomado de: <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6830/04Lag104de09.pdf>
- Varnero, M. T. (2011). "Manual de biogás". Recuperado el 8 de noviembre de 2016, de: <http://www.fao.org/docrep/019/as400s/as400s.pdf>
- Viceministerio de Ambiente. (2010). *Metodología general para la presentación de estudios*. Bogotá, Colombia.

# Economía de recursos naturales a partir de la producción de *Spirulina* (*Arthrospira maxima*) en fotobiorreactores, La Guajira, Colombia

Economics of Natural Resources from the Production of *Spirulina* (*Arthrospira maxima*) in Photobioreactors, La Guajira, Colombia

Recibido: 25-05-2017

Aceptado: 05-09-2017

MARIO A. COLORADO GÓMEZ<sup>1</sup>  
DIEGO A. MORENO TIRADO<sup>2</sup>

## Resumen

Las cianobacterias *Arthrospira maxima* o *Spirulina maxima*, también conocida como microalgas verdeazules, son catalogadas como el alimento universal, dependen de la actividad solar para su desarrollo y como las plantas captan CO<sub>2</sub> y aportan O<sub>2</sub> a la atmósfera. El 70% de su peso es proteína y el restante es fibra y otros oligoelementos. Desde hace un par de décadas se producen en ambientes tipo estanques abiertos y en sistemas cerrados de biorreactores para el aprovechamiento de la luz solar. Grandes centros de producción en países desarrollados comercializan la *Spirulina* como simples nutrientes de alto valor económico.

Las Naciones Unidas promueven el consumo de la *Spirulina* para combatir la desnutrición infantil en países subdesarrollados. Este estudio demuestra los procedimientos técnicos y tecnológicos para la producción de *Spirulina* en sistemas cerrados y su viabilidad de producción en zonas áridas y de considerable pobreza como La Guajira colombiana.

Este artículo presenta una parte de los resultados del proyecto de investigación “Producción de alimento natural con base en Astaxantina y Espirulina a partir de la investigación, desarrollo tecnológico e innovación de las microalgas *Haematococcus pluviialis* y *Spirulina sp.*, en el departamento de La Guajira”.

1 Colombiano. Biólogo Marino. Magíster en Administración de Negocios. Investigador principal del proyecto. mariocol@misena.edu.co

2 Colombiano. M.Sc. Gerencia Ambiental. Coordinador de proyecto. Director de la Fundación Terrazul, La Guajira, Colombia. diegomoreno@terrazul.org

**Palabras clave:** producción de *Spirulina*, ventajas ambientales, Fotobiorreactores, transferencia, alimento, La Guajira.

## Abstract

Cyanobacteria like *Arthrospira maxima* or *Spirulina maxima*, also called bluegreen microalgae are recognized as universal food, these microorganisms depend on sunlight for their development and similarly to vascular plants they capture CO<sub>2</sub> and release O<sub>2</sub> to the atmosphere. 70% of its weight is made out of protein and the remaining is composed of fiber and other oligoelements. A couple of decades ago bluegreen microalgae have been produced in open pond systems and in enclosed photobioreactor systems for sunlight efficiency. Large production at *Spirulina* farms in developed countries commercialize these microalgae for nutraceuticals directed to the consumer market.

Nonetheless, the United Nations Organization promotes the consumption of *Spirulina* to combat malnutrition of undernourished children in developing countries. This study shows technical and technological procedures towards the production of *Spirulina* in enclosed systems and provides insights as to their suitability in harsh arid environments with presence of extreme poverty conditions.

This article presents a part of the results of the research project "Production of natural food based on Astaxanthin and Spirulina from the research, technological development and innovation of the microalgae *Haematococcus pluvialis* and *Spirulina* sp., in the department of La Guajira".

**Keywords:** *Spirulina* Production, Environmental Advantages, Photobiorreactors, Transfer, Food, La Guajira.

## INTRODUCCIÓN

El alga verdeazul *Spirulina* (*Arthrospira máxima* o *Spirulina maxima*) tiene un inusual alto contenido de proteína y una gama de abundantes nutraceuticos y en los años ochenta deslumbró al mundo como un suceso

comercial al ser cultivada en grandes estanques tipo raceway (Voushak & Richmond, 1988). Ahora bien, a nivel mundial, China se ha convertido en el mayor productor mundial, y por ejemplo en el año 2006 alcanzó las 2.500 toneladas peso seco (Hu, 2007).

Estas cianobacterias son termofílicas con un óptimo crecimiento en un rango de temperatura entre los 35 a 38°C (Li y Qi, 1977 & Belay, 1997). Sin embargo se encuentran bastantes reportes que exponen la posibilidad del cultivo industrial de *Spirulina* en climas templados (Jiménez, 2003). El departamento de La Guajira presenta una temperatura media de 28 °C, el mes de julio se alcanza el promedio más alto con 30 °C y en enero el promedio más bajo con 26 °C y un promedio anual de brillo solar de 2706 horas de sol (Paz et al., 2002), temperatura del agua para estanques de cultivo entre 24 y 29 °C (Colorado, 2005).

En consecuencia, el departamento de La Guajira presenta varias ventajas de índole ambiental para el desarrollo industrial de *Spirulina*, este manuscrito tiene como objetivo analizar la producción de *Arthrospira maxima* en Fotobiorreactores en los siguientes aspectos: 1) las fases de escalamiento, 2) la obtención de biomasa (materia prima) y, 3) el beneficio social y ambiental que esta producción representa.

## ÁREA DE ESTUDIO

El área de estudio se encuentra en el municipio de Riohacha en la zona media de la Península de La Guajira, Colombia. La etapa 1 de la investigación se localizó en la Cámara de Cultivo Indoor de la Fundación Terrazul Centro de Desarrollo Tecnológico (Fundación Terrazul) zona urbana en las coordenadas geográficas 11°33'03.89"N y 72°54'24.93"W, mientras la etapa 2 de la investigación se ubicó en la Unidad Acuicola del Centro Agroempresarial y Acuicola del Sena regional Guajira en las coordenadas 11°31'03.28"N y 72°52'07.71"W. La Media y Alta Guajira es un territorio con bosques secos tropicales y suelos que van desde semiáridos a muy áridos con vegetación xerofítica que registra una precipitación media anual de 250 mm, considerada la más baja del país. Temperatura media de 28°C, el mes de julio se alcanza el promedio más



alto con 30 °C y en enero el promedio más bajo con 26 °C y finalmente un promedio multianual de brillo solar de 8-9 horas al día (IDEAM, 2013).

## METODOLOGÍA

Las etapas metodológicas de la investigación son consecuentes con los diseños experimentales y escalamientos industriales reportados en la literatura y de experiencias publicadas propias del sector de la producción de microalgas con fines similares a los del presente estudio. Se utilizará el término de *Spirulina* o *Arthrospira* de manera ambivalente en el presente estudio.

### Condiciones en cámara de cultivo bajo techo

Para todos los cultivos indoor (Figura 2) se proporcionaron los siguientes parámetros: i) iluminación, se suministró por lámparas fluorescentes laterales a una intensidad luminosa de 58  $\mu\text{mol quanta}/\text{m}^2\cdot\text{s}$ ; ii) medio de cultivo Zarrouck (modificado), con un fotoperiodo de 16:8 h, aireación constante, temperatura  $28 \pm 2^\circ\text{C}$  y a pH inicial de 9.0.

### Condiciones de cultivo outdoor

Los cultivos outdoor se mantuvieron expuestos a las condiciones ambientales como exposición a la irradia-

ción solar, viento y precipitaciones, el medio de cultivo utilizado fue Zarrouck (modificado), con un fotoperiodo de 12:12, aireación constante, temperatura ambiental que varió entre los  $33 \pm 5^\circ\text{C}$  y a pH inicial de 9.0.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Crecimiento poblacional

#### Monitoreo de la población de *Arthrospira maxima*

El crecimiento de *Arthrospira maxima* se determinó por densidad óptica O.D. a 680 nm utilizando un espectrofotómetro HACH DR 2700 (Duerr, 1997).

### Cultivo de *Arthrospira maxima*

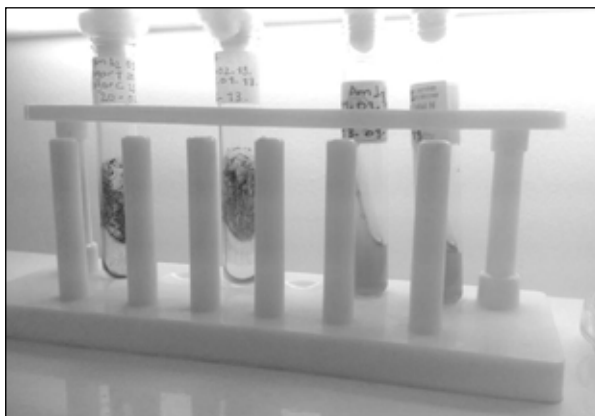
#### Escalamiento

Se sembró un inóculo de 0,05 ml de *Spirulina maxima* proveniente de la cepa mantenida en el cepario de la Fundación Terrazul (Figura 3), en tubos de ensayo de 20 ml con 10 ml de medio de cultivo, con fotoperiodo 12:12, temperatura de cultivo  $22 \pm 2^\circ\text{C}$ , pH de 9.0 y salinidad 4 ‰ (Figura 4).



**Figuras 1 y 2.** Sistema de cultivo de *Spirulina maxima*.

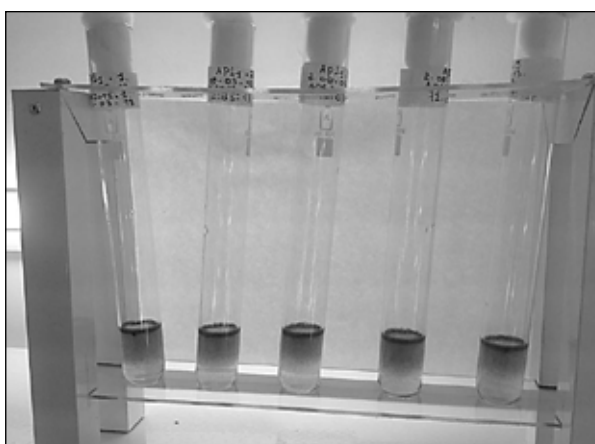
Fuente: Fundación Terrazul, Riohacha, 2013.



**Figura 3.** Cepa de *Arthrospira máxima* en medio sólido.  
Fuente: Fundación Terrazul, Riohacha, 2013.



**Figura 5.** Inóculo de 100 ml en fase exponencial de *Arthrospira máxima* con una densidad óptica 0.9 O.D. 680.  
Fuente: Fundación Terrazul, Riohacha, 2013.



**Figura 4.** Inóculo de 10 ml en fase exponencial de *Arthrospira maxima* con una densidad óptica 0.6 O.D. 680.  
Fuente: Fundación Terrazul, Riohacha, 2013.



**Figura 6.** Cultivo de *Arthrospira maxima* en 250 ml de capacidad (Vista en aumento de 10 x).  
Fuente: Cámara de cultivo, Fundación Terrazul, Riohacha, 2013.

Es importante resaltar que debido al mantenimiento de la cepa de *Arthrospira maxima* por largos periodos de cultivo sin el aporte directo de luz solar, las células se adquieren una forma alargada contraria a la disposición helicoidal (Figura 6).

### Cultivo de inóculos hasta 100 ml

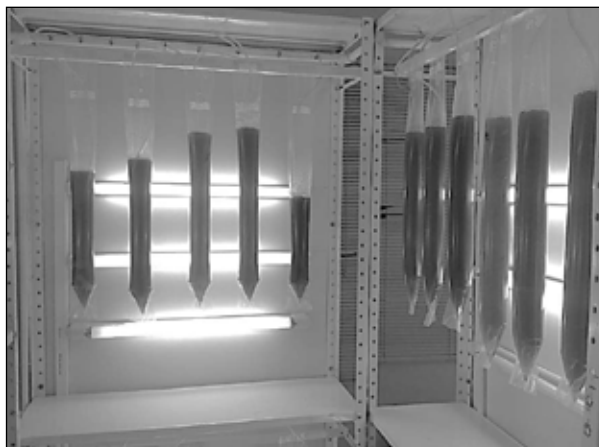
Se inoculó 10 ml de muestra proveniente de los inóculos de tubo de ensayo que previamente se habían cultivado, en 3 matraces Erlenmeyer de vidrio de 250 ml de capacidad y con 200 ml de medio de cultivo, además de aireación constante. El crecimiento duró un periodo de 12 días, la temperatura de cultivo osciló entre los 30 a 32 °C, el pH se mantuvo en promedio en 10 y salinidad 4‰.



**Figura 7.** Cultivo de *Arthrospira maxima* en 250 ml de capacidad (Vista en aumento de 40 x).  
Fuente: Cámara de cultivo, Fundación Terrazul, Riohacha, 2013.

### Cultivo de microalgas hasta 1 lt

Del cultivo en los Erlenmeyer de 250 ml se extrajo un inóculo de 100 ml y se sembró en Fotobiorreactores con 1,0 litro de medio de cultivo. Los cultivos de *Arthrospira maxima* fueron mantenidos en condiciones controladas de temperatura ( $30 \pm 2$  °C) con una duración del cultivo fue 15 días.



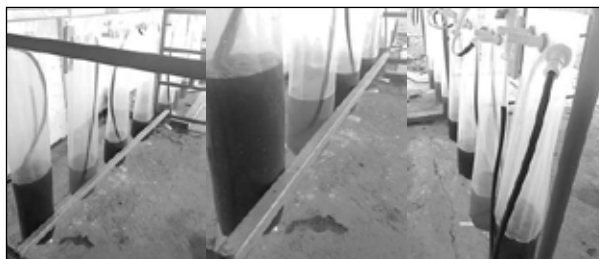
**Figura 8.** Cultivo de *Arthrospira maxima* en Fotobiorreactores de 1 litro de capacidad.

Fuente: Cámara de cultivo, Fundación Terrazul, Riohacha, 2013.

### Cultivo de *Arthrospira maxima* en fotobiorreactor de 50 lt

#### Condiciones de cultivo Fotobiorreactores

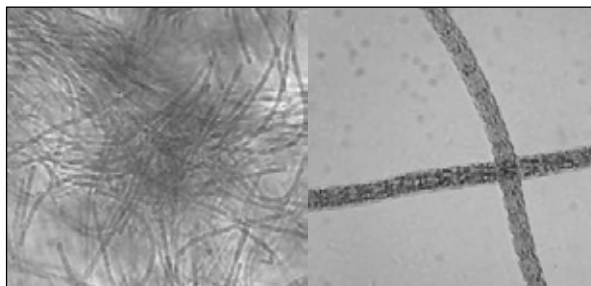
Del cultivo en Fotobiorreactores de 1 litro de capacidad se extrajeron 10 inóculos de 10 litro para depositarlos en cada módulo del fotobiorreactor. Se sembró el inóculo de 10 litros en un volumen de 20 litros de agua previamente fertilizada con medio de cultivo.



**Figura 9.** Cultivo de *Arthrospira maxima* en módulo de fotobiorreactores con capacidad 150 galones.

Fuente: Cámara de cultivo, Fundación Terrazul, Riohacha, 2013.

Así pues, los experimentos se iniciaron con un inóculo de 0,3 O.D. 680 en fase exponencial en cada módulo del fotobiorreactor. Los cultivos se mantuvieron expuestos a la irradiación solar, al viento y a la lluvia, la temperatura del agua estuvo en un rango de entre 31 a 36 °C y un pH de entre 9,0 y 10,0.



**Figura 10.** *Arthrospira maxima* vista en microscopio en aumento de 10x y 40x.

Ahora bien, en el momento que el cultivo presenta una Densidad Óptica de 0,9, se procedió a realizar el aforo del cultivo hasta los 50 litros (Figura 11).



**Figura 11.** Cultivo de *Arthrospira maxima* en fotobiorreactor con capacidad 50 litros.

Fuente: Cámara de cultivo, Fundación Terrazul, Riohacha, 2013.

### Obtención de biomasa seca

Posterior al proceso de crecimiento, cuando la Densidad Óptica de la muestra alcanza entre 0.9 a 1.3, se procedió a la cosecha de *Arthrospira maxima* el contenido de cada fotobiorreactor es extraído y filtrado sobre un tamiz de 20 micrones (Figuras 12 y 13). Se tuvo cuidado en realizar el proceso de cosecha paulatinamente y evitando generar demasiada presión sobre la biomasa, ya que los filamentos de *A. maxima* son delicados y pueden fragmentarse.

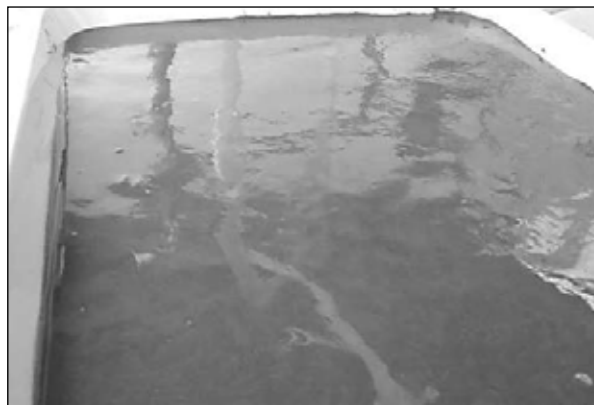


**Figura 12.** Filtración de biomasa de *Arthrospira maxima* por medio de malla de 20 micrones.  
Fuente: Fundación Terrazul, Riohacha, 2013.



**Figura 13.** Filtración de biomasa de *Arthrospira maxima* mediante malla de 20 micrones.  
Fuente: Fundación Terrazul, Riohacha, 2013.

Las algas cosechadas se acidifican ligeramente (ácido sulfúrico al 3%) y se disponen en capas de 1 a 3 mm de espesor sobre bandejas para ser deshidratadas en secador solar (Figura 14) (Ciferri, 1983). El proceso de deshidratación (hasta un contenido húmedo menor al 15%) se puede cumplir ya sea al sol o en un horno regulado a 40 °C.



**Figura 14.** Biomasa de *Arthrospira maxima* dispuesta en bandejas plásticas.  
Fuente: Fundación Terrazul, Riohacha, 2013.

Las escamas deshidratadas obtenidas son molidas hasta fino polvo (Figura 15). El producto resultante se almacena en frascos de plástico oscuro en un lugar fresco y seco para su evaluación bromatológica (Figuras 16 y 17). Se obtuvo en promedio una relación de 1,2 gramos de biomasa seca de *Arthrospira maxima* por cada litro de cultivo de 8 días de cultivo en fotobiorreactores de 50 litros.



**Figura 15.** Biomasa de *Arthrospira maxima* macerada.  
Fuente: Fundación Terrazul, Riohacha, 2013.





**Figura 16.** Envasado de biomasa de *Arthrospira maxima*.  
Fuente: Fundación Terrazul, Riohacha, 2013.



**Figura 17.** Producto envasado de biomasa seca de *Arthrospira maxima* (Spirulina) en frasco plástico oscuro  
Fuente: Fundación Terrazul, Riohacha, 2013.

Finalmente, al producto se le realizó un análisis bromatológico básico en el cual se obtuvo los valores porcentuales de Humedad, Proteína, Fibra cruda, Grasa Total, Carbohidratos, Cenizas y Calorías (Tabla 1). Los resultados muestran bajos contenidos de grasa total y carbohidratos propios de este tipo de producto utilizado como ingrediente en la elaboración de suplementos dietéticos. Así mismo, el contenido de proteína es alto en comparación con otras fuentes de proteínas como la carne proveniente del pollo o del ganado vacuno, este valor se acerca al generalmente reportado para *Arthrospira máxima*, valores de entre 60 al 70%.

**Tabla 1.** Análisis bromatológico básico realizado al producto Spirulina obtenido en la cultivo de *Arthrospira maxima*.

| Ensayo                 | Técnica                                    | Cantidad |
|------------------------|--------------------------------------------|----------|
| Humedad (g/100g)       | Secado por estufa                          | 11,5     |
| Proteína (g/100g)      | Kjeldahl                                   | 50,1     |
| Fibra Cruda (g/100g)   | Hidrólisis ácida, alcalina y calcinación   | 16,9     |
| Grasa Total (g/100g)   | Extracto etéreo                            | 2,5      |
| Carbohidratos (g/100g) | Cálculo por diferencia                     | 14,6     |
| Cenizas (g/100g)       | Calcinación                                | 2,4      |
| Calorías (Kcal/100g)   | Determinación indirecta, factor de atwater | 209,3    |

Fuente: Fundación Terrazul, Riohacha, 2013.

## LAS VENTAJAS, DESVENTAJAS Y ESTRATEGIAS

El cultivo de *Arthrospira* en el departamento de La Guajira, fundamenta sus ventajas competitivas en el aspecto ambiental como clima semiárido, valores de temperatura altos y constantes durante todo el año, bajos índices de precipitación media anual.

La anterior afirmación se basa en la comparación con los grandes centros de producción en países del primer mundo, como por ejemplo Imperial Valley (California, EE. UU.), donde las granjas de *Arthrospira* deben detener la producción entre 4 a 5 meses al año (octubre a marzo) debido a los problemas de estrés (baja productividad, contaminación, etc.) suscitados por las bajas temperaturas que se presentan en la latitud más al sur del desierto californiano de los Estados Unidos de América (Latitud 32°) (Oilgae, 2009).

Lo mismo sucede en centros de producción ubicados en latitudes subtropicales del resto del mundo los cuales deben resolver grandes brechas tecnológicas por causa de las temporadas de invierno; entre tanto La Guajira colombiana se ubica en una franja geográfica sobre los 11° Norte, observando a sí mismo que comparte similitudes bióticas y abióticas con países del África central, el sur de la India y el sureste asiático.

tico. Entre los países del sureste asiático se destaca Malasia como uno de los países que recientemente ha comenzado producción a gran escala de microalgas con fines alimentarios.

La utilización de sistemas cerrados como los Fotobiorreactores permite el control del cultivo donde se evita la contaminación por otros microorganismos a diferencia de sistemas abiertos tipo *raceway* o estanques carrusel, los cuales quedan expuestos al viento, las lluvias y la colonización por organismos rastreos o aéreos.

Este sistema de cultivo profiere la optimización de los espacios y la reutilización del agua utilizada en el cultivo, lo cual supone una reducción en el consumo del recurso hídrico y evita la utilización de grandes extensiones de tierra. Para el estudio actual se logró la obtención 48 kilos de biomasa semanal en un área de 100 m<sup>2</sup>.

De manera que una ecuación simple permite proyectar una producción de 4.800 kilos semanales de biomasa seca de *Arthrospira maxima* en 10.000 m<sup>2</sup> de área cultivo, es decir 1 ha para un total de 96.000 Fotobiorreactores de 50 litros de capacidad; no obstante doblando la capacidad de los biorreactores, es decir aprovechando la expansión vertical se podrían implementar biorreactores de 100 litros de capacidad c/u, lo que permitiría una producción de 9.600 kilos semanales de biomasa seca de *Spirulina* en 1 Ha de superficie.

## BENEFICIO SOCIAL Y AMBIENTAL

En cuanto a la promoción del cultivo de la *Spirulina*, este se ha adoptado como instrumento de política internacional por el Instituto Intergubernamental para el Uso de *Spirulina* en la Lucha Contra la Desnutrición (IIMSAM por sus siglas en inglés) en asocio con las Naciones Unidas para combatir la desnutrición mediante el fortalecimiento comunitario para la producción artesanal y consumo local de este recurso hidrobiológico (IIMSAM, 2013). Precisamente un punto a favor refiere que tan solo 5 gramos de *Spirulina* diaria es suficiente cantidad para tratar a un

infante en estado de malnutrición regresándole a su estado nutricional óptimo en tan solo 3 meses de tratamiento continuo.

Cabe resaltar que en La Guajira se concentra una de la mayor población afectada por la desnutrición, alta morbilidad y mortalidad infantil en Colombia (DANE, 2005). Con respecto al desarrollo de una nueva cadena productiva en La Guajira sustentada en la producción de alimento a partir de *Arthrospira*, se debe sustentar con alianzas entre las unidades productivas lideradas en lo posible por mujeres Wayuu y mujeres afrodescendientes, con la sociedad civil fortaleciendo la gestión empresarial que promuevan la ingestión de nutrimentos esenciales de bajo costo y a su vez generen oportunidades de empleo en mujeres y madres cabeza de familia.

En consecuencia se podrá obtener la producción de alimento esencial para garantizar la nutrición de los beneficiarios finales es decir, niños, niñas, mujeres gestantes y madres lactantes. Lo anterior será el resultado de una acción precedente desde la innovación y el desarrollo tecnológico como iniciativa de la sociedad civil previamente diseñada, no solo con miras a reducir la pobreza en minorías étnicas marginadas del territorio guajiro, sino también con la finalidad de contribuir con la lucha contra la desertificación mediante la promoción de actividades productivas en suelos áridos no aptos para el desarrollo de la agricultura tradicional.

Esta acción contiene un valor ambiental adicional y es la producción limpia y amigable al medio ambiente a través del cultivo de especies de cianobacterias que capturan Dióxido de Carbono (CO<sup>2</sup>) y reducen el efecto invernadero, cuyas unidades productivas sean operados en lo posible eficientemente utilizando energía fotovoltaica (luz solar).

Otro valor que añade la actividad de cultivo de cianobacterias, es la puesta en práctica de la equidad de género sin que se afecten los usos, costumbres e idiosincrasia, puesto que las unidades productivas y artesanales pueden ser administradas y gestionadas por mujeres cabeza de familia, y estas a la vez participen activamente en la generación de ingresos y alimento sano y seguro para promover el bienestar



social y familiar de cada comunidad beneficiaria que les asegure el alimento y a la vez genera ingresos para fortalecer la unidad y economía familiar.

## CONCLUSIONES

El cultivo indoor realizado en la cámara de cultivo de la Fundación Terrazul arrojó resultados positivos y esperados, ya que se escalaron los cultivos hasta generar inóculos de 1 litro y densidades ópticas de 0.9 para *Arthrospira maxima*, lo cual permitió continuar el escalamiento *outdoor* en módulos de Fotobiorreactores en los cuales se alcanzó la producción a escala masiva de biomasa para A. máxima y una producción de más de 1 gramo por litro de biomasa seca.

Por otra parte, se establecido y estandarizado el mecanismo de cultivo manteniendo la producción de lotes con su respectiva trazabilidad, lo cual permite avanzar en la generación de los paquetes tecnológicos para la producción de alimento a partir de esta cianobacteria.

Finalmente, se ha obtenido una fuente de alimento con atributos que permite proyectar una transferencia a la sociedad con el desarrollo agroindustrial alrededor del cultivo de *Arthrospira* con sostenibilidad ambiental, social y económico que permite la inclusión de las minorías étnicas y poblaciones rurales sin distinción de género.

## Agradecimientos

Al Servicio Nacional de Aprendizaje SENA, al SENA Regional Guajira y su Centro Agroempresarial y Acuicola por el apoyo brindado, y en especial al Programa de Innovación y Desarrollo Tecnológico Productivo del SENA, el cual tiene como objetivo contribuir al desarrollo tecnológico y a la implantación de procesos innovadores en el sector productivo nacional mediante la financiación a proyectos de empresas productoras de bienes y/o servicios cuyo propósito y fin es elevar sus niveles de productividad y competitividad. A las tecnólogas en Acuicultura Adrianis Caraballo Sierra y Nohelis Zuleta Viana por su dedicación y esfuerzo y en fin a todo el equipo de la Fundación Terrazul por su entrega incondicional en la obtención de estos resultados.

## REFERENCIAS

- Belay, A. (1997). "Mass culture of *Spirulina outdoors* - the Earthrise Farms experience". In: *Vonhask A (ed) Spirulina platensis (Arthrospira): Physiology, Cell-Biology and Biotechnology*. Taylor & Francis, London, UK, pp. 131-158.
- Colorado, M., Sanín, P. & Suárez, C. (2005). *El desarrollo de la camaronicultura en zonas indígenas en el departamento de La Guajira*. CENIACUA - CIAT - Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia. Bogotá D.C. Colombia, pp. 50.
- DANE. (2005). *Censo General 2005*. Tomado de: <http://www.dane.gov.co/index.php/poblacion-y-demografia/censos>
- Hu, H. (2007). "Prospects on large-scale cultivation of *Arthrospira (Spirulina)* by using alkaline lakes in China". In *New frontiers of phycology-Proceedings on the 312nd Xiangshan Science Conference*, Nov. 7-9th, Beijing, China, pp. 21.
- IDEAM. (2013). Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales Centro de Documentación e Información Científico Técnica República de Colombia. Consultado el 20 de noviembre de 2013 en: <https://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/Bvirtual/publicaciones/publicaciones2.html>
- IIMSAM. (2013). IIMSAM Intergovernmental Observer to the United Nations Economic and Social Council. Consultado el 28 de noviembre de 2013 en: <http://iimsam.org/>
- Jiménez, C., Cossío, B. R., Labella, D. & Niell, F. X. (2003). *The feasibility of industrial production of Spirulina (Arthrospira) in Southern Spain*. *Aquaculture* 217:179-190.
- Li, D. M., & Qi, Y. Z. (1997). *Spirulina industry in China: present status and future prospects*. *J Appl Phycol* 9:25.28.
- OILGAE. (2009). *Comprehensive Oilgae Report: Energy from Algae: Products, Market, Processes & Strategies* (Informe general realizado por Oilgae: Energía de las algas: productos, mercado, procesos y estrategias). Septiembre 2009, páginas 37-38. Consultado el 15 de noviembre de 2013 en: <http://www.oligae.com>

- Paz, F., Colorado, M., Sanín, P. & Violet, O. (2002). *Estudio de prefactibilidad de la camaricultura colombiana en el departamento de La Guajira*. CENIACUA. Bogotá D.C. pp. 283.
- Voushak, A., Richmond, A. (1988). *Mass production of blue-green alga Spirulina: an overview*. Biomass 15:233-247.

# Aplicación para la gestión del cambio del marketing tradicional al Marketing Digital e innovación abierta con énfasis en investigación aplicada para la planeación, para las Pymes y Mipymes en la ciudad de Bogotá

Application for Management of the Change from Traditional Marketing to Digital Marketing and Open Innovation with Emphasis on Applied Research for Planning, for SMEs and MSMEs in the city of Bogota

Recibido: 23-05-2017  
Aceptado: 07-09-2017

**CESAR AUGUSTO MEDINA ACERO<sup>1</sup>**

**LUIS EDUARDO LIZCANO GARZÓN<sup>2</sup>**  
**NAYIBE ESMERALDA SALAMANCA**  
**ALIX EUGENIA MARTÍNEZ**  
**ALEXIS AGUIRRE VÁSQUEZ**

## Resumen

El uso del Marketing Digital proporciona a las empresas sobresalientes una verdadera ventaja competitiva, mejorando la calidad y la visibilidad de sus productos en cualquier sector económico. Muchas empresas piensan que el marketing en Internet solo implica manejar algunas plataformas tecnológicas y que las utilizan solo las empresas que se dedican al comercio electrónico. Pero hay que ser conscientes que el comportamiento de las personas cambia de acuerdo con la dinámica comercial que se presenta actualmente. Este artículo busca que las Mipymes y Pymes identifiquen qué es Marketing Digital, el porqué y hacia dónde se dirige, de tal forma que conozcan las diferentes herramientas, estrategias de comercialización, autores, investigaciones del gremio y la importancia de adaptarse al nuevo entorno digital.

**Palabras clave:** gestión, marketing, marketing tradicional, digital, Marketing Digital, Pymes, Mipymes.

## Abstract

The use of digital marketing gives outstanding companies a real competitive advantage, improving the quality and visibility of their products in any economic sector. Many companies think that Internet

1 Colombiano. Profesor investigador - Instructor SENA Centro de Gestión de Mercados, Logística y Tecnologías de la Información - Área Mercadeo.  
camedina04@misena.edu.co

2 Colombianos. Aprendices SENA Semilleros de Investigación, Marketing Digital.

marketing only involves managing some technology platforms and that only companies that are engaged in e-commerce use them. But we must be aware that the behavior of people changes according to the current commercial dynamics. This article looks for SMEs and SMEs to identify digital marketing, why and where it is aimed, so that they know the different tools, marketing strategies, authors, research of the guild and the importance of adapting to the new digital environment.

**Keywords:** Management, Marketing, Traditional, Digital, Traditional Marketing, Digital Marketing, SMEs, Mipymes.

## METODOLOGÍA

La siguiente investigación se desarrolla mediante una revisión de fuentes secundarias que permitieron establecer una conexión directa con el sector productivo enfocado en el Marketing Digital.

Para la localización de la información se llevó a cabo recolección de datos a través de diferentes instrumentos que permitieron analizar bases de datos, repositorios de universidades como el Politécnico Gran Colombiano y la Universidad Nacional; portales especializados, bibliotecas y organizaciones que se dedican a la investigación, aportando una visión global acerca del estado del Marketing Digital en nuestro país, y cómo las Mipymes y Pymes enfrentan los diferentes desafíos del Marketing *Online* en cada uno de los sectores a los cuales pertenecen y de esta manera poder cumplir con sus objetivos de mercado.

## INTRODUCCIÓN

El Marketing Digital se ha convertido en una herramienta efectiva para las grandes, medianas y pequeñas empresas, con el fin de obtener crecimiento en mercado globalizado. Es así como se han realizado diferentes estudios e investigaciones para determinar las oportunidades de esta nueva era digital para las empresas, dichas investigaciones se realizan con-

tinuamente de cara a las actualizaciones que exige el avance de la tecnología.

La información contenida en el presente documento es apenas una muestra de las múltiples investigaciones que cada día se realizan respecto del Marketing Digital en un entorno centrado a las Mipymes y Pymes, brindando el concepto sobre los retos y desafíos que se avecinan.

En Colombia y en el mundo, los patrones de conducta se encaminan a un nuevo entorno digital, de este modo las empresas son conscientes de que cada vez más personas pasan más tiempo en dispositivos móviles, *lap-top* entre otros, utilizando dicho medio como única fuente de información.

En muchos casos, el desconocimiento de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en las Mipymes y Pymes determina que solo se planteen invertir en publicidad tradicional (*off-line*) porque se sienten perdidas en la era digital. Por ello, se pretende identificar cuáles son sus mayores falencias en este entorno y de esta manera apoyar a las Mipymes y Pymes, para que introduzcan o potencien el Marketing Digital como complemento a sus campañas tradicionales, logrando incrementar sus resultados sin incurrir en elevados costos.

## ¿QUÉ ES EL MARKETING DIGITAL?

Para encontrar una definición acertada del Marketing Digital debemos remontarnos a lo que fueron los inicios del comercio electrónico. Por ello, una definición del comercio electrónico que nos brinda un punto de partida para comprender lo que hoy en día conocemos como Marketing Digital: “Intercambios medidos por la tecnología entre diversas partes (individuos, organizaciones, o ambos), así como las actividades electrónicas dentro y entre organizaciones que faciliten esos intercambios”. (Rayport y Jaworski, 2001 p. 5).

El Marketing Digital genera nuevas opciones de mercado para las compañías, debido a que estas pueden publicar y ofrecer sus productos o servicios mediante una plataforma y que está en segundos llegue a millones de destinatarios de cualquier parte del mundo.

La manera de llegar a los consumidores ha ido cambiando a través del tiempo, de esta manera tenemos que ir adaptándonos a los nuevos cambios; las personas hoy en día nos conectamos con una empresa a través de redes sociales con la idea de conocer un poco más sobre sus servicios o productos”. (Rayport y Jaworski, 2001 p. 5).

El Instituto Internacional Español de Marketing Digital define el Marketing Digital como “Un tipo de aplicación de las estrategias de comercialización realizadas en los medios digitales, por lo que todas las técnicas del mundo *off-line* son imitadas y traducidas a un nuevo mundo: el *on-line*, asimismo, en

el Marketing Digital aparecen, por ejemplo, nuevas herramientas como la inmediatez, las nuevas redes y la posibilidad de mediciones reales de cada una de las estrategias empleadas”.

Teniendo en cuenta estos conceptos, surge la web como eje fundamental a través del cual el Marketing Digital se implementa y principalmente por medio del posicionamiento en los buscadores, las redes sociales, el comercio electrónico y la publicidad *on-line*, además de las estrategias y de todos los elementos *hardware* que involucran la tecnología inteligente (IIEMD, s.f.).

## ¿Cuáles son los principales autores del Marketing Digital?

Tabla 1.

| Nombre           | Nacionalidad | Enfoque                                                                                                                                                          | Publicaciones                                                                        |
|------------------|--------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Kevan Lee        | U.S.A.       | Se especializa en blogs, email marketing y creación de contenido.                                                                                                | Buffer, Lifehacker, Time, Entrepreneur.                                              |
| Neil Patel       | Inglaterra   | Enseña estrategias y consejos acerca del Marketing Digital.                                                                                                      | Sprout Social, Entrepreneur.                                                         |
| Joshua Parkinson | U.S.A.       | Estratégicamente programa los posteos de redes sociales <i>engagement</i> de los usuarios.                                                                       | Post Planner.                                                                        |
| Kristi Hines     | U.S.A.       | Estrategias para el marketing de contenidos, SEO, redes sociales y web Analytics.                                                                                | Kikolani, Search Engine, Content Marketing Institute, FreshBooks.                    |
| Mari Smith       | Canadá       | Repasa semanalmente los mejores artículos, herramientas, aplicaciones y recursos                                                                                 | The Social Scoop, The New Relationship Marketing, Facebook Marketing: An Hour a Day. |
| Neal Schaffer    | U.S.A.       | Medios de comunicación social de la industria de medios de comunicación social, la Cumbre de las herramientas sociales.                                          | Maximizar Social Business.                                                           |
| Peg Fitzpatrick  | U.S.A.       | Estrategias e innovaciones de marketing para redes sociales.                                                                                                     | The art of Social Media: Power Tips for Power Users.                                 |
| Darren Rowse     | Australia    | Convertir los blogs en una fuente de ingresos y una herramienta clave para el marketing digital.                                                                 | ProBlogger, Digital-photography-school.com y twitip.com.                             |
| Jeff Bullas      | Australia    | Optimizar la presencia personal y empresarial de una marca a través del marketing digital y las redes sociales.                                                  |                                                                                      |
| Ann Handley      | U.S.A.       | Creadora y gestora de contenidos digitales para construir relaciones de organizaciones y personas.                                                               | Wall Street Journal, MarketingProfs.                                                 |
| Phillip Kotler   | U.S.A.       | Marketing 2.0 que es llegar al corazón de los clientes, Kotler también introduce el término 3.0 que es la suma de los dos anteriores y genera Marketing digital. | Marketing según Kotler, El marketing de las naciones, Introducción al Marketing.     |
| Guy Kawasaki     | Hawái        | Uso de las redes sociales como canal de “evangelización” en esta nueva era digital.                                                                              | Selling the dream, How to drive your competition crazy, The art of the start.        |
| Seth Codin       | U.S.A.       | La revolución post-industrial, la comercialización, manera difundir ideas, dejar de fumar, el liderazgo y, sobre todo, cambiarlo todo.                           | Empuje la caja, Tribes: We Need You to Lead Us.                                      |

Fuente: los autores.

**Nota:** Se observa que la mitad de los autores son estadounidenses, seguido de australianos y canadienses, en cuanto a sus publicaciones se resaltan los diferentes enfoques dirigidos al Marketing Digital como contenido digital, marketing 2.0, innovación en marketing social, herramientas, aplicaciones y recursos.

## ¿QUÉ INTEGRA EL MARKETING DIGITAL?

La integración que realiza el Marketing Digital está explicada en términos de *software*, *hardware* y estrategias. Es decir, que es la sumatoria de estrategias, más elementos o dispositivos de tecnología, más la red de Internet y sus aplicaciones o programas, son los elementos que conforman el concepto de Marketing Digital.

Por este motivo se puede visualizar el Marketing Digital como elementos aislados o como usos separados, sino como una integralidad de procesos en donde el desarrollador de Marketing Digital conocido hoy en día como Community Manager, enlaza todos los elementos mencionados en una búsqueda de mercado apropiado, de compradores y/o consumidores del bien o servicio, con un objetivo fundamental, que es el de persuadir a esta compra o adquisición.

Pero no solo integrar los elementos es el asunto diario de los desarrolladores de Marketing Digital, es importante mantenerse actualizados, brindar contenidos ricos en información atractiva para los consumidores potenciales y utilizar la información que las aplicaciones hoy en día brindan para capturar la información, analizarla, evaluarla y usarla a sus necesidades.

Cuando se habla de Marketing Digital se tratan acciones estrictamente de marketing y/o comerciales las cuales son para producto o servicio; de otra parte, se involucran las acciones comunicativas, las cuales se usan para los clientes potenciales y para transmitir información comercial acerca de la compañía. También es necesario estar realizando una revisión constante de las estrategias, herramientas y técnicas necesarias para que funcionen las estrategias *on-line*.

La tecnología se ha hecho parte esencial de nuestra vida cotidiana, volviéndose un factor de oportunidad del marketing y la publicidad, para lo cual se debe generar un aumento de ventas y nuevos clientes potenciales. Una propuesta resumida de lo que integra el Marketing Digital incluye: equipos móviles,

búsqueda orgánica, contenido digital, social media, visitas al sitio web y correo electrónico.

El Instituto de Mercadotecnia y Publicidad de Guanajuato, México, explica los elementos que forman parte del Marketing Digital y que unen los conceptos mencionados. Hemos realizado la integración de otros conceptos que varios autores contemplan para dar una perspectiva mayor al concepto de integración en el Marketing Digital. Estos son a saber:

- **Consideraciones Móviles:** el 90% de las transacciones de los consumidores inician y terminan en un dispositivo. Las *tablets* y los teléfonos inteligentes o Smart Phones superan considerablemente el número de computadores en el mundo.
- **Búsqueda Orgánica:** los consumidores utilizan diferentes métodos para capturar información de bienes y productos, entre ellos los motores de búsqueda. Se debe optimizar correctamente el contenido para que el consumidor se sienta atraído y persuadido hacia la adquisición o compra para lo cual es necesario buscar la mejor visibilidad del sitio y el crecimiento de tráfico en él.
- **Content Marketing:** la información que se brinda a través de los diferentes canales digitales debe ser real, apropiada, atractiva e innovadora, en constante evolución para que el consumidor tenga un motivo para regresar.
- **Social Media Marketing:** las redes sociales, como canal de mercadeo digital, son importantes siempre y cuando se haga un buen uso de la información en ellas.



- **Nutriendo los visitantes del sitio web y E-mail Marketing:** apenas un 1,3% de los visitantes de páginas realizan alguna adquisición la primera vez que visitan el sitio, es por esto que se debe realizar una campaña muy agresiva en términos de cautivar al visitante o consumidor en potencia, con el propósito de que el 97% restante tome la decisión en su primera visita. Adicional a ello, algunos estudios demuestran que el 65% de compradores digitales toman su decisión gracias a una correcta campaña de e-mail Marketing.
- **Campañas publicitarias:** este se basa en la prioridad y decisión del tiempo del anuncio en el medio de difusión en los canales establecidos, en las cuales también se obtiene información de los consumidores.
- **Desarrollo web:** es prioritario que cada compañía ofrezca al consumidor un sitio donde encuentre la información apropiada que lo guía a satisfacer su búsqueda, no es aceptable manejar sitios mediocres, un buen sitio web debe ajustarse a todos los dispositivos, en los que los colores y la tipografía también juegan

un papel importante para la percepción de la imagen que se ofrece al consumidor.

- **Imagen corporativa:** todos los elementos deben ser congruentes. En las Pymes es reiterativa la realización de mensajes equívocos con la marca. Es sencillo manejar una buena imagen si se cuidan las fotografías vinculadas a la red social, el logo de la empresa y la tipografía manejada en la web.
- **Posicionamiento en Google:** este tema es muy complejo debido a que este sitio web busca satisfacer las necesidades del consumidor, por ende si los contenidos son de alta calidad, le dará un mejor *ranking* en el momento de la búsqueda de los consumidores.
- **SEO:** SEO (Search Engine Optimization) es la práctica de utilizar un rango de técnicas, incluidas la reescritura del código Html, la edición de contenidos, la navegación en el *web site*, campañas de enlaces y más acciones, con el fin de mejorar la posición de un *web site* en los resultados de los buscadores para unos términos de búsqueda concretos.

En este artículo se resalta el hecho de que un negocio tendrá éxito en la medida en que posea una fuerte huella digital en el Internet. Diseñar una estrategia sólida es fundamental en el Plan de Marketing Digital. Sin una estrategia digital los nuevos clientes, la visibilidad de marca y las probabilidades de incrementar los ingresos seguramente se verán afectados. (Instituto de Mercadotecnia y Publicidad, 2015).

Con base en esta información podemos mencionar entonces que un pilar fundamental del Marketing Digital es el flujo de la información y la interacción que tenga el consumidor en potencia con el sitio o medio elegido por el desarrollador de marketing. La correcta evaluación de las necesidades de los consumidores potenciales, una adecuada segmentación del mercado y una correcta distribución y presentación de los contenidos nos ayudarán a lograr este objetivo.

## ¿Cuántas investigaciones se han encontrado en bases de datos sobre Marketing Digital (MKD) aplicado a Pymes en Colombia?

Tabla 2.

| Tipo                                    | Autor del artículo                                                       | Nombre/Título                                                                           | Fuente (base de datos)                                                                                                                                                                                                              |
|-----------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Estudio                                 | IAB Colombia (Interactive Advertising Bureau) y Price Waterhouse Coopers | Reporte de la inversión publicitaria en medios y plataformas digitales para el año 2015 | <a href="http://www.iabcolombia.com/lo-ultimo/ii-estudio-anual-de-medios-de-comunicacion/">http://www.iabcolombia.com/lo-ultimo/ii-estudio-anual-de-medios-de-comunicacion/</a>                                                     |
| Artículo de investigación especializado | Jenny Paola Mancera Fandiño                                              | La era del Marketing Digital y las estrategias publicitarias en Colombia                | <a href="http://www.fce.unal.edu.co/media/files/documentos/uifce/proyectos/La%20era%20del%20Marketing%20Digital.pdf">http://www.fce.unal.edu.co/media/files/documentos/uifce/proyectos/La%20era%20del%20Marketing%20Digital.pdf</a> |
| Artículo teórico                        | Andrea del Pilar Mendoza Durán                                           | Estudio del nivel de adopción del e-commerce en la ciudad de Bogotá                     | <a href="http://repository.poligran.edu.co/bitstream/10823/814/3/ARGEM2015-II.pdf">http://repository.poligran.edu.co/bitstream/10823/814/3/ARGEM2015-II.pdf</a>                                                                     |
| Artículo especializado                  | Michelle Di Iorio y Michael Mandel                                       | Seguimiento de la economía de las aplicaciones en Colombia                              | <a href="http://www.progressivepolicy.org/wp-content/uploads/2016/10/Colombia-SPANISH.pdf">http://www.progressivepolicy.org/wp-content/uploads/2016/10/Colombia-SPANISH.pdf</a>                                                     |
| Portal y centro de excelencia           | Luis Carlos Trujillo y Simón Gaviria                                     | Centro de Excelencia y Apropiación en Big Data y Data Analytics - Alianza CAOBA         | <a href="http://alianzacaoba.co">http://alianzacaoba.co</a>                                                                                                                                                                         |

Fuente: los autores.

**Nota:** Se observa el enfoque de los diferentes estudios y artículos que se refieren a estrategias publicitarias en medios y plataformas digitales, e-commerce, aplicaciones y bases de datos como Big Data. Se evidencia la insuficiencia de la información sobre el tema para establecer una conexión directa con las Pymes y Mipymes.

## Empresas más importantes de Marketing Digital a nivel mundial

Tabla 3.

| Empresa                        | País                    | Servicios                                                                                                                                                                                                           |
|--------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Bruce Clay                     | U.S.A., Los Ángeles     | Realizan un servicio completo de optimización web para los motores de búsqueda.                                                                                                                                     |
| Straight North                 | U.S.A., Chicago         | Posicionamiento web orgánico. Ofrecer soluciones específicas a cada problema, atraer clientes y convierten grandes oportunidades de negocios.                                                                       |
| Scorpion Design                | U.S.A., Valencia        | Variedad, desde el diseño y desarrollo web hasta la creación de contenidos.                                                                                                                                         |
| Publicis                       | Francia                 | Agencia de publicidad.                                                                                                                                                                                              |
| 180 Fusion                     | U.S.A., Los Ángeles     | Su target es principalmente pequeñas y medianas empresas que se quieren posicionar en su entorno o comunidad de trabajo.                                                                                            |
| EnVeritas Group                | U.S.A, Carolina del Sur | Blogs sobre marketing digital en inglés, español y francés.<br><br>Se caracteriza por la creación de contenidos con un enfoque estratégico como su localización y globalización.                                    |
| Blue Design                    | Colombia                | Compañía publicitaria que cuenta con reconocidos clientes a nivel nacional e internacional y que continúa consolidándose como una empresa referente en la industria como la mejor empresa de marketing en Colombia. |
| WPP                            | Reino Unido             | Cuenta con agencias de publicidad, digital, <i>sports marketing</i> , <i>direct</i> , B2B, departamentos de investigación.                                                                                          |
| Interpublic Group of Companies | U.S.A, New York         | Se especializan en publicidad, Marketing Digital, <i>planning</i> , compra de medios, relaciones públicas y marketing especializado.                                                                                |
| Omnicom Group                  | U.S.A, New York         | Agencias de publicidad, relaciones públicas y agencias de medios.                                                                                                                                                   |

Fuente: los autores.

**Nota:** Los datos recogidos en la Tabla 3 muestran las empresas más importantes del Marketing Digital a nivel mundial, resaltando que más de la mitad corresponde a empresas estadounidenses por su experiencia y aprendizaje en la generación de estrategias en el Marketing Digital. También se destaca su enfoque en especialización en publicidad, creación de alto contenido digital, posicionamiento en web orgánico y optimización en motores de búsqueda.

## Empresas más importantes en Latinoamérica de Marketing Digital

Tabla 4.

| Empresa            | País      | Servicios                                                                                                                                                                |
|--------------------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Wunderman          | México    | Marketing Digital en todas sus variantes y derivados, como analítica, medición y reportes, optimización, Social Media.                                                   |
| Way2net            | Argentina | Las organizaciones de hotelería y turismo son las que más ha tenido resultados.                                                                                          |
| MaadChile          | Chile     | Ofrece los servicios de SEO, Adwords, reputación online, rediseño de sitios web, Facebook Ads.                                                                           |
| Data Trust         | Perú      | Ofrece los servicios de Social Media, SEO, Google Adwords, <i>Landing page</i> , etc.                                                                                    |
| Indexcol           | Colombia  | <i>hosting</i> , <i>Landing pages</i> , SEO, Adwords, Facebook Ads.                                                                                                      |
| Becreative         | Bolivia   | Diseño web, creación de apps, Social Media y ofrece cursos para empresas.                                                                                                |
| Tree               | Paraguay  | Posicionamiento web (SEO), estrategias de anuncios pagados, diseño profesional, generación de leads y redacción web.                                                     |
| Staff Digital      | Perú      | Videos corporativos, desarrollo de intranet y <i>e-commerce</i> .                                                                                                        |
| Embpatner          | Uruguay   | E-mail marketing, SEO, gestión de influenciadores, contenidos, <i>mobile marketing</i> y apps.                                                                           |
| Goemarkpublicidade | Brasil    | SEO, Adwords de Google y todo lo referido al marketing.                                                                                                                  |
| Positive           | Perú      | Diseño gráfico, multimedia, animación 2D-3D y aplicaciones para móviles.                                                                                                 |
| Webcorp            | Ecuador   | Hosting y dominio, diseño web, posicionamiento, Marketing Digital, diseño gráfico y SMS marketing.                                                                       |
| Convierte          | Bolivia   | Diseño de sitios web. Gestión de redes sociales, posicionamiento web, gestión de reputación online, pago por clic en Google, soluciones para <i>e-commerce</i> .         |
| Bz-group           | Bolivia   | Marketing 360, comunicación estratégica, marketing inmobiliario, estrategias digitales, <i>coaching</i> de ventas, estrategias de conversión, aplicaciones y sitios web. |

Fuente: los autores.

**Nota:** La Tabla 4 recoge información sobre las empresas mas importantes de Marketing Digital en Latinoamérica, destacando a Ecuador, Bolivia y Perú siendo las empresas que reflejan resultados enfocados al Marketing Digital como estrategia SEO y SEM, desarrollo móvil, Social Media, aplicaciones y posicionamiento web. Se destaca que estas empresas reúnen todos sus esfuerzos de marketing y ventas para la implementación en iniciativas de negocio.

## Empresas más importantes en Colombia de Marketing Digital

Tabla 5.

| Empresa                                      | Ciudad   | Servicios                                                                                                                                                                                                                      |
|----------------------------------------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| DSL Data Solutions                           | Bogotá   | Diseño web, desarrollo web, <i>branding</i> y posicionamiento.                                                                                                                                                                 |
| Blacksip                                     | Bogotá   | Comercio electrónico, analítica y todo lo referido al Marketing Digital.                                                                                                                                                       |
| Indexcol                                     | Bogotá   | <i>Hosting</i> , <i>Landing pages</i> , SEO, Adwords, Facebook Ads.                                                                                                                                                            |
| Blue Design Colombia                         | Medellín | Compañía publicitaria que cuenta con reconocidos clientes a nivel nacional e internacional y que continúa consolidándose como una empresa referente en la industria como la mejor empresa de marketing en Colombia.            |
| PMMG Positive Marketing Media Group Colombia | Medellín | Venta y comercialización de bienes de consumo masivo, estrategias de marketing y publicidad para marcas y productos de la región, posicionamiento en medios, arquitectura y construcción de propiedad raíz con eco-innovación. |
| Blue Design                                  | Colombia | Compañía publicitaria que cuenta con reconocidos clientes a nivel nacional e internacional y que continúa consolidándose como una empresa referente en la industria como la mejor empresa de marketing en Colombia.            |

Fuente: los autores.

**Nota:** La tabla 5, muestra seis de las empresas más importantes que manejan el Marketing Digital en Colombia, resaltando que Colombia esta trabajando e incursionando en campañas publicitarias, manejo y desarrollo web, posicionamiento de marca en medios digitales, como las principales estrategias que se elaboran en el marketing *online*, marcado con constantes transformaciones tecnológicas y comportamentales para la comercialización de bienes y servicios.

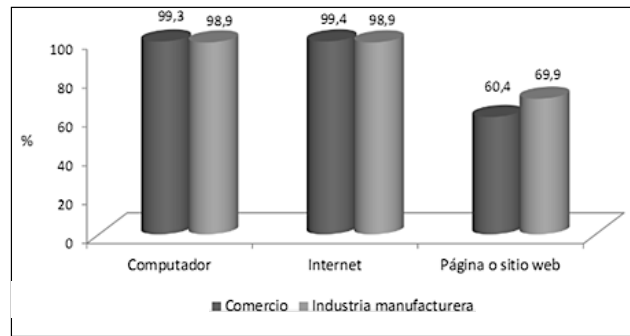
## ¿CÓMO SE ENCUENTRAN LAS PYMES EN LA IMPLEMENTACIÓN DEL MARKETING DIGITAL EN COLOMBIA?

Es claro que para los micro empresarios la era del Marketing Digital viene cobrando importancia hasta hace pocos años, es difícil establecer cuál fue el punto de rompimiento de los paradigmas que durante décadas estigmatizaron a los comerciantes tradicionalistas de vitrina, de caminar y golpear en las puertas ofreciendo sus productos. Podría decirse que la aparición del Internet debió jugar un papel importante en este proceso, pero no fue así.

Si realizamos una retrospectiva de las empresas en Colombia, los bancos y las empresas multinacionales fueron las pioneras en despertar el interés por el uso del Marketing Digital pero, gracias a las redes sociales, el auge de las páginas web, la masificación del Internet y la aparición de los dispositivos móviles inteligentes, las empresas de los demás sectores productivos encontraron un espacio interesante y atractivo en ellos para desarrollar estrategias de mercadeo con ambiciosos planes de colocación de servicios, captación de clientes y consumo de productos.

Ya no estamos hablando solamente de grandes empresas, las Pymes encuentran que existir en Cámaras de Comercio y directorios telefónicos no será la única herramienta de consolidación del negocio, sino que adicionalmente deberán integrarse al mundo digital tanto con proveedores como como clientes. Existir en la web y crear metodologías de marketing en ella será decisivo para crecer.

Sin embargo, el camino no es fácil. Comenzar una compañía es un gran reto y más en un mundo competitivo como el de hoy. Un estudio de la Cámara de Comercio de Bogotá (CCB) de 2013 encontró que, el 45% de firmas constituidas fracasan antes de su primer año y para el cuarto año solo sobreviven el 23%. Vemos que la gran mayoría de pequeñas y medianas empresas (Pymes) fracasan antes de su primer año, otras fracasan antes de los 5 y otras consiguen triunfar, tanto así que son la base de la economía colombiana (Angarita, 2016).



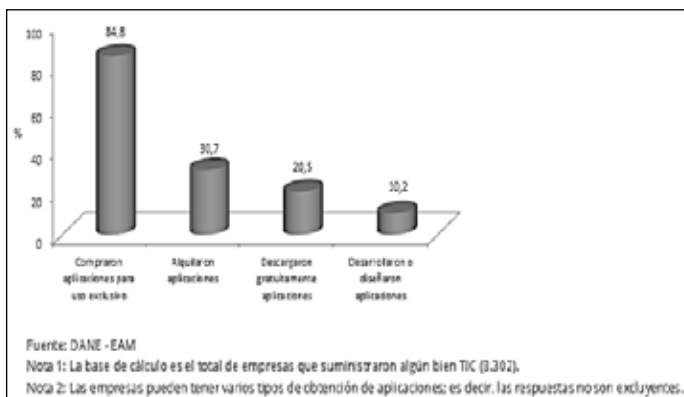
**Figura 1.** Indicadores Básicos de Tenencia y Uso de Tecnologías de la Información y Comunicación en empresas.  
Fuente: Boletín Técnico DANE (Total nacional a 2015).

La Figura 1 muestra cuál es la herramienta tecnológica que las empresas están utilizando en el sector comercio o industria manufacturera, resaltando el computador en primer lugar con un 99,3% y 98,9%, seguido de un 99,4% y 98,9 en Internet, con un segundo lugar y finalizando con la página web con un 60,4% y 69,9%.

Según el DANE, las Pymes generan alrededor de 67% del empleo y aportan 28% del Producto Interno Bruto (PIB) del país. De acuerdo con un estudio de Ipsos, contratado por Google, aunque 8 de cada 10 Pymes en Colombia tienen presencia en Internet, solo el 20% han invertido en publicidad por este medio y casi la mitad de ellas no están interesadas en invertir en publicidad digital.

Sin embargo, en un 90% de los casos, aquellos emprendedores que ya han decidido dar el paso al frente y anunciar digitalmente, aseguran que la pauta digital es fácil de usar, ayuda a aumentar las ventas y a tener un impacto realmente positivo en sus objetivos de negocio. ¿Entonces qué es lo que realmente impone una barrera para que las Pymes no se adueñan de Internet como deberían?

La Figura 2 muestra el porcentaje de las empresas que utilizaron aplicaciones o programas informáticos según la forma de obtención en el sector industrial manufacturero.



**Figura 2.** Empresas con uso de Aplicaciones o Programas Informáticos.  
 Fuente: Boletín Técnico DANE (Total nacional a 2015).

De acuerdo con el mismo estudio existen cinco razones fundamentales por las que las Pymes aseguran no adentrarse en la publicidad digital:

- **47% no tiene página de Internet para promocionar.**
- **35% no sabe cómo ni con quién hacerlo o dicen que no tiene necesidad de comunicar vía Internet.**
- **34% nunca lo pensó.**
- **31% no puede llegar al tipo de clientes que quiere y no es posible medir el retorno de este tipo de inversión.**
- **29% no cree que funcione bien para su negocio.**

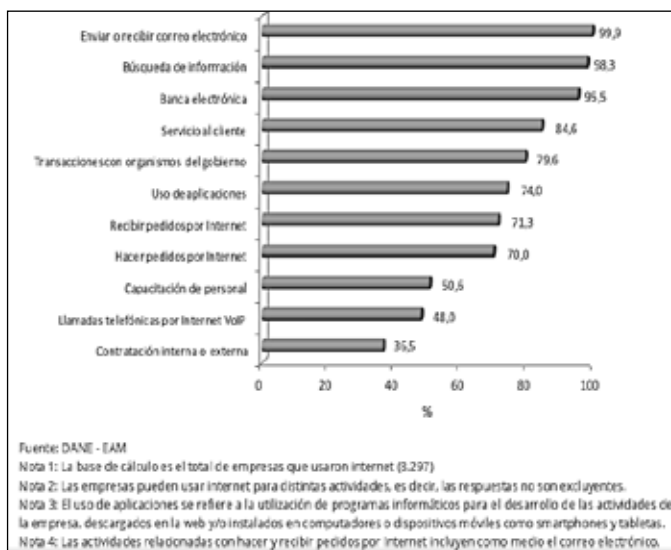
Estas cifras demuestran que el mundo digital es un espacio desconocido para las pequeñas y medianas empresas. No obstante, cuando se indaga solo a las Pymes que ya han pautado en Internet, los resultados son dicentes: el 90% manifiesta que este mecanismo les ha ayudado a generar más pedidos, visitas, consultas y ventas, todo esto dentro de un sistema de seguimiento preciso que permite el mundo de Internet (Angarita, 2016).

Carolina Angarita Gerente de Google para Colombia, experta en Marketing Digital, con maestría en perio-

dismo internacional de la Universidad de Westminster en Londres, afirmó en enero de 2017 para el diario *El Colombiano* que el reto más importante para las Pymes colombianas en este año es reafirmar su presencia digital. Es decir, invertir en el Marketing Digital.

Algunas cifras en las que se apoyó son contundentes: solo el 22% de las Pymes han comprado pauta digital, 58,5 millones de líneas móviles había al cierre del tercer trimestre de 2016 superando ampliamente la población del país, y un 46% de las Pymes jamás se han planteado la posibilidad de usar Internet como medio para incrementar sus ventas.

Citando algunos ejemplos de empresa demuestra cómo la era digital es el canal que deben usar las Pymes para aumentar sus clientes y sus ventas. Colombia tiene 7.552.594 suscriptores de Internet (cifras a 2013 primer trimestre), con un 49% de usuarios de Internet de su población total frente a países como Australia con un 82%, Estados Unidos con 81%, Argentina un 55,8% y México con un 38,4%; cifras del Ministerio de la Tecnologías de la Información y las Comunicaciones de Colombia (*El Colombiano*, 2017).



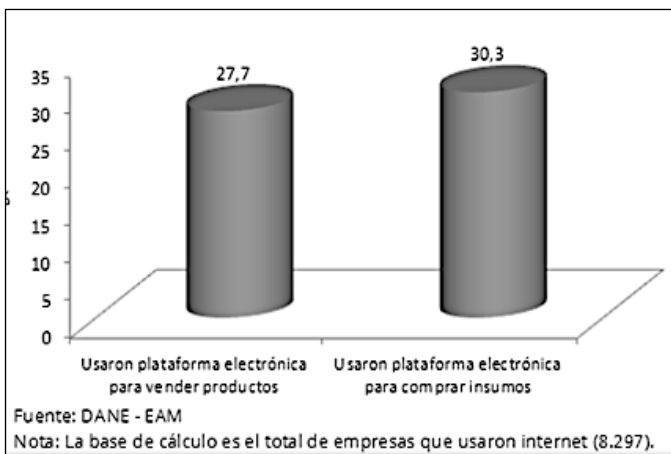
**Figura 3.** Internet según actividad de uso.

Refleja el porcentaje de empresas que utilizaron Internet, según actividades de uso en el sector industrial manufacturero. Total nacional (2016). Copyright DANE Indicadores Básicos de Tenencia y Uso de Tecnologías de la Información y Comunicación en empresas.

Fuente: Boletín Técnico DANE (Total nacional a 2015).

En 2015, el 99,9% de las empresas industriales manufactureras que utilizaron Internet lo hicieron para enviar y recibir correos electrónicos, el 98,3% lo utilizó para búsqueda de información y el 95,5% lo usó para realizar operaciones de banca electrónica (DANE, 2016).

En 2015, el 27,7% de las empresas industriales manufactureras que usaron Internet lo hicieron para vender sus productos. Por otra parte, el 30,3% de las empresas industriales manifestaron utilizar una plataforma electrónica para comprar insumos (DANE, 2016).



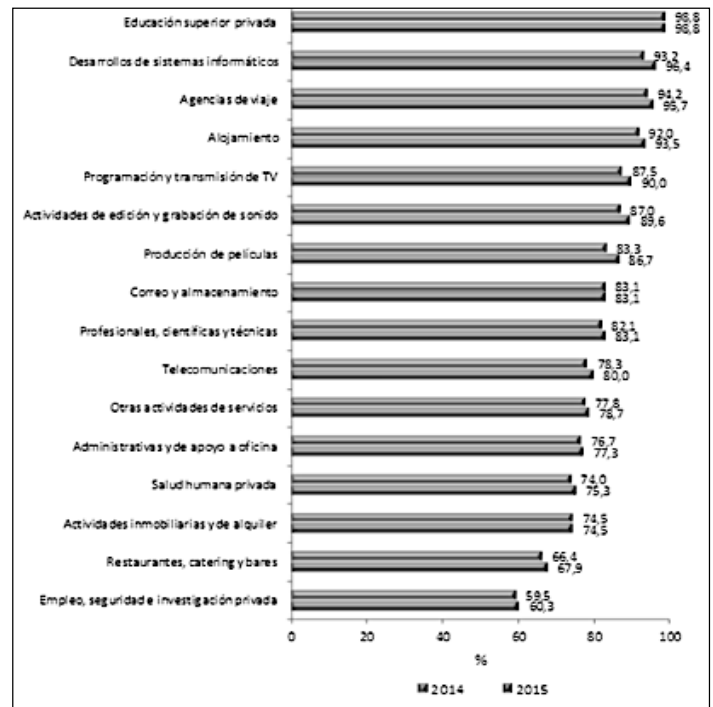
**Figura 4.** Utilidad de plataformas tecnológicas.

Porcentaje de empresas que utilizaron una plataforma electrónica para vender productos y comprar insumos en el sector manufacturero, total nacional 2016, Copyright DANE Indicadores Básicos de Tenencia y Uso de Tecnologías de la Información y Comunicación en empresas.

Fuente: Boletín Técnico DANE (Total nacional a 2015).

En el periodo 2007 a 2012, según IAB & PWC (2012), se pasó de una inversión de 25,7 millones de pesos en inversión en medios digitales a 145,7 millones, lo cual nos revela un crecimiento del 466%, teniendo en cuenta este comportamiento se espera que para el año 2020 la cifra de inversión en medios digitales supere los 1.400 millones de pesos, cifra que aún sería pequeña con respecto a otros países en donde el Marketing Digital, el *e-commerce* y las transacciones *Online* son mucho más grandes (El Colombiano, 2017).

Algunas estadísticas, por ejemplo del sector servicios en las Pymes, muestran el uso de elementos tecnológicos y página web en el siguiente gráfico.



**Figura 5.** Tenencia de página web según actividad de servicios. Porcentaje de empresas que tenían página web de acuerdo con la actividad de servicios, Sector Servicios Total Nacional a 2015, Copyright DANE Indicadores Básicos de Tenencia y Uso de Tecnologías de la Información y Comunicación en empresas.

Fuente: Boletín Técnico DANE (Total nacional a 2015).

Ahora bien, según el reporte y la estimación de mercado realizada por IAB (Interactive Advertising Bureau, 2016), la participación de Internet en la torta publicitaria pasó de 11,84% en 2014 a 14,42% en 2015, alcanzando cada vez mayor participación. La inversión total publicitaria en medios digitales para el año 2015, según el reporte y la estimación realizada, tuvo un valor cercano a los 380.000 millones, representando un crecimiento del 13,9% versus la cifra reportada y estimada del 2014.

En el estudio que presentan se observa una tendencia bastante particular en la industria en la que en tiempos de cambio. Se concluye que “es importante adaptarse a las dinámicas del mercado. La industria en general llegó a un punto crítico en el que es necesario reinventarse, ajustarse a nuevas realidades y hacer cambios importantes al interior de las empresas de cara a mantener el negocio”, explicó Olga Britto, directora ejecutiva de IAB Colombia en febrero de 2016 para la *Revista P & M* (Pérez, 2016).



Seth Perlman de la agencia AP, manifestó para *El Nuevo Herald* que la firma Fedex en asociación con Harris Interactive publicaron en febrero de 2017 un estudio denominado “Comercio global en la economía digital: oportunidades para las pequeñas empresas”, en donde afirma que el 80% de las Pymes en Colombia ya vende por Internet. También indican que de ese porcentaje, un 67% es optimista frente a hacer crecer sus ingresos por dichas ventas, mientras que el 44% ya lo ha logrado (*El Nuevo Herald*, 2017).

## Herramientas y tipos de autores en el Marketing Digital

Tabla 6

| Herramientas                              | Autores                        |
|-------------------------------------------|--------------------------------|
| Marketing Viral                           | SPEAKERS                       |
| Redes sociales                            | AGENCIAS DE MARKETING DIGITAL  |
| Marketing de compromiso                   | USUARIOS DEL MARKETING DIGITAL |
| Posicionamiento SEO/SEM                   | MILLENNIALS                    |
| Garmin y Video marketing                  | CENTENIALS                     |
| Marketing Móvil                           | INFLUENCERS                    |
| Prosumidores                              | BUSCADORES DE CONTENIDO        |
| Widgets o Gadgets                         |                                |
| Analítica Web                             |                                |
| CRM, DATA MINING Y BIG DATA               |                                |
| Display Advertising y affiliate Marketing |                                |

Fuente: los autores.

## CONCLUSIONES

Siendo el Marketing Digital uno de los mercados de mayor crecimiento en las últimas décadas, es importante resaltar que han sido muchas las empresas que le han apuntado a invertir en esta actividad, no solo como productores sino como usuarios de sus servicios. Las grandes multinacionales le apuestan a esta herramienta de tecnología para poder potenciar sus estrategias de mercadeo y posicionar sus marcas y productos a través de la contratación de las agencias de Marketing Digi-

tal, pero también es claro que las Pymes cada vez más entienden que su crecimiento está supeditado a la inversión que realicen en los diferentes medios digitales, que les permitan posicionarse en el mundo de los negocios.

Conocer las empresas más importantes de Marketing Digital en el sector a nivel Colombia, Latinoamérica y el mundo, nos brinda la posibilidad de realizar un paneo que nos lleve a dilucidar cuál será el rol que deben tener en cuenta las Pymes y Mipymes en esta era digital.

Pero esta conceptualización no es suficiente y por tal motivo dimos un paseo por las vidas y experiencias de los más importantes autores y protagonistas del Marketing Digital, quienes han logrado a través de sus trabajos y pasiones llevar esta disciplina hasta los lugares que ahora conocemos, siendo una de las primeras en el mundo para poder perfilar productos, posicionar empresas y desarrollar negocios de la mano de la tecnología.

Hemos visto cómo las Pymes han venido siendo los protagonistas de un gran cambio en el sector del Marketing Digital, basados en los conceptos básicos del Marketing Digital y teniendo en cuenta las perspectivas de diferentes autores, se ha llegado a una visión mucho más enfatizada sobre lo que implica la implementación del Marketing Digital y las diferentes áreas en que se desarrolla. Es claro que aún no está en su auge máximo esta tendencia, muchos profesionales del área realizan ingentes esfuerzos por tratar de convertir el marketing tradicional al nuevo enfoque *Online*, sin embargo, muchos temores por parte de empresarios del sector Pymes manifiestan lentos avances.

Ahora bien, dadas las circunstancias en que se está desarrollando el Marketing Digital en Colombia, podemos evidenciar que las investigaciones en el campo de las Pymes no es muy amplia, si bien es cierto que se han hecho trabajos colaborativos y experimentales en algunos centros de formación, el campo investigativo aún está por explorarse, y es por esta razón que debemos fomentar en este tipo de trabajos de semillero la labor encontrando nuevas fuentes, yendo a profundidad y utilizando todas las herramientas posibles al alcance para que el Marketing Digital deje de ser un tabú para las Pymes y se convierta, en futuras décadas, en un poderoso instrumento de crecimiento y desarrollo.

## REFERENCIAS

- Alianzacaboba.co (2016). "Centro de excelencia y aplicación del Big Data y Data Analytics". Recuperado de: <http://alianzacaoba.co>
- Amazon. (2016). "Biografía de Ann Handley". Estados Unidos. Recuperado de: <https://www.amazon.com/Ann-Handley/e/B003OSWOGS>
- Angarita, C. (2016). "Pequeños y medianos empresarios, tomen Internet por los "cachos"". *Revista Dinero*. Recuperado de: <http://www.dinero.com/emprendimiento/articulo/empresarios-tomen-internet-por-los-cachos-por-carolina-angarita/239410>
- Área, E. (2017). "Quién es Seth Goldin?". México. Recuperado de: <https://eduardoarea.blogspot.com.co/2011/03/quien-es-seth-godin.html>
- Aula21.net. (2013). "Concepto de buscador". Recuperado de: <http://www.aula21.net/tallerwq/buscadores/buscador1.htm>
- BBC Mundo. (2016). "Martin Sorrel, el "rey de la publicidad" que gana US\$102 millones al año y no siente vergüenza". Londres. Recuperado de: [http://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/05/160429\\_finde\\_economia\\_sir\\_martin\\_sorrell\\_wpp\\_empresa\\_publicidad\\_lb](http://www.bbc.com/mundo/noticias/2016/05/160429_finde_economia_sir_martin_sorrell_wpp_empresa_publicidad_lb)
- Bervenuto, S. (2017). "¿Qué son los millennials? ¿Eres tú uno de ellos?". VIX.COM. España. Recuperado de: <http://www.vix.com/es/btg/curiosidades/7936/que-son-los-millennials-eres-tu-uno-de-ellos>
- Blanco, G. (2016). "Neuromarketing vs. marketing tradicional". *Revista Digital Entrepreneur*. Recuperado de: <https://www.entrepreneur.com/article/278652>
- Blue Design Latinamérica. (2016). "La primera agencia digital de Colombia". Envigado, Colombia. Recuperado de: <http://bluecolombia.co/blue/>
- Bravo, C. (2010). "5 factores clave del éxito del blogger profesional Darren Rowse". (probblogger.net). Madrid, España. Recuperado de: <http://www.marketingguerrilla.es/5-factores-clave-del-exito-del-blog-de-darren-rowse-probblogger-net/>
- Bullas. (2016). "Biografía de Jeff Bullas". Estados Unidos. Recuperado de: <http://www.jeffbullas.com/bio/>
- Camacho, L. (2014). "Biografía de Phillip Kotler". Recuperado de: <http://biografiaphilipkotler.blogspot.com.co/>
- Comparte Libros. (2017). "Biografía de Guy Kawasaki". Recuperado de: <http://www.compartelibros.com/autor/guy-kawasaki/1>
- DANE. (2016). "Indicadores Básicos de Tenencia y Uso de Tecnologías de la Información y Comunicación en empresas", (gráficos). Recuperado de: [https://www.DANE.gov.co/files/investigaciones/boletines/tic/bol\\_empresas\\_2015.pdf](https://www.DANE.gov.co/files/investigaciones/boletines/tic/bol_empresas_2015.pdf)
- DANE. (2016). "Indicadores Básicos de Tenencia y uso de Tecnologías de la Información y Comunicación en empresas". Recuperado de: [https://www.DANE.gov.co/files/investigaciones/boletines/tic/bol\\_empresas\\_2015.pdf](https://www.DANE.gov.co/files/investigaciones/boletines/tic/bol_empresas_2015.pdf)
- Datatrust. (2017). "Las 30 mejores agencias de Marketing Digital de Latinoamérica". Lima, Perú. Recuperado de: <http://www.datatrust.pe/las-30-mejores-agencias-marketing-digital-latinoamerica/>
- Di Ionno, M. & Mendel, M. (2016). "Seguimiento de la economía de las aplicaciones en Colombia". PPI, Radically, Pragmatic. Recuperado de: <http://www.progressivepolicy.org/wp-content/uploads/2016/10/Colombia-SPANISH.pdf>
- Eduarea. (2016). "¿Quién es Mari Smith?: Experta en Marketing con Facebook". USA. Recuperado de: <https://eduarea.wordpress.com/category/facebook-2/>
- Entrepreneur. (2017). "¿Quiénes son los centennials y por qué debes ponerles atención?". México. Recuperado de: <https://www.entrepreneur.com/article/290524>
- Expomipymegto.com.mx (2017). "Definición de Micro, Pequeña y Mediana Empresa, Irapuato, México". Recuperado de: <http://expomipymegto.com.mx/index.php/quienes-somos/14-articulos-generales/72-definicion-de-micro-pequena-y-mediana-empresa>
- Fitzpatrick, P. (2017). "Perfil en facebook". Estados Unidos. Recuperado de: [https://es-la.facebook.com/pg/pegfitzpatrick.author/about/?ref=page\\_internal](https://es-la.facebook.com/pg/pegfitzpatrick.author/about/?ref=page_internal)
- Gutiérrez, R. (2016). "6 rasgos clave de los millennials, los nuevos consumidores". *Revista Forbes*. México. Recuperado de: <https://www.forbes.com.mx/6-rasgos-clave-de-los-millennials-los-nuevos-consumidores/>
- Hines, K. (2016). "Perfil de LinkedIn Kristi Hines". Phoenix Arizona, Estados Unidos. Recuperado de: <https://www.linkedin.com/in/kristihines>

- IIEMD. (s.f). "Qué es Marketing Digital?". Cartagena-Murcia, España. Recuperado de: <https://iiemd.com/que-es-marketing-digital/>
- IMPROMA, Instituto de Mercadotecnia y Publicidad. (2015). "5 elementos de Marketing Digital". Guanaajuato, México. Recuperado de: <http://www.improma.com/5-elementos-del-marketing-digital-improma-com/>
- Juárez, J. (2015). "Qué es el Marketing Digital". México D.F., BeOriginal México. Recuperado de: <http://beoriginalmexico.com/que-es-el-marketing-digital/>
- Ladonnaproduce.com. (2015). "El Speaker, definición y cualidades". Toledo, España. Recuperado de: <http://ladonnaproduce.com/speaker-definicion-cualidades/>
- López, R. (2013). "El Marketing Digital: definición y bases". Portal Digital Marketing desde Cero. Recuperado de: <https://marketingdigitaldesdecero.com/2013/01/12/el-marketing-digital-definicion-y-bases/>
- Mancera, J. (2013). La era del Marketing Digital y las estrategias publicitarias en Colombia. Recuperado de: <http://www.fce.unal.edu.co/media/files/documentos/uifce/proyectos/La%20era%20del%20Marketing%20Digital.pdf>
- Maximize Your Social. (2017). "About Social Media Speaker Neal Schaffer". MaximizeYourSocial. Recuperado de: <http://maximizeyoursocial.com/social-media-speaker-neal-schaffer/>
- Mendoza, A. (2016). "Aportes y reflexiones gerencia de mercadeo". Politécnico Gran Colombiano, Estudio del nivel de adopción del *e-commerce* en la ciudad de Bogotá. Recuperado de: <http://repository.poligran.edu.co/bitstream/10823/814/3/ARGEM2015-II.pdf>
- Ministerio de Tecnologías de la Información y Telecomunicaciones de Colombia. (2017). "Porcentaje anual de utilizadores de Internet según el país". Recuperado de: <http://www.mintic.gov.co/portal/604/w3-article-4425.html>
- Molano, A. (2013). "Marketing Digital, usuarios, datos y contenidos". [www.colombiadigital.com](http://www.colombiadigital.com), Bogotá, Colombia. Recuperado de: <https://colombiadigital.net/actualidad/articulos-informativos/item/4513-marketing-digital-usuarios-datos-y-contenidos.html>
- "MdMarketingdigital.com, Marketing On Line, ¿qué es y cómo funciona?". Recuperado de: <http://www.mdmarketingdigital.com/que-es-el-marketing-digital.php>
- Olivas, O. (2015). "Las 4 grandes multinacionales que rigen la publicidad en el mundo". Merca2.0. Recuperado de: <https://www.merca20.com/las-4-grandes-multinacionales-que-rigen-la-publicidad-en-el-mundo/>
- Olivas, O. (2016). "Omnicom vs Interpublic, ¿cuál de los dos grupos estadounidenses tiene mejores resultados?". Merca2.0. Recuperado de: <https://www.merca20.com/omnicom-vs-interpublic-cual-de-los-dos-grupos-estadounidenses-tiene-mejores-resultados/>
- Ortiz, N. (2017). "¿Qué son los Millenials?". Diario *El Comercio*, Quito, Ecuador. Recuperado de: <http://www.elcomercio.com/opinion/opinion-columnistas-marceloortiz-millennials-ecuador.html>
- Parkinson J. (2017). "Joshua Parkinson Biography". San Francisco Estados Unidos. Recuperado de: <https://www.postplanner.com/joshua-parkinson/>
- Patel, N. (2017). "Quién es Neil Patel?". Estados Unidos. Recuperado de: <http://neilpatel.com/es/sobremi/>
- Pérez, C. (2015). "II estudio anual de medios de comunicación", IAB Colombia. Recuperado de: <http://www.iabcolombia.com/lo-ultimo/ii-estudio-anual-de-medios-de-comunicacion>
- Pérez, I. (2015). "10 gurús de Marketing Digital que deberías seguir". México. Recuperado de: <http://blog.cliento.mx/10-gurus-marketing-digital>
- Pérez, E. (2016). "Aumentó la inversión publicitaria digital en Colombia". *Revista P & M*. Recuperado de: <http://www.revistapym.com.co/inversion-digital-2015>
- Perlman, S. (2017). "Economía Digital desplegaría potencial de PyMes en América Latina y el Caribe. Diario *El Nuevo Herald*. Recuperado de: <http://www.elnuevoherald.com/noticias/finanzas/article132994284.html>
- Positive Marketing Group. (2016). "La organización". Medellín, Colombia. Recuperado de: <http://positivemarketinggroup.co/la-organizacion/>
- Rayport, J. F. & Jaworski, B. J. (2001). "e-Commerce". México D.F.: McGraw Hill.
- Rodríguez, H. (2016). "Qué es el Marketing Digital". Web Marketing Latino. Recuperado de: <http://webmarketinglatino.com/que-es-el-marketing-digital/>
- Romero, M. (2014). "¿Qué hace una agencia de Marketing Digital?". Puebla, México. Recuperado de: <https://www.clicmark.com/blog/agencia-de-marketing-digital-que-hace>

- Technopedia. (2017). "Digital Marketing, Definition - What does Digital Marketing mean?". Recuperado de: <https://www.techopedia.com/definition/27110/digital-marketing>
- Velásquez, K. (2016). "Las 20 mejores agencias de Marketing Digital en México". Markwting4ecommerce, México D.F., México. Recuperado de: <http://marketing4ecommerce.mx/las-20-mejores-agencias-de-marketing-digital-en-mexico/>
- Websa100. (2015). "Las 5 agencias de Marketing Digital más importantes de Estados Unidos". Madrid, España. Recuperado de: <http://www.websa100.com/blog/las-5-agencias-de-marketing-digital-mas-importantes-de-estados-unidos/>
- Zorraquino.com. (2017). "¿Qué es un Influencer?". España. Recuperado de: <https://www.zorraquino.com/diccionario/marketing-online/influencer.html>

# Estudio de caso neuromarketing y moda: análisis de la efectividad en la campaña digital de la colección de lencería femenina empresa Moon Claire 2017

Neuromarketing and Fashion Case Study:  
Analysis of the Effectiveness in the Digital Campaign  
of the Moon Claire 2017 Women's Lingerie Collection

Recibido: 29-05-2017  
Aceptado: 10-09-2017

**MARIAM DAISY RAMÍREZ BRICEÑO<sup>1</sup>**

**ANAMARIA GIRALDO CORONADO<sup>2</sup>**  
**JAQUELINE RAMOS SUPELANO**  
**DIANA KASANDRA GORDILLO BELTRÁN**

## Resumen

Cada día las personas están constantemente abordadas por miles de anuncios publicitarios que provienen de diferentes medios digitales, convirtiéndose en un gran reto para las empresas captar la atención de sus clientes.

Esta investigación busca identificar aquellos elementos que generan gran compromiso, mediante el análisis de percepciones visuales causadas por estímulos publicitarios que fueron diseñados por la compañía Moon Claire para una campaña digital, acerca de su colección de lencería femenina en el primer semestre de 2017. Para este estudio de investigación, dieciocho mujeres entre 25 y 35 años fueron seleccionadas siguiendo siempre el objetivo de la marca. Adicionalmente, fue basado en el desarrollo de un caso de estudio, donde fue usada una metodología innovadora de Neuromarketing así como también algunas herramientas tecnológicas llamadas Eyetracking y Neurobandas (Banda de Medición Neuronal). Los resultados mostraron qué elementos generaron mayor compromiso y también identificaron la incidencia de actitudes favorables hacia la conducta de compra, permitiendo así mejorar la eficacia de la campaña publicitaria.

**Palabras clave:** Neuromarketing, enganche, campaña digital, lencería, moda, emociones, Eye tracking, Neurobandas EEG.

1 Colombiana. Magíster en Neuromarketing. Instructora del Área de Mercadeo del Centro de Gestión de Mercados Logística y Tecnologías de la Información- SENA, Regional Distrito Capital. mdramirez@sena.edu.co

2 Colombianas. Aprendices Semillero Neuro-investigación, Mercadeo.

## Abstract

Every day people are constantly addressed by thousands of advertising spots through various digital media sources, becoming a real challenge for companies to catch customer attention.

This research seeks to identify those elements that generate greater engagement through analysis of visual perceptions caused by advertising stimulus that were designed by the company Moon Claire for a digital campaign about its women's lingerie collection in the first half of 2017. For this research study, eighteen women between 25 and 35 years old were selected following the brand's target. Furthermore, it was based on a case study where an innovative Neuromarketing methodology was employed as well as some technological tools called Eyetracking and neurobands (a headband with electrodes). The results showed what elements were involved in greater engagement and also identified the incidence of favorable attitudes towards purchasing behaviors and thereby allowing the advertise campaign to improve its effectiveness.

**Keywords:** Neuromarketing, Engagement, Advertising Campaign, Lingerie, Fashion, Emotions, Eye Tracking, Neurobands, EEG.

## INTRODUCCIÓN Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

### Comprendiendo el Neuromarketing

Según Vigo (2014), el Neuromarketing es un estudio de los procesos cerebrales que se evalúan en la toma de decisiones al momento de la compra. A través de herramientas, se identifican las zonas del cerebro que se activan durante el proceso, de tal forma que se pueden predecir el comportamiento del consumidor y se hallan las expresiones más relevantes que impulsan a los consumidores.

Esta definición se basa en las neurociencias, explicando que, donde se controlan las emociones y los sentidos es en el sistema límbico, la razón es dirigida por el cerebro racional o neocórtex y las necesidades básicas de supervivencia se dan en el cerebro reptil. Cada

una de estas áreas interviene en el proceso de compra (Vigo, 2014).

La importancia radica en que describen los deseos y el código que poseen los consumidores para escoger sus compras. Además, busca que las marcas puedan utilizar estímulos sensoriales de tal forma que se realice una conexión entre el cliente y el consumidor, usando herramientas de comunicación, imagen, posicionamiento y segmentación según las necesidades del consumidor.

Estas necesidades son respondidas a través de los motivos que tiene el cliente hacia una marca en especial, extraídos de las herramientas usadas y los estudios ejecutados a los consumidores. De tal forma, la empresa puede dirigir su estrategia de marketing hacia lo que desea su *target* y ahorra costos por su ajuste en los procesos de desarrollo de producto (Vigo, 2014).

### ¿Qué estudia?

Ahora bien, el neuromarketing estudia el comportamiento del consumidor, así que investiga los procesos mentales (pensamientos, emociones, motivaciones), estímulos exteriores (percepción visual, percepción auditiva, el tacto), objetivos y metas. Sus fines son mejorar el diseño de producto o servicio, establecer precios adecuados, generar un modelo de *branding*, buscar posicionamiento, establecer canales de venta más convenientes (Vigo, 2014).

### ¿Cómo aplicarlo?

Durante el siglo XX, las metodologías de investigación clásicas (*focus group*, las encuestas y test de productos) buscaban los gustos, preferencias y deseos del consumidor para mejorar las estrategias de las empresas, pero no han sido suficientes para realizar un ciclo más amplio en los productos o servicios, por lo que perecen prematuramente. A raíz de esto el neurocientífico Read Montague, por medio de resonancia magnética, realizó un estudio en el que se dio respuesta a las conductas racionales y emocionales, además de la publicidad (Vivardo, 2009).

En lo racional y lo emocional, Montague (citado por Vivardo, 2009) descubrió que el 85% de las deci-



siones que se toman son de manera subconscientes y que solo un 15% son realmente conscientes. Estos resultados son sacados de las tecnologías de visualización de la actividad cerebral y neuronal y manifestó que los medios convencionales de recolección de información no podían describir este tipo de descubrimientos. En cuanto a la publicidad, Krugman (citado por Vivardo, 2009) identificó que la influencia en la toma de la decisión, se da gracias a la repetición de los mensajes, por reflejos inconscientes y una sedimentación progresiva.

Existen procesos psicológicos que se involucran en la decisión de compra, estos son las necesidades, la personalidad, percepción, aprendizaje, memoria, emociones entre otros. Esta sección va a explicar a groso modo que son cada una de ellas y en que se involucran en el proceso de mercadeo.

Las **necesidades** son prioridades que tiene el ser humano por satisfacer. Estas se clasifican según Maslow de forma escalonada en donde las de mayor prioridad se ubican en la parte baja de la pirámide y las de menor en la parte alta. Las necesidades resueltas pueden volver a surgir (Chao & Fernández, 2013). Es por ello que el mercadeo lo considera parte de sí porque es la clave para la supervivencia, la rentabilidad y el crecimiento de una compañía gracias a que cuenta con la capacidad de identificar y satisfacer las necesidades insatisfechas del consumidor mejor que la competencia (Schiffman & Lazar, 2010).

La **personalidad** en cambio, son las particularidades psicológicas propias del individuo que determinan y reflejan la forma que este responde a su ambiente. Gracias a esto los compradores se comportan de determinada manera frente a los intentos promocionales de los mercadólogos y también buscan productos que los desarrolle personalmente o que se adapten a su estilo de vida (Schiffman & Lazar, 2010).

La **atención** es un proceso cognitivo que funciona como un filtro que posee el ser humano para descartar los miles de estímulos irrelevantes que el cerebro percibe continuamente del mundo exterior, este mecanismo permite dar importancia a los estímulos más relevantes que están involucrados en la toma de decisiones.

Para comprender cómo sucede este filtro se debe entender la atención como un proceso cognitivo que se encuentra intrínsecamente relacionado con diferentes regiones cerebrales de la corteza prefrontal. Esta zona del cerebro cuenta con un rápido acceso a la información visual, y permite reaccionar ante estímulos visuales con una velocidad aproximada entre 100 y 150 ms.

Los procesos cognitivos se encuentran relacionados con dos mecanismos: Top-Down (arriba-abajo) y Bottom-Up. El primer mecanismo representa mayor activación de la entrada neuronal que permite realizar procesos de selección dirigidos en tareas específicas para cumplir con una meta o expectativa (procesos conscientes). El mecanismo Bottom-Up (la atención se modula por sí sola), interviene cuando la atención se dirige a un estímulo en particular que capta la atención de manera instantánea por su novedad o relevancia, ej.: el ruido de una ambulancia en la calle, el timbre de un móvil en el salón, etc. (Ruiz-Contreras & Cansino, 2005).

La **atención y memoria** están íntimamente ligados con el funcionamiento y adaptación de la vida cotidiana, mientras que la atención da la capacidad de seleccionar la información que nos resulta útil, la memoria almacena la información que se adquiere mediante la percepción para después recuperarla y usarla (Ruiz-Contreras & Cansino, 2005); por consiguiente la atención, la percepción y la memoria juegan un papel importante en los aspectos de reconocimiento de una marca.

El **aprendizaje** son procesos internos (cognitivos) que producen cambios en el individuo, este se exterioriza en la conducta y son provenientes de la adquisición de conceptos, disposiciones, tendencias o habilidades para conducirse de una determinada manera. También se rige por los estímulos que se encuentran en el ambiente y cuando se produce aprendizaje es cuando el sujeto sabe cómo comportarse frente a ese estímulo, puede ser por el número de repeticiones que ha tenido o por observación que ha tenido con otro sujeto (Gagné, 1970).

Por ejemplo, un sujeto que no elige la marca de siempre, incorpora información publicitaria sobre el

producto que está comprando mediante la *percepción*; el proceso de la “percepción” desarrolla la incorporación de los estímulos ambientales en el cerebro a través de los sentidos y los dota de significado dando por sentado una realidad que se da por medio de la experiencia de una forma subjetiva. Tiene dos actores, el estímulo que proviene del medio externo y el individuo que está dotado de la capacidad para interpretar información (Berenguer, 2006); dicha interpretación está marcada por el grado de impacto que pueda generar un estímulo publicitario.

De acuerdo con la teoría de Paul Mac Lean, el cerebro reptiliano es 250 veces más rápido que el cerebro racional (Neocortex), este cerebro reptil con 400 millones de evolución es la parte que prevalece en las decisiones instintivas de supervivencia, buscando siempre beneficios inmediatos en el centro de decisión sobre los otros dos cerebros (Cortex y Sistema Límbico). Damasio en 1995, demostró que la razón es menos eficaz que el cerebro reptil, ya que las personas en situaciones de elección no siempre eligen la opción más racional, sino la que prefiere el cerebro reptiliano; se trata de un cerebro altamente visual e inconsciente que funciona bajo el mecanismo estímulo-respuesta; este viejo cerebro está influenciado por los comienzos y finales de un evento; en marketing para que un anuncio sea convincente y determinante en la toma de decisión es importante captar fuertemente la atención de la audiencia (Marketingdirecto, 2012).

En publicidad “el mensaje implícito” es la información que se encuentra dentro de un estímulo de manera no explícita; por consiguiente y de acuerdo al número de exposiciones puede provocar en el sujeto una atribución de familiaridad. Posteriormente, si el usuario es expuesto en escenarios futuros al mensaje de manera implícita, el nombre de la marca será percibida más rápido, atribuyendo una percepción de recuerdo o estado de “marca conocida” que generará mayor preferencia sobre otras marcas no conocidas en el momento de la elección (YoPsicólogo, 2010).

El doctor A.K. Pradeep especialista en Neuromarketing ha expuesto en su libro “The Buying Brain, 2010”, la importancia del subconsciente en las decisiones de compra; él ha dedicado su vida a estudiar el cerebro humano a través del electroencefalograma

(EGG), con el objetivo de determinar las reacciones subconscientes de la actividad cerebral; que dan como resultado un dibujo del cerebro humano (Neuroimagen) ante un estímulo publicitario.

De acuerdo con sus investigaciones el 95% de las decisiones que toman las personas, se gestan en el subconsciente, es decir que el cerebro tan solo utiliza el 2% de la energía en actividades conscientes, el trabajo restante lo ejecuta el subconsciente. Gran parte del interés del producto, la lealtad de marca y la intención de compra se forman en el subconsciente (Tobar, 2013, p. 12). El inconsciente es la fuente primaria de la conducta humana; la mente inconsciente equivale al 90% mientras que la mente consciente es tan solo el 10%, para Freud (1915) el inconsciente es donde se guardan los sentimientos, pensamientos, impulsos e influye fuertemente en la conducta y experiencias a pesar de que las personas no sean conscientes de esas influencias adyacentes (Guerri, s.f.).

### La compra. ¿Una decisión que se toma en cuestión de milésimas por segundo!

Gracias a las investigaciones de neurociencia se ha logrado comprobar que el cerebro procesa las imágenes en tan solo 13 milésimas de segundo. Cuando el ojo observa un estímulo, la información se forma en la retina y posteriormente se transmite al cerebro en parámetros de forma, color, orientación, etc. Según el centro de investigaciones Massachusetts Institute of Technology (MIT), determinaron que “13 ms” es el tiempo necesario para que el cerebro capte y procese información visual (Flores, s.f.).

En el momento de efectuar una acción de compra el estado de satisfacción se convierte en una sensación de recompensa temporal que dura tan solo 40 segundos, tiempo para tomar la decisión de adquisición; gracias a estudios de comportamiento del consumidor se ha logrado determinar que el beneficio de compra durante la toma de la decisión logra activar circuitos emocionales de recompensa y gratificación en el área de Accumbens (Braidot, 2017).

Nestor Braidot (2011, p. 30) determina esta zona como “centro de placer, su activación indica una sen-

sación de bienestar que genera conductas de búsqueda y aproximación a dicha situación”; la adquisición de un producto o servicio se genera a través de la valoración de las expectativas del producto que continúa hasta que el usuario usa el producto y determina la expectativa de su compra.

Cada momento de experiencia es un proceso acumulativo, las campañas publicitarias y las estrategias de marketing están orientadas a generar un grado de implicación emocional con la marca, son más efectivos en el momento de crear conexiones relevantes e indelebiles en el tiempo, en cuanto mayor sea el grado de “Engagement” de los usuarios, mayor será el grado de compromiso hacia la marca (Muñoz & Parreño, 2006).

El concepto “Engagement” surge como una nueva filosofía del marketing, su objetivo principal, es lograr vínculos emocionales del consumidor hacia la marca. Estos vínculos se crean en relación a momentos de contacto o momentos de verdad (usuario-marca); son una serie de elementos que se combinan los mensajes y generan asociaciones propias, como íconos, símbolos o metáforas. La activación de estas asociaciones en la mente del consumidor enriquecen el significado de la marca.

Las estrategias de publicidad buscan enriquecer las marcas y es allí, donde la fotografía se convierte en herramienta clave para dar a conocer un producto o servicio; su principal objetivo es crear imágenes impactantes, que despierten interés y capten la atención del público objetivo y, asimismo les permitan verse reflejados en la imagen que están observando y sea asociado con la marca (MEDYA, s.f.).

De acuerdo con la agencia de Fotografía Publicitaria MEDYA, el éxito en la venta de productos de moda, está basado en la frase “una imagen vale más, que mil palabras”. Es por ello, que una campaña publicitaria depende completamente de la calidad de sus imágenes, desde el manejo de la iluminación, los escenarios, encuadres y la naturaleza física del elemento. MEDYA recomienda que en un catálogo impreso u *online*, una buena fotografía sea capaz de resaltar el objeto y destacar sus mejores atributos, sin necesidad de añadir adornos que distraigan al consumidor (MEDYA, s.f.).

## PRESENTACIÓN EMPRESA MIPYME MOON CLAIRE



Figura 1. Logo Moon Claire.  
Fuente: Moon Claire.

**Moon Claire internacional es una empresa colombiana con 5 años de experiencia en el mercado de la ropa interior femenina; cuenta con ventas *online* a nivel internacional mediante la web**

**<http://www.moonclairestore.com/int/index.php>**

**A través de la lencería, Moon Claire busca plasmar la elegancia, sofisticación y sensualidad de la mujer, por medio de telas, variedades de tonalidades y diseños, brindando confianza y comodidad a la mujer; (Moon Claire, 2017).**

## PRESENTACIÓN COLECCIÓN DE LENCERÍA FEMENINA PARA LA CAMPAÑA DE LANZAMIENTO DIGITAL DE MOON CLAIRE 2017

| Estímulo 1<br>Colección Magic                                                                                                                                           | Estímulo 2<br>Colección Distinguido                                                                                                                                     | Estímulo 3<br>Colección Único                                                                                                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                        |                                                                                       |                                                                                                                         |
| Características                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                            |
| <ul style="list-style-type: none"><li>○ Plano Entero</li><li>○ Prendas de lencería</li><li>○ Elementos sutiles</li><li>○ Textura Suave</li><li>○ Luz Dura</li></ul>     | <ul style="list-style-type: none"><li>○ Primer plano</li><li>○ Nombre Colección</li><li>○ Copa Brasier</li><li>○ Texturas Contrastes Altos</li><li>○ Luz Dura</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>○ Plano Entero</li><li>○ Logo - Marca</li><li>○ Nombre Colección</li><li>○ Copa Brasier</li><li>○ Accesorios</li><li>○ Texturas Madera</li><li>○ Luz Suave</li></ul> |
| Estímulo 4<br>Sofisticado                                                                                                                                               |                                                                                                                                                                         | Estímulo 5<br>Elegance                                                                                                                                                                                     |
|                                                                                      |                                                                                                                                                                         |                                                                                                                        |
| Características                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                         |                                                                                                                                                                                                            |
| <ul style="list-style-type: none"><li>○ Nombre Colección</li><li>○ Modelo</li><li>○ Plano Medio</li><li>○ Brasier</li><li>○ Textura Madera</li><li>○ Luz Dura</li></ul> |                                                                                                                                                                         | <ul style="list-style-type: none"><li>○ Nombre Colección</li><li>○ Modelo</li><li>○ Plano Americano</li><li>○ Prendas de Lencería</li><li>○ Texturas Suaves</li><li>○ Luz Suave</li></ul>                  |

**Figura 2.** Características Fotografía Publicitaria, Campaña 2017.  
Fuente: Moon Claire.

El objetivo principal de este estudio es identificar los aspectos que causan *engagement* mediante el análisis de la percepción visual de los estímulos diseñados en la colección de lencería femenina, para la campaña de lanzamiento digital de la empresa Moon Claire 2017.

Como objetivos complementarios se buscó detectar los recorridos y zonas de tensión visual de las mujeres participantes y analizar los aspectos positivos (*likes*) y negativos (*dislikes*) de cada estímulo. Las hipótesis que se establecen son:

- **Hipótesis 1.** Las mujeres perciben los rostros emocionales en menor tiempo y con mayor grado de atención. Estudios han demostrado que las mujeres son más acertadas en el reconocimiento del lenguaje no verbal mediante expresiones faciales (López, 2014).
- **Hipótesis 2.** Las prendas de lencería que se proyectan en planos enteros, captarán los niveles de atención de las mujeres en primer medida.
- **Hipótesis 3.** Los estímulos que se proyectan en planos enteros, y con menos adornos dentro de la fotografía, facilitan el recorrido visual en las prendas de lencería.

## MATERIAL Y MÉTODO

El tipo de estudio al que pertenece esta investigación es descriptiva, bajo la metodología de neuromarketing. La presente investigación se estableció en dos fases.

- **Fase I.** Se desarrolló un estudio documental exploratorio, mediante la revisión de literatura que buscó explicar el fenómeno del neuromarketing, mediante la consulta de conceptos vitales en la teoría de neuromarketing.
- **Fase II.** Se desarrolló el estudio con un alcance cuantitativo, descriptivo, basado en el desarrollo de casos de investigación aplicada, con metodología y herramientas de investigación en neuromarketing.

- **Fase III.** Se analizaron los resultados, conclusiones y hallazgos que aportaron a mejorar la efectividad de la campaña.

Cómo instrumento de medida se utilizó la herramienta Experiment REND (sistema de Eyetracking basado en monitor con tecnología SMI). Este dispositivo cuenta con cámaras de luz infrarroja que emiten luz, en el espectro no visible para el ojo humano, la luz apunta a los ojos de los participantes y se refleja en las pupilas, asimismo es captada por una cámara infrarroja de alta definición que graba los movimientos de los ojos mientras se expone a las participantes a diferentes estímulos de la campaña publicitaria.

El seguimiento ocular o *eye tracking*, estudia los movimientos oculares, principalmente la visión central (fóvea) el cuál determina donde la visión se vuelve más nítida. Las cámaras identifican la velocidad de los desplazamientos de los globos oculares, la dilatación de la pupila y el parpadeo, de tal forma que determina los mapas de calor y zonal o puntos calientes, la reacción frente a un estímulo y el tiempo que se demora el sujeto en ver la imagen (Huezo, 2016).

El estudio se complementó con la tecnología EEG, “Bandas de seguimiento Neurona”. Estas bandas contienen sensores con un alto nivel de sensibilidad, que miden las corrientes eléctricas del cerebro únicamente la zona del lóbulo frontal; los sensores trabajan sobre un algoritmo que permiten identificar los niveles de ondas cerebrales Alpha, Beta, Gama, Delta y Theta, presentes en el lóbulo frontal del cerebro, transformándolos en indicadores de Atención, Meditación, Emoción y Engagement (MindMetriks, 2017).

Se trata de una técnica no invasiva que mide las variaciones eléctricas del cerebro detectando las áreas que tienen una mayor actividad a través de las ondas cerebrales, su resolución espacial generalmente mide el voltaje entre 1 y 3 milisegundos, detecta la asimetría de las ondas alpha (8-13 Hz), entre los hemisferios derecho e izquierdo “La actividad en la zona izquierda del cerebro se ha relacionado con estados emocionales positivos o el deseo de acercarse a un objeto (o persona)” (Neuromarca, s.f).



El estudio se llevó a cabo el 26 de noviembre de 2016, en el laboratorio de Neuromarketing, del área de Mercadeo en el CGMLTI SENA. Con una muestra no probabilística de 18 mujeres, entre las edades de 25-35 años, ubicadas en la ciudad de Bogotá. Las participantes de la muestra fueron seleccionadas de acuerdo al público objetivo de la marca. El criterio común para la selección de los sujetos fueron: mujeres profesionales trabajadoras, de estrato socioeconómico medio-alto, que se preocupan por la comodidad y el *glamour* en las prendas de ropa interior.

Para el análisis de las imágenes se estableció un criterio de categorización (Figura 2), que permitió determinar las variables independientes (VI), características de cada uno de los estímulos como son: manejo de plano de fotografía, luz, escenarios, prendas de colección, elementos decorativos, información textual, logo.

Las variables dependientes (VD) fueron, el seguimiento ocular, reconocimiento espontáneo de los estímulos y nivel de atención visual, bajo la medición de la herramienta “Experiment REND” a partir de las siguientes variables: Tiempo de entrada (TDE), Tiempo de permanencia (TDP), Revisores (R), Primera Fijación (PF), Conteo de Fijación (CDF).

La tecnología EGG permitió medir el nivel de activación neuronal del lóbulo frontal, transformándolos en indicadores de Atención, Meditación, Emoción y *Engagement* (MindMetriks, 2017).

Los indicadores se miden de 0 a 100 de acuerdo a la activación de las ondas cerebrales con base en la siguiente escala: 0-40 indica baja activación, 41-60 actividad media normal, 61-75 actividad alta, 76-100 actividad muy alta (MindMetriks, 2017).

El proceso experimental se realiza individualmente con el siguiente trabajo de campo: se da la bienvenida a cada participante, posteriormente se socializa y aprueba el consentimiento informado, se realiza una breve explicación del experimento y se procede a colocar las neurobandas, estas se sincronizan con el *software* “NeuroStore Ver. 1.2”, posteriormente se administra la grabación de datos con la aplicación “VideoMetriks” y se sincronizan con la aplicación

“reloj digital”. Enseguida se calibra la mirada con el *software* “Iview” y se proyectan los estímulos mediante el *software* “Experiment Suite”.

Los resultados del experimento son obtenidos y analizados mediante el *software* “BeGaze Analisis Pro” y “Excel” versión 15.14 y el modelo descriptivo de los estados afectivos.

## ANÁLISIS DE RESULTADOS

En esta fase se analizan los resultados obtenidos a través de la herramienta Eye Tracking, basado en la siguiente figura.

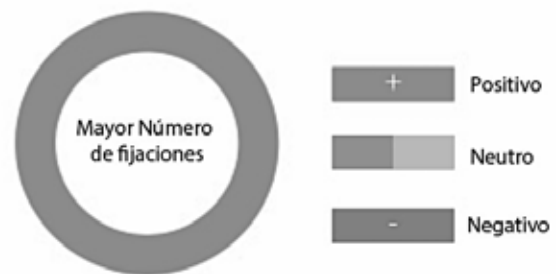


Figura 3. Termografía Heat Map.  
Fuente: propia.

La termografía del “Heat Map” permite identificar los puntos de mayor interés a través de las gamas de color. Las zonas de color más calientes (rojo, positivo) determinan la intensidad visual y el número de fijaciones donde se ha posicionado la atención con mayor frecuencia, los colores cálidos amarillo y verde demuestran que va disminuyendo la intensidad y el interés visual, el color azul refleja los elementos o zonas desapercibidas.

## Análisis de Resultados Eyetracking

En la Figura 4, la prenda Brasier, generó menor tiempo de entrada visual (TDE 181.5 ms) en relación con los demás elementos; sin embargo y de acuerdo al (HM) la flor es el elemento que capta la atención de manera



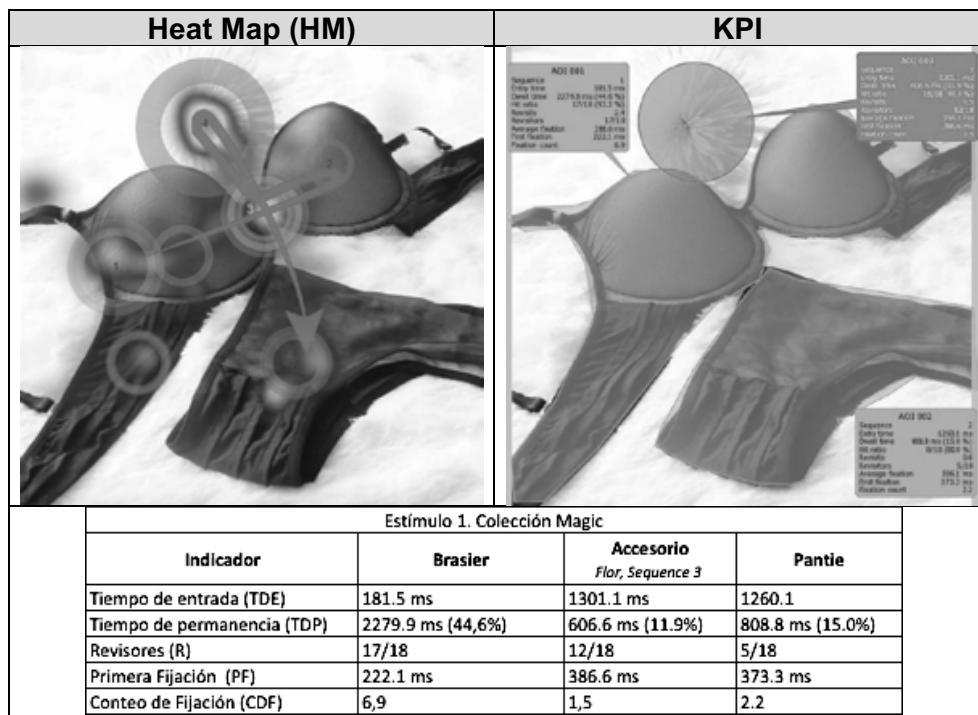


Figura 4. Estímulo 1 Colección Magic (Heat Map & KPI).  
Fuente: Neurolab SENA.

inmediata, con menor tiempo de respuesta en la primera fijación (PF 222.1ms). Diecisiete mujeres de las dieciocho revisitaron la zona del Brasier con mayor

tiempo de observación (TDP 2279.9 ms). El Pantie fue la prenda con menos revisitas, cinco de dieciocho mujeres y menor conteo de fijación (CDF 2.2) (Zona Fria).

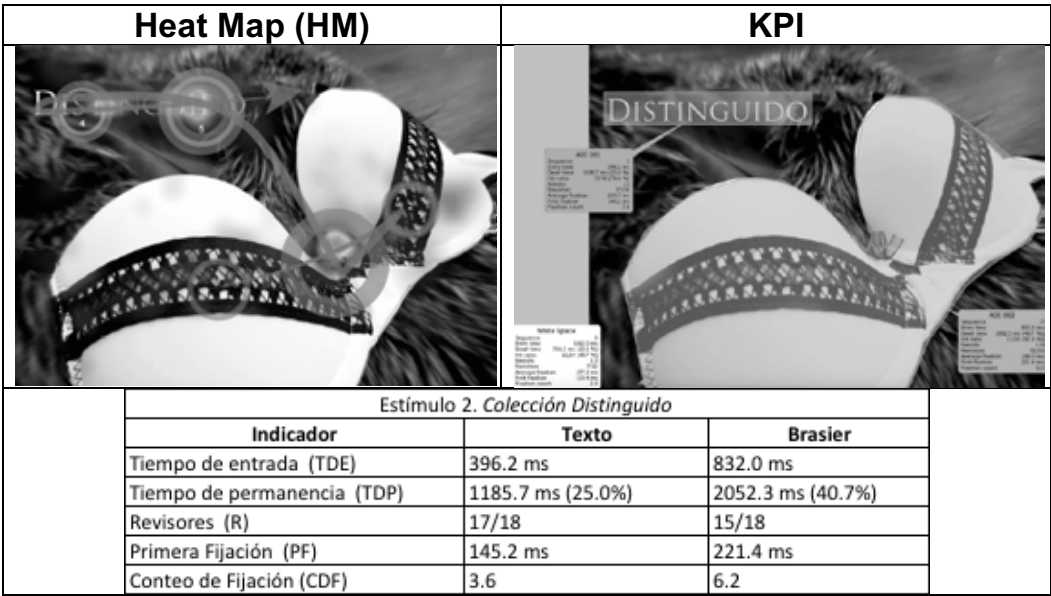
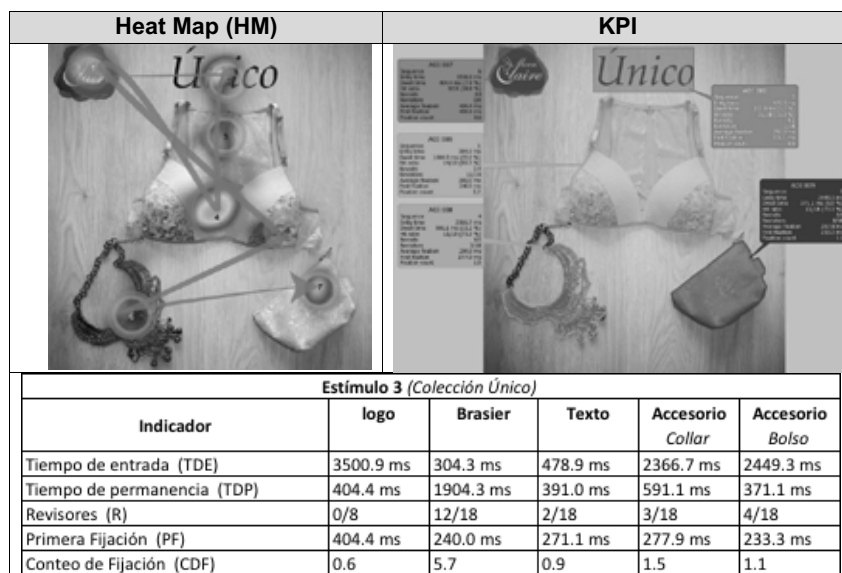


Figura 5. Estímulo 2 Colección Distinguido (Heat Map & KPI).  
Fuente: Neurolab SENA.

En la Figura 5 el texto “Distinguido” generó menor tiempo de entrada visual con (TDE 396,2 ms) y con mayor número de revisitas (R 17/18). Sin embargo, el centro del Brasier es superior en concentración de

fijaciones visuales con (TDP 2052,3 ms). En menor medida fueron percibidos los detalles de las copas del Brasier, estas se denominaron zonas frías en la exploración visual.

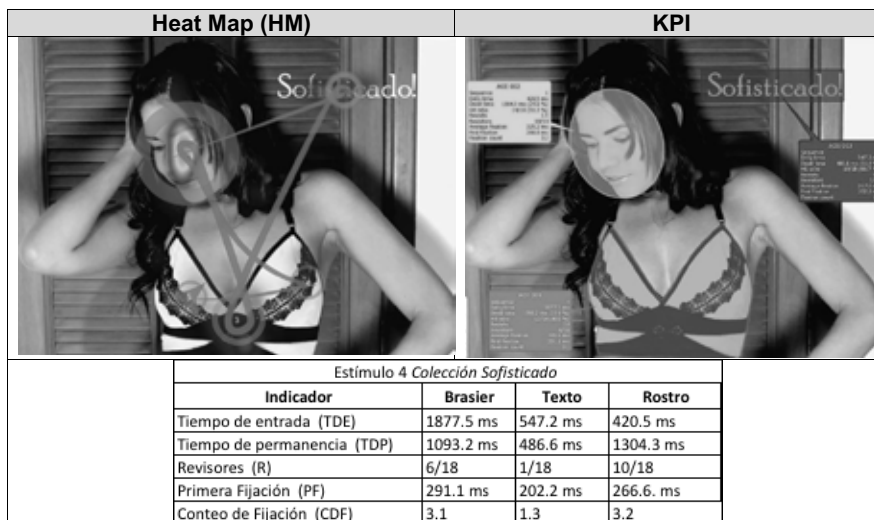


**Figura 6.** Estímulo 3 Colección Único (Heat Map & KPI).

Fuente: Neurolab SENA.

La Figura 6 demostró que, el logo y el texto fueron significativamente observados en mayor medida y por más tiempo en la primera fijación (Logo PF 404.4 ms), (Texto PF 271.1 ms); lo anterior se evidenció con las zonas de tensión del (HM); sin embargo el centro

del Brasier recibe atención por mayor tiempo (TDP 1904.3 ms) y con más número de revisitas (R12/18). Los elementos decorativos como “accesorios” dispuestos en la parte inferior de la composición pasan ligeramente desapercibidos (Zonas frías).

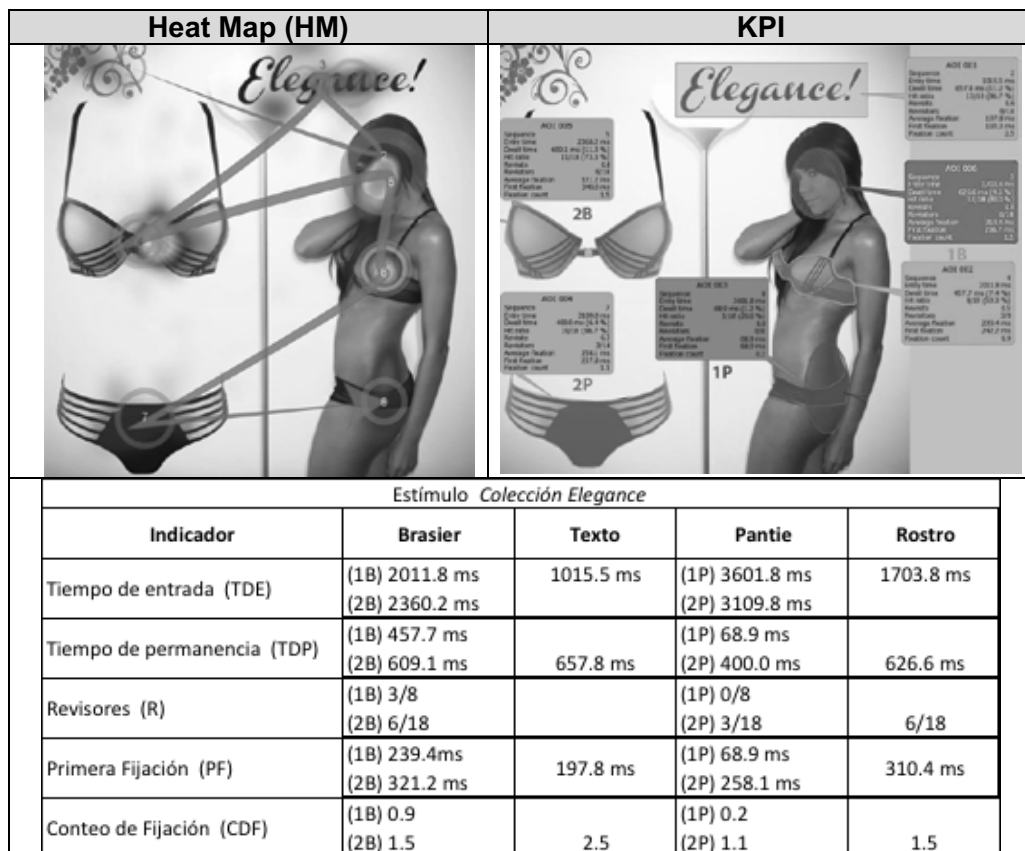


**Figura 7.** Estímulo 4 Colección Sofisticado (Heat Map & KPI).

Fuente: Neurolab SENA.

El (HM) de la Figura 7 evidenció el desvío de atención visual de las participantes hacia el rostro de la modelo con mayor tiempo de fijación (TDP 1304.3 ms) en relación al texto y el Brasier. Diez de dieciocho mujeres revisitaron la zona facial con mayor conteo de

fijaciones. Tan solo seis revisitaron la zona del Brasier con menor tiempo de fijación. Las zonas de texto y el Brasier demostraron rutas sacádicas largas (Cambio de atención) con menor tiempo de observación.



**Figura 8.** Estímulo 5 Colección Elegance (Heat Map & KPI).  
Fuente: Neurolab SENA.

Toda la información de una escena es adquirida mediante las fijaciones visuales, la duración de una fijación es un indicador de procesamiento de información y el comportamiento que traza la ruta visual (rutas sacádicas) demuestra el tiempo que tardaron las mujeres desde el inicio del estímulo hasta establecer los puntos de fijación.

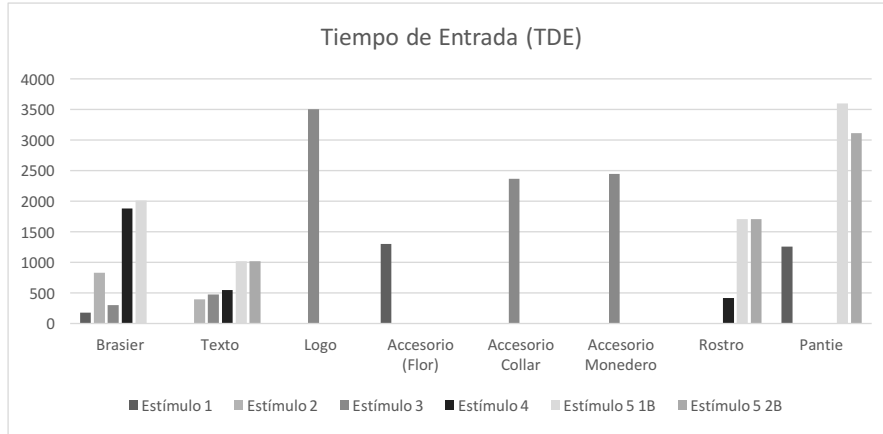
Por lo anterior la Figura 8 demostró las rutas sacádicas que se presentaron principalmente en el rostro y el Brasier 1B, en contraste con las rutas de observación se determinó confusión en la lectura del estímulo.

Sin embargo, seis de las dieciocho participantes revisitaron la zona del rostro (TDP 626.6ms) y (TDP 2B 609.1 ms) con mayor tiempo de atención. Lo anterior se corrobora con el Mapa de Calor (HM) el cual evidencia las zonas de mayor atención: la colección de la columna izquierda generó mayor zona de tensión en el Brasier, mientras que la columna derecha provocó mayor zona de tensión en el rostro de la modelo. Las zona de texto y la zona inferior de las prendas "Panties" pasan desapercibidos. En promedio el estímulo 5 de la Figura 8 obtuvo un bajo índice de conteo de fijaciones en relación con los anteriores estímulos.

## Análisis de resultados

**Tabla 1.** Tiempo de Entrada (TDE).

Fuente: propia.

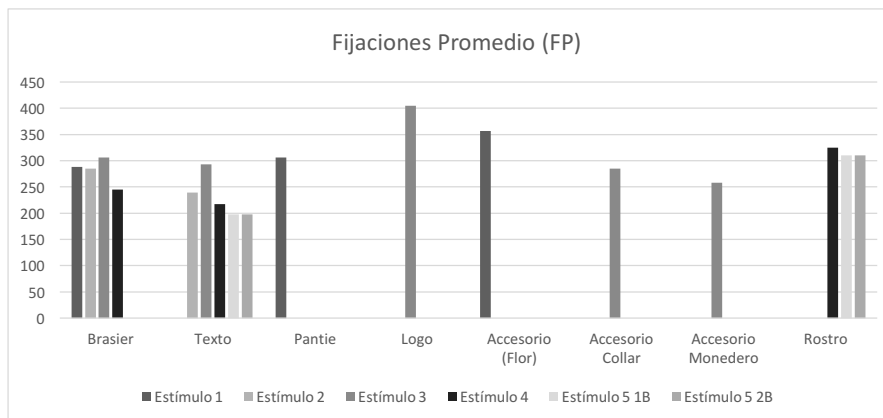


De acuerdo con la Tabla 1, en promedio las participantes tardaron menor tiempo en identificar la prenda del Brasier en los Estímulos 1 (TDE181.5 ms) y 3 (TDE304.3 ms), seguido del texto en el Estímulo 2 (TDE 396.2 ms) y el rostro del Estímulo 3 (TDE 420.5 ms). Por lo anterior, los encuadres de los Estímulos 1 y 3 favorecen la percepción de la prenda “Brasier” sin embargo, al incorporar rostros, estos tienden a generar mayor tensión desviando la atención visual.

*El largo de una fijación varía entre 100 a 600 milisegundos, durante este tiempo el cerebro procesa la información visual recibida por los ojos.* En la Tabla 2 las fijaciones promedio de los estímulos en la campaña Moon Claire, representaron mayor fijación en el logo (FP 404,4 ms), seguido del Accesorio Flor del Estímulo 1 (FP 356,3 ms), y el rostro de la modelo en el Estímulo 4 (FP 325,2 ms), a pesar de que, los anteriores elementos estuvieron dentro del promedio fijación, ninguno se acercó al tiempo máximo de fijación (600 ms).

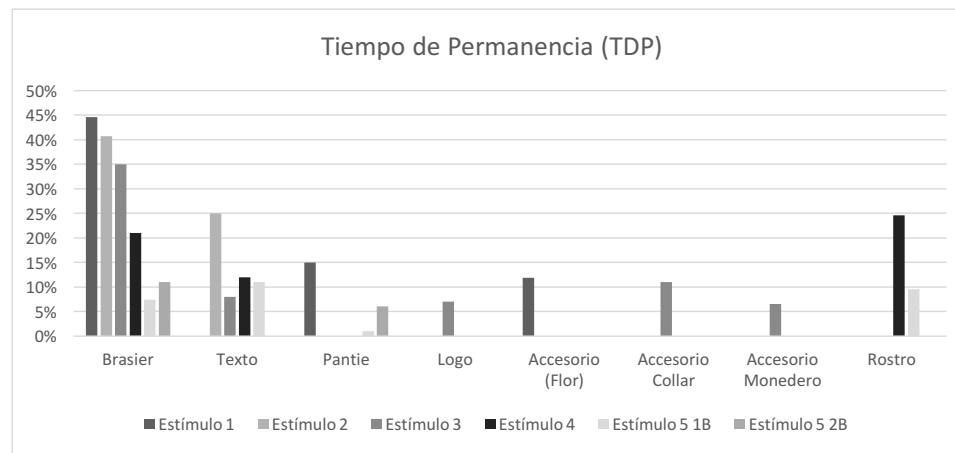
**Tabla 2.** Fijaciones Promedio (FP).

Fuente: propia.



**Tabla 3.** Tiempo de Permanencia (TDP).

Fuente: propia.



El tiempo de permanencia visual en la zona de un estímulo, es un indicador de procesamiento de información o actividad cognitiva (zona de interés y atención). La Tabla 3 demostró que las zonas del Brasier de los estímulos 1 y 2 estuvieron por encima del 40% de atención visual de las mujeres (TDP E1 45% - TDP E2 41%), seguido de Estímulo 3 (TDP 35%) y el rostro de la modelo en el Estímulo 4 (25%), las zonas en las prendas de los “Panties” se representaron como zonas frías pasando desapercibidas con menor porcentaje de permanencia visual (Estímulo 5 TDP 1P 1% y Estímulo 5 TDP 2P 6%).

## Análisis de resultados EEG (Neurobands)

|            | Attention | Meditation | Engagement | Emotional |
|------------|-----------|------------|------------|-----------|
| Estímulo 1 | 63        | 52         | 61         | 61        |
| Estímulo 2 | 64        | 53         | 61         | 61        |
| Estímulo 3 | 63        | 53         | 61         | 61        |
| Estímulo 4 | 63        | 57         | 73         | 61        |
| Estímulo 5 | 63        | 53         | 61         | 61        |

**Figura 9.** Análisis de resultados EEG (Neurobands).

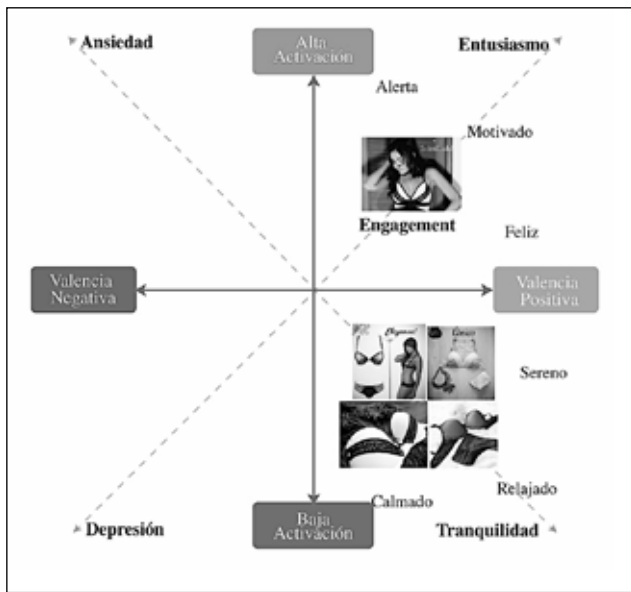
Fuente: Neurolab SENA.

A menudo las personas ejecutan tareas mediante procesos de atención inconscientes y lo hacen de forma automática; generalmente esto se trata de procesos lentos

que necesitan menos consumo de energía. Cuando el cerebro selecciona información relevante del entorno en función de sus metas o expectativas, se activan tres subsistemas atencionales “alerta, orientación atencional y control ejecutivo”, estos son procesos conscientes de atención cognitiva que requieren de mayor esfuerzo y consumo de energía, es decir “mayor activación neuronal” (Funes & Lupiáñez, 2003).

De acuerdo a la activación neuronal del lóbulo frontal (Figura 9), las participantes mantuvieron un nivel de atención de “Alta actividad” (63-64); se valora que los estímulos captaron la atención de manera positiva. Lo anterior se contrasta con los resultados de meditación que dieron como resultado entre (52-53) lo cual indicaron un estado de concentración normal; con excepción, del estímulo 4, el cual indicó un nivel de concentración 4 puntos arriba de la activación media, en relación con los demás estímulos.

Los resultados (Figura 9), evidencian que las mujeres mantuvieron un nivel de emoción “Alto con (61)” mientras observaron los estímulos. De acuerdo con Antonio Damasio, las emociones alteran el cuerpo como resultado de una introspectiva consciente del sujeto en relación a su estado emocional” (Vallejo, s.f), por lo anterior se concluye que los estímulos mantuvieron un eje de valencia positiva sin ningún tipo de alteración emocional o motivación por parte de las participantes, con excepción del estímulo 4.



**Figura 10.** Modelo Descriptivo de los Estados Afectivos.  
Fuente: Neurolab SENA.

Las emociones se clasifican según su valencia y nivel de activación. El modelo descriptivo de los estados afectivos (Figura 10), tiene la capacidad de predecir la motivación de las personas, a través de dos dimensiones: **1) La valencia** mide los estados placenteros (Valencia Positiva) o dis-placenteros (Valencia Negativa). **2) La activación** se asocia a la vivencia del estado afectivo con un monto de energía psico-fisiológica (Madrid, s.f.).

De acuerdo con los resultados (Figura 9) de la activación neuronal y aplicado al modelo de los estados afectivos (Figura 10); los estímulos 1,2,3 y 5 se posicionaron con mayor probabilidad de recuerdo, sin embargo el estímulo 4 demostró tendencia de conducta favorable hacia compra, con un mayor *engagement*.

**Contraste de Hipótesis.** Los resultados del *eye tracking* en las figuras 7 y 8 demostraron zonas de interés reflejado en el rostro de la modelo. Las neurobandas reflejaron mayor grado de *engagement* en el estímulo 4 de la Figura 9, lo anterior permite contrastar positivamente la hipótesis 1 “Las mujeres perciben los rostros emocionales en menor tiempo y con mayor grado de atención”.

La Tabla 3 (Tiempo de Permanencia Visual) permite contrastar las hipótesis 1 y 2, determinando que

los planos enteros en los estímulos (1 y 2) mantuvieron a las participantes por encima del 40% de atención visual (TDP E1 45% - TDP E2 41%), asimismo facilitaron el recorrido visual en las prendas de lencería.

Los elementos dispuestos en la composición del Estímulo 3, generaron mayor fluidez en el recorrido de observación, sus áreas de interés se relacionaron principalmente con “Logo, texto y Brasier”.

## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

**Planos de fotografía publicitaria.** Cuando los ojos permanecen en una posición fija demuestran mayor comprensión e interés para recoger información (UNED, s.f.). De los “4.000 milisegundos” que se expusieron cada uno de los estímulos; los estímulos 1 y 2 captaron la atención de las mujeres en mayor medida en la zona del Brasier con un tiempo de permanencia más alto ((TDP) 2279,9 ms y 2052.3 ms), frente al estímulo 3 (1904.3 ms), por lo anterior las fijaciones visuales y las revisitas son más frecuentes en las prendas de Brasier cuando se muestran estímulos con menores elementos “accesorios” y planos Enteros. Se recomienda alentar los diseños en planos enteros, como se trabajó en el (estímulo 1). Esto permitirá para captar la atención y el recorrido de observación en las prendas de lencería. Así mismo se recomienda el manejo de altos contrastes en los escenarios y las prendas para lograr mayor impacto visual.

**Elementos decorativos.** Los accesorios dispuestos en las composiciones pueden ser elementos de distracción, por lo tanto se recomienda ubicarlos en posiciones de proximidad a los elementos que, se les desea dar mayor jerarquía.

**Recordación de marca.** La ubicación de logo y/o textos en la zona superior alienta a dar mayor importancia a esta zona, generando un patrón de lectura en “F”, asimismo los usuarios tienden a omitir zonas inferiores. Esto se da típicamente por el condicionamiento de lectura de la cultura occidental; la lectura inicia en la parte superior, de izquierda a derecha, omitiendo algunos de los elementos dispuestos en zonas inferior-



res. Por lo anterior se recomienda ubicar el logo en los recorridos de salida visual de la “Zona inferior derecha”, con el propósito de generar recorrido en toda la pieza publicitaria y un espacio remanente “Recordación de marca”.

**Marca.** La incorporación del logo es un factor esencial en cada uno de las piezas publicitarias de la campaña.

**Aumentar el compromiso de la marca:** Las mujeres perciben los rostros emocionales más rápido, se recomienda usar modelos en planos medios; este plano permite aislar una sola figura dentro de un recuadro, para concentrar la máxima atención favoreciendo el recorrido visual de las prendas; se recomienda usar modelos que expresen emociones de confianza y glamour identificados con la marca, para lograr así, una mayor conexión emocional (*Engagement*) con el producto y el público objetivo.

## REFERENCIAS

- Berenguer, C. & Gómez, B. (2006). *Comportamiento del consumidor*. Barcelona: Editorial UOC.
- Braidot, N. (2011). *Neuromarketing en Acción*. México: Ediciones Granica S.A.
- Fernández, S., Chao, M., Calvo, F. (2013). *Técnico en Farmacia y parafarmacia*. España: McGraw-Hill
- Flores, J. (2017). “El cerebro humano procesa las imágenes en solo 13 milésimas de segundo”. MuyInteresante.es. Recuperado en: Junio 4, 2017. Disponible en: <https://www.muyinteresante.es/salud/articulo/el-cerebro-humano-procesa-las-imagenes-en-solo-13-milesimas-de-segundo-101389808233>
- Funes, J. & Lupiáñez, J. (2003). “La teoría atencional de Posner: una tarea para medir las funciones atencionales de Orientación, Alerta y Control Cognitivo y la interacción entre ellas”. *Psicothema*, Vol. 15, nº 2, pp. 260-266. Recuperado en: Mayo 23, 2017. Disponible en: <http://www.psicothema.es/pdf/1055.pdf>
- Gagné, R. (1970). “Las condiciones del Aprendizaje”. Recuperado de: <https://alamano.wikispaces.com/file/view/Teoria-del-procesamiento-de-la-Informacion.pdf>
- Guerri, M. (s.f.). “Teoría personalidad de Freud: consciente, inconsciente, Yo, Superyó y Ello”. Blog de Psicoactiva. Recuperado en: Marzo 7, 2017. Disponible en: [https://www.psicoactiva.com/blog/teoria-la-personalidad-freud-consciente-inconsciente-superyo-ello/#La\\_mente\\_consciente](https://www.psicoactiva.com/blog/teoria-la-personalidad-freud-consciente-inconsciente-superyo-ello/#La_mente_consciente)
- Huezo, C. (2016). “Neuromarketing-slidershare”. Recuperado en: Septiembre 6, 2016. Disponible en: <https://es.slideshare.net/GMHuezoCastillo/neuromarketing-58627431>
- López, R. (2014). “¿Las mujeres interpretan mejor las emociones?”. Club del lenguaje no verbal. Recuperado en: Junio 1, 2017. Disponible en: <https://www.clublenguajenoverbal.com/las-mujeres-interpretan-mejor-las-emociones-club-del-lenguaje-no-verbal/>
- Madrid, H. (s.f.). “Modelo Descriptivo de los Estados Afectivos”. Recuperado en: Agosto 13, 2017. Disponible en: <https://sites.google.com/site/hectormadridcl/estados-afectivos/modelo-de-estados-afectivos>
- Marketingdirecto. (2012). “El cerebro reptil: ese gran aliado de la publicidad”. Marketing Directo. Recuperado en: Septiembre 3, 2016. Disponible en: <https://www.marketingdirecto.com/marketing-general/marketing/el-cerebro-reptil-ese-gran-aliado-de-la-publicidad>
- MEDYA. (s.f.). “La iluminación en la fotografía de publicidad”. Agencia-fotografía. Recuperado en: Junio 8, 2017. Disponible en: <http://agencia-fotografia.com/la-iluminacion-en-la-fotografia-de-publicidad/>
- MindMetriks. (2017). “Neuromarketing estratégico”. Recuperado en: Agosto 13, 2017. Disponible en: <http://www.mindneuromarketing.com uy/>
- MoonClaire (s.f.). moonclaireint. Recuperado en: Julio 07, 2017. Disponible en: <https://www.moonclaireint.com/>
- Muñoz, P. & Marti, J. (2006). “Engagement Marketing”. *De la interrupción al compromiso - Marketing+ventas*, 212, pp. 24-27. Recuperado en: Junio 25, 2017. Disponible en: <http://pdfs.wke.es/9/5/5/6/pd0000019556.pdf>
- Neuromarca. (s.f.). “EEG – ElectroEncefaloGrafía – neuromarca el blog sobre neuromarketing”. Recuperado en: Agosto 13, 2017. Disponible en: <http://neuromarca.com/neuromarketing/eeg/>
- Ruiz-Contreras, S. & Cansino. (2005). “Neurofisiología de la interacción entre la atención y la memoria episódica: revisión de estudios en modalidad visual”. *REV NEUROL*

- 2005; 41 (12): pp. 733-743. Recuperado de: [http://inc.psicol.unam.mx/babel/download/Ruiz\\_Cansino\\_2005.pdf](http://inc.psicol.unam.mx/babel/download/Ruiz_Cansino_2005.pdf)
- Schiffman, L. & Lazar, L. (2010). *Comportamiento del consumidor*. México: Pearson Educación.
- Tobar, M. (2017). "La toma de decisiones en el mundo del consumo basado en procesos cerebrales". Repositorio USFQ (Tesis). Recuperado en: Agosto 7, 2017. Disponible en: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/2158/1/106124.pdf>
- Vallejo, V. (s.f.). "Resumen del libro de Antonio Damasio en busca de Spinoza. Crítica". Recuperado en: Agosto 13, 2017. Disponible en: [http://coachvital.es/resources/SENTIMIENTOS+SEG+C3\\$9AN+DAMASIO.pdf](http://coachvital.es/resources/SENTIMIENTOS+SEG+C3$9AN+DAMASIO.pdf)
- Vigo, U. (2014). "¿Qué es Neuromarketing y para qué nos sirve?". Roast Brief. Recuperado en: Septiembre 12, 2016. Disponible en: <http://www.roastbrief.com.mx/2014/04/que-es-neuromarketing-y-para-que-nos-sirve/>
- Vivardo, R. (2009). "Aportes de la neurociencia al marketing". Recuperado en: Septiembre 14, 2016. Disponible en: <http://www.e-neurocapitalhumano.org/shop/imprimirnoticia.asp?notid=708>
- YoPsicólogo. (2010). "La memoria y la publicidad". Recuperado en: Mayo 12, 2017. Disponible en: [http://www.yopsicologo.com/files\\_publicidad\\_reconocimiento\\_marca\\_memoria.html](http://www.yopsicologo.com/files_publicidad_reconocimiento_marca_memoria.html)



# Revista **RETO**

**Automatización de un sistema detector de niveles contaminantes,  
implementado en el Centro de Gestión de Mercados Logística  
y Tecnologías de la Información (CGMLTI) - SENA**

NINO ALEXANDER ARIAS SILVA

**SENA Market: una aplicación Android para la administración de tiendas**

JOSÉ ALONSO OVIEDO MONROY

**Nueva visión sobre la informalidad de las MIPYMES del área  
metropolitana de Bucaramanga, Santander - Causas y efectos**

ORLANDO CELIS SALAZAR, CESAR AUGUSTO SILVA GIRALDO

**Las Tecnologías de la Información y la Comunicación en la  
formación para el trabajo: un relato desde el Servicio  
Nacional de Aprendizaje - SENA, Colombia**

JOSÉ LUIS GUZMÁN ORTIZ,  
WILBER EUSTORGIO ÁLVAREZ ÁLVAREZ,  
MIGUEL ALFONSO OVIEDO GÓMEZ

**Evaluación del impacto ambiental en biodigestores  
anaeróbicos en el SENA, Regional Cesar**

ALEXANDER HERNANDO TOBÓN ABELLO

**Economía de recursos naturales a partir de la producción de *Spirulina*  
(*Arthrospira maxima*) en fotobiorreactores, La Guajira, Colombia**

MARIO A. COLORADO GÓMEZ, DIEGO A. MORENO TIRADO

**Aplicación para la gestión del cambio del marketing tradicional al Marketing  
Digital e innovación abierta con énfasis en investigación aplicada para  
la planeación, para las Pymes y Mipymes en la ciudad de Bogotá**

CESAR AUGUSTO MEDINA ACERO,  
LUIS EDUARDO LIZCANO GARZÓN, NAYIBE ESMERALDA SALAMANCA,  
ALIX EUGENIA MARTÍNEZ, ALEXIS AGUIRRE VÁSQUEZ

**Estudio de caso neuromarketing y moda: análisis de la  
efectividad en la campaña digital de la colección de  
lencería femenina empresa Moon Claire 2017**

MARIAM DAISY RAMÍREZ BRICEÑO, ANAMARÍA GIRALDO CORONADO,  
JAQUELINE RAMOS SUPELANO, DIANA KASANDRA GORDILLO BELTRÁN

