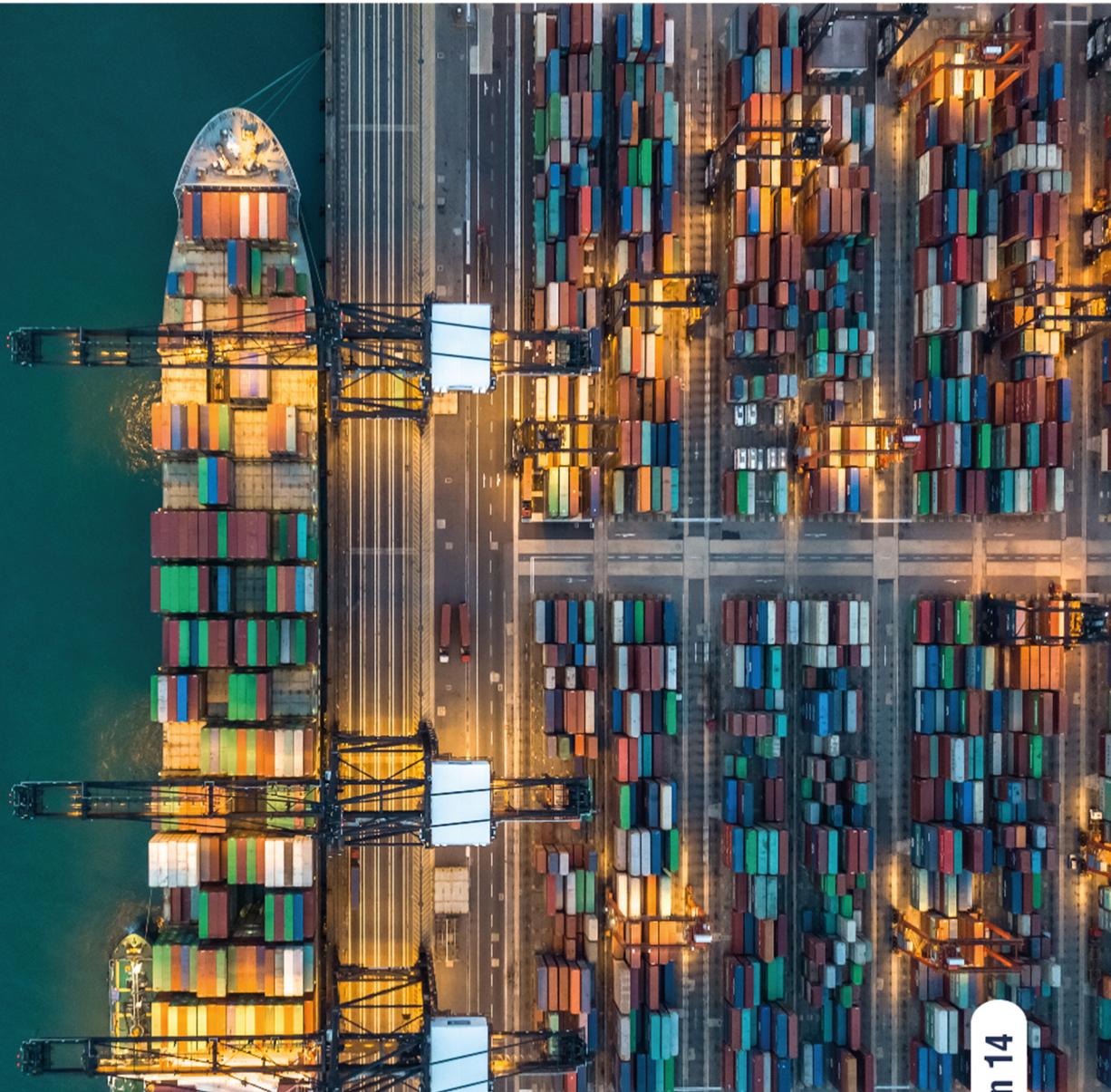


Publicaciones e Investigación



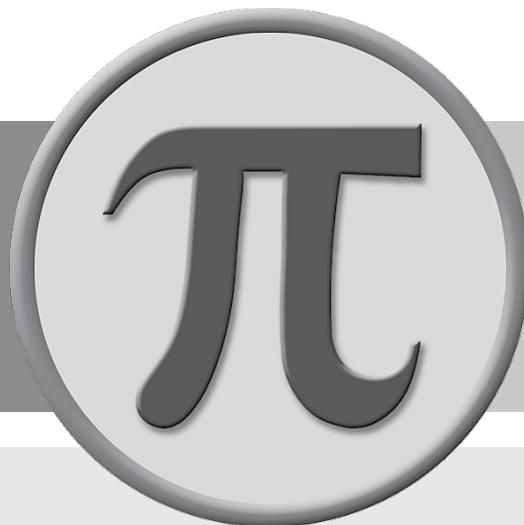
ISSN 1900-6608
eISSN 2539-4088

Especializada en Ingeniería y Tecnologías
Specialized in technology and engineering



Volumen 14

Publicaciones e Investigación



**Revista Especializada,
Tecnología e Ingeniería**

Vol. 14 No. 1 - 2020



UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA - UNAD

BOGOTÁ, D.C.

REVISTA PUBLICACIONES E INVESTIGACIÓN

Especializada en Tecnología e Ingeniería

Specialized in technology and engineering

Rector

Jaime Alberto Leal Afanador

Vicerrectora Académica y de Investigaciones

Constanza Abadía García

Vicerrector Medios y Mediaciones Pedagógicas

Leonardo Yunda Perlaza

Vicerrector de Servicios a Aspirantes, Estudiantes y Egresados

Edgar Guillermo Rodríguez Díaz

Vicerrector de Relaciones Intersistémicas e Internacionales

Leonardo Sánchez Eveleth

Vicerrectora de Inclusión Social para el Desarrollo Regional y la Proyección Comunitaria

Julia Alba Ángel Osorio

Vicerrector de Innovación y Emprendimiento

Andrés Ernesto Salinas Duarte

Decano Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería

Claudio Camilo González Clavijo

Decano Escuela de Ciencias Agrícolas, Pecuarias y del Medio Ambiente

Jordano Salamanca Bastidas

Decana Escuela de Ciencias Sociales, Artes y Humanidades

Martha Viviana Vargas Galindo

Decana Escuela de Ciencias de la Educación

Clara Esperanza Pedraza Goyeneche

Decana Escuela de Ciencias Administrativas, Contables, Económicas y de Negocios

Sandra Rocío Mondragón Arévalo

Decana - Escuela de Ciencias Jurídicas y Políticas

Alba Luz Serrano Rubiano

Decana Escuela de Ciencias de la Salud

Myriam Leonor Torres Pérez.

Director

Rafael Ricardo Rentería Ramos

Editor

Rafael Ricardo Rentería Ramos

Comité editorial

Ph.D. Mikhail Bennet Rodriguez - Unicafam -

Bogotá, Colombia (índice H 23)

Ph.D. Hernan Hernandez Herrera - U. Simón Bolívar -
B/quilla, Colombia (índice H 6)

Ph.D. Carlos Narciso Bouza-Herrera- U. de la Habana –
Cuba (índice H 14)

Ph.D. Carlos Rodriguez Monroy - U. Politécnica
de Madrid - España (índice H 23)

Ph.D. Mirza Marvel Cequea - U. de Piura -
Perú (índice H 8)

Comité Científico Asesor

Ph.D. Luis Martinez López- U. Jaén – España

Ph.D Francisco Maugeri Filho – Unicamp. Brasil

Ph.D. Carlos Alberto Gasparetto – Facens. Brasil

Ph.D Enrique Ortega Rodríguez - Unicamp. Brasil

Ph.D Lourdes Zumalacárregui – Cujae. Cuba.

Ph.D. Israel Herrera Orozco - CIEMAT-Barcelona. España

Ph.D. José Félix Garcia Rodriguez - U.Juarez Autónoma
de Tabasco – México

Ph.D. Sofía Collazo Bigliardi – U. Politécnica de Valencia–
Valencia. España

Diagramación y Diseño de portada

Hernán Vásquez Girald

Imagen portada: istockphoto

Política Editorial

La Revista especializada en tecnología e ingeniería, órgano de divulgación científica de la Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería – ECBTI, de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD; tiene una periodicidad de publicación semestral (enero - junio, julio - diciembre); divulga artículos originales evaluados bajo la modalidad de pares doble ciego en temas de las áreas de la ciencia, tecnología e ingeniería. Los artículos deben ser inéditos y las opiniones expresadas en ellos son responsabilidad de los autores. La reproducción total o parcial sin fines comerciales, se autoriza si se indica claramente la fuente: revista publicaciones e investigación <https://doi.org/10.22490/issn. 2539-4088> y debe ser usado en bibliografías, leyendas, notas al pie y referencias.

CONTENIDO



Editorial

7

Evaluación técnico ambiental para la implementación de un sistema fotovoltaico

Technical environmental assessment for the implementation of a photovoltaic system

J. Caicedo Vargas, J. Torres Ortega

11

Uso de herramientas de la industria 4.0 en instituciones educativas rurales de Yopal como estrategia para la identificación de competencias personales y técnicas

Use of Industry 4.0 Tools in Rural Educational Institutions of Yopal as a Strategy for the Identification of Personal and Technical Competences

A. Barrera Siabato, J. Ávila Moreno

27

Emprendimiento cafetero durante COVID-19

Coffee entrepreneurship during COVID-19

J. Carreón Guillén, J. Bustos Aguayo, M. Juárez Nájera, J. Hernández Valdés,
A. Sánchez Sánchez, C. García Lirios.

43

Economía de la educación

Economics of education

A. Vitale Alfonso, E. Fernández Vidal, M. Cabrera Soto

55

Microcréditos, financiamiento alternativo en pymes mexicanas

Microcredit, Alternative Financing in Mexican SMEs

L. De los Santos, C. Guzmán Fernández, G. Martínez Prats

67

Importancia de la gestión del conocimiento para la creación de valor en las empresas cubanas

Importance of knowledge management for the creation of value in Cuban companies

A. Vitale Alfonso, E. Fernández Vidal, M. Cabrera Soto

85

Aplicación de un método heurístico y modelación matemática para el diseño de rutas vehiculares en la empresa Eco Urban S.A de la ciudad de Toluca Estado de México

Application of a heuristic method and mathematical modeling for the design of vehicle routes in the company Eco Urban S.A of the city of Toluca State of Mexico

H. Paz Orozco, I. Flórez Burbano, Y. León Campo

95

Benchmarking en la implementación de ERP SAP en las alcaldías de Cali y Medellín, desde la perspectiva del centro de competencias

Benchmarking in the Implementation of SAP ERP in the Mayor's Office of Cali and Medellín, from the Perspective of the Competence Center

A. Taborda Betancur

107

Lineamientos generales

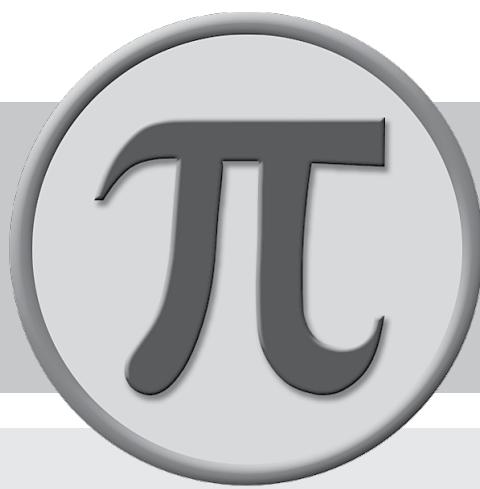
125

Instrucciones para presentar artículos

127

Lista de autores

131



EDITORIAL



Redes de conocimiento autogestionadas, una estructura compleja de Desarrollo Sostenible.

Desde su construcción, los Objetivos de Desarrollo Sostenible ODS plantean una serie de desafíos globales aplicables al contexto local, en una dualidad sistémica que representa la comprensión de los ambientes socio económicos al interior de un equilibrio económico, social y ambiental que implica el diseño, implementación y seguimiento de políticas públicas direccionaladas de manera estratégica con la participación del sector productivo, de la academia, de las instancias gubernamentales y de la sociedad civil, como motores de transformación que inciden en la estabilidad necesaria para proyectar escenarios favorables para las generaciones futuras (CEPAL, 2020).

Con el panorama anterior, y como parte del desarrollo estratégico de la sociedad, se visualiza la gestión de redes de conocimiento (Ahmad & Karim, 2019) concernientes a temas tan relevantes como energías alternativas sostenibles, aplicación tecnológica para la mejora de procesos, emprendimiento agrícola local de alto valor social, y desarrollo de pequeñas y medianas empresas (CEPAL, 2020), impulsando las interacciones en clústeres productivos y de desarrollo tecnológico e innovación, en el ámbito local, regional, nacional e internacional.

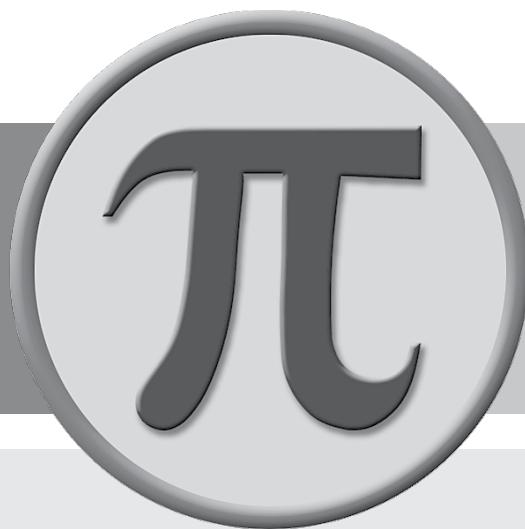
Las redes de conocimiento autogestionadas representan una estructura organizacional compleja que se encuentra compuesta por diferentes Stakeholders (Bourne, 2015), que, al gestionar visiones diferentes, buscan agrupar esfuerzos en relación a objetivos y metas comunes, llegando a negociaciones de beneficio mutuo que inciden en la transformación territorial, que, en primera instancia, se enfocan en la productividad para luego abordar las fronteras de la competitividad ahondando en la innovación como parámetro base del cambio permanente en un ejercicio de análisis del talento humano inmerso en el pensamiento complejo (Del Río & Velásquez, 2015), bajo un esquema de responsabilidad social (Cristancho, Del Río, & Ardila, 2015). En un momento determinado, estas redes pueden surgir desde las iniciativas gubernamentales o desde las iniciativas de la academia o del sector productivo o de la sociedad civil, pero para consolidarse requerirán de la visualización de oportunidades tangibles por parte de los actores convocados, al interior de procesos de negociación que implican una inversión considerable de tiempo y de interacciones de generación de confianza (Ahmed., et al, 2018).

De esta manera, en este número de la revista Publicaciones e Investigación, abordamos energías alternativas con el análisis de un sistema fotovoltaico, aplicación de parámetros de la Industria 4.0 en instituciones educativas rurales, análisis de emprendimiento cafetero de impacto social, economía de la educación bajo esquemas de rendimiento, financiamiento alternativo para PYMES, y finalmente, la gestión del conocimiento para la creación de valor, como una serie de temas que le aportan al desarrollo sostenible desde el concepto de redes de conocimiento autogestionadas.

Abel Aníbal Del Río Cortina
PhD en Gerencia de Proyectos

Referencias bibliográficas

- Dini, M. & Stumpo, G. (Coords.) (2020). “Mipymes en América Latina: un frágil desempeño y nuevos desafíos para las políticas de fomento”, Documentos de proyectos (LC/TS.2018/75/Rev.1), Santiago, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).
- Ahmad, F., Karim, M. (2019). Impacts of knowledge sharing: A review and directions for future research. *Journal of Workplace Learning*, 31(3), 207–230. <https://doi.org/10.1108/jwl-07-2018-0096>
- Bourne, L., (2015). Making projects work, effective stakeholder and communication management. Boca Raton, FL, Taylor & Francis Group, LLC.
- Del Río, A.A., & Velásquez, J.R., (2015). Propuesta de análisis del talento humano a partir del pensamiento complejo. *Revista Logos, Ciencia & Tecnología*, vol. 7, núm. 1, julio-diciembre, pp. 35-46 Policía Nacional de Colombia Bogotá, Colombia
- Ahmed, Y. A., Ahmad, M. N., Ahmad, N., Zakaria, N. H. (2018). Social media for knowledge-sharing: A systematic literature review. *Telematics and Informatics*, 37, 72–112. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2018.01.015>
- Cristancho García, M., Del Río, A., Ardila, A. P., (2015). Oferta educativa de las cajas de compensación, hacia un horizonte de responsabilidad social. *Revista Logos, Ciencia & Tecnología*, vol. 7, núm. 1, julio-diciembre, pp. 95-100 Policía Nacional de Colombia Bogotá, Colombia.



**Revista Especializada
en Tecnología
e Ingeniería**

EVALUACIÓN TÉCNICO AMBIENTAL PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA FOTOVOLTAICO

TECHNICAL ENVIRONMENTAL ASSESSMENT FOR THE IMPLEMENTATION OF A PHOTOVOLTAIC SYSTEM



¹José Sebastián Caicedo Vargas,² Jesús Alfonso Torres Ortega

^{1,2}Facultad de Ingeniería, Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia

Recibido: 25/01/2019 Aprobado 04/03/2019

RESUMEN

El presente proyecto está basado en el campo de la producción de energía por medio de sistemas solares fotovoltaicos, la aplicación de este tema se dará a la red de alumbrado público de un municipio, con la finalidad de determinar la viabilidad técnico ambiental del cambio de fuente de energía a dicho sistema. Para la implantación del sistema fotovoltaico se requiere la evaluación de varios aspectos fundamentales para su funcionamiento, entre estos se encuentran el comportamiento meteorológico, consumos energéticos, operaciones técnicas, balances financieros y beneficios ambientales. La metodología se basa en la determinación de la viabilidad en la implantación del sistema fotovoltaico como fuente de energía. Las condiciones meteorológicas del municipio y como se relacionan los parámetros entre sí, así como la caracterización de la red de alumbrado público a estudiar, y el número de aparatos eléctricos que generan la demanda energética para determinar el costo de KWh son fundamentales para realizar un dimensionamiento y la propuesta para un sistema solar fotovoltaico. Los costos de instalación, costo de propiedad y uso del sistema, ahorros acumulados, son indicadores, así como VPN y TIR para calcular el costo de KWh generado por el sistema fotovoltaico. Todo lo anterior con miras a obtener beneficios ambientales derivados del cambio de fuente de energía mediante la determinación de la cantidad de CO₂ que es dejado emitir al medio ambiente y valor monetario que es evitado al realizar tal acción.

Palabras clave: alumbrado, ambiente, celda solar, impacto.

ABSTRACT

The present project is based on the field of energy production through photovoltaic solar systems, the application of this theme will be given to the public lighting network of a municipality in order to determine the technical environmental viability of the change of source of energy to that system. For the implementation of the photovoltaic system, the evaluation of several fundamental aspects for its operation is required, among them are meteorological behavior, energy consumption, technical operations, financial balances and environmental benefits. The For the implementation of the photovoltaic system, the evaluation of several fundamental aspects for its operation is required, among them are meteorological behavior, energy consumption, technical operations, financial balances and environmental benefits. The

¹ jcaicedo48@unisalle.edu.co, orcid.org/0000-0001-6084-2582

² jatorres@unisalle.edu.co, orcid.org/0000-0002-4476-0816

methodology is based on the determination of the viability in the implementation of the photovoltaic system as a source of energy. The meteorological conditions of the municipality and how the parameters are related to each other, as well as the characterization of the public lighting network to be studied, and the number of electrical appliances that generate the energy demand to determine the cost of KWh are fundamental for sizing and the proposal for a photovoltaic solar system. The installation costs, cost of ownership and use of the system, accumulated savings, are indicators, as well as VPN and IRR to calculate the cost of KWh generated by the photovoltaic system. All of the above with a view to obtaining environmental benefits derived from the change of energy source by determining the amount of CO2 that is allowed to emit to the environment and monetary value that is avoided when performing such action.

Key words: enviroment, impact, lighting, solar cell.



1. INTRODUCCIÓN

Nuestro actual modo de vida se basa en un modelo energético centrado en el consumo de combustibles fósiles (petróleo, gas y carbón), y en el uso irracional de la energía, esto a causa de la era digital que vivimos actualmente, lo que simultáneamente conlleva la emisión a la atmósfera de importantes cantidades de gases de efecto invernadero (GEI), principales causantes del **cambio climático** (Alava, 2017). La generación de energía eléctrica en el departamento de Boyacá se basa en provocar el giro de un eje conectado a un generador eléctrico. En el caso de producción a través de energías no renovables se dispone de una caldera alimentada con combustibles fósiles (carbón) que produce el calentamiento de una gran masa de agua originándose así el vapor de agua que produce el eje del giro (Alava, 2017).

Con la finalidad de buscar una mejora a los problemas ambientales causados a través de las diferentes fuentes de energía convencionales, y a dar una posible solución a problemas actuales que posee la red de alumbrado público, como lo son, la pérdida de energía, variaciones de voltaje y deterioro de la tecnología actualmente utilizada. Este estudio busca demostrar la factibilidad de la implantación de una red de alumbrado público funcional a partir de luminarias led alimentadas por un sistema solar fotovoltaico independiente de la red eléctrica de la empresa EBSA. Ya que por sus características operacionales permiten mejorar el aspecto operacional de los sistemas de alumbrado

público, además que este tipo de sistemas son alimentados a partir de fuentes gratuitas y agotables, lo que lleva a un gran ahorro en cuanto a costos de iluminación de las vías, áreas urbanas, parques, escuelas, entre otros.

La Ley 1715 de 2014 tiene por objeto promover el desarrollo y la utilización de las Fuentes No Convencionales de Energía, principalmente aquellas de carácter renovable, en el sistema energético nacional, mediante su integración al mercado eléctrico, su participación en las Zonas No Interconectadas y en otros usos energéticos como medio necesario para el desarrollo económico sostenible, la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero y la seguridad del abastecimiento energético (UPME, 2014). En la Tabla 1, se presentan algunas ventajas para el uso de energía solar fotovoltaica en Colombia. Los incentivos tributarios permiten recuperar la inversión realizada en energías renovables en poco tiempo. Por un lado, está la depreciación acelerada de los activos del proyecto a cinco años con una tasa anual de depreciación máxima del 20%, ya que al depreciar un activo en un mayor porcentaje se pagan menos impuestos. También está el derecho a reducir de la renta el 50% del valor de la inversión del proyecto dentro de los primeros cinco años de la realización y según el Artículo 12 los equipos, elementos, maquinaria y servicios importados para la ejecución de estos emprendimientos están exentos de IVA y aranceles (Higueras, 2016).

TABLA 1
Ventajas de la tecnología solar fotovoltaica en Colombia

Ventajas	Comentarios
Existe un gran potencial solar en Colombia	La potencia solar en Colombia varía entre el 84% y el 58% del valor promedio anual máximo en el mundo (6,8 kWh/m ² en Arabia Saudita).
Es una tecnología limpia	Los sistemas fotovoltaicos (SFV) no generan residuos, emisiones, ruido durante su funcionamiento. No utilizan combustibles eliminando la peligrosidad de almacenamiento.
Se manejan amplios rangos de potencia	Desde un vatio hasta cientos de megavatios.
Los sistemas fotovoltaicos (SFV) son modulares	Permite fácilmente incrementar o disminuir la potencia, dependiendo como varíe la demanda y corregir problemas de sub o sobredimensionamiento.
Los SFV son móviles	Permite su fácil traslado, transporte e instalación.
Los SFV son de fácil manejo	Permiten una fácil aceptación por parte de todo tipo de usuario con un entrenamiento básico.
Los SFV requieren de poco mantenimiento	Se limita a la limpieza de módulos y mantenimiento de instalaciones de acuerdo al tipo de SFV utilizado.
Los módulos tienen una larga vida útil	Esta oscila entre 20 y 30 años. En la actualidad algunos fabricantes están garantizando una vida útil de 20 años para módulos industriales y 10 años para rurales.
Tiene costos de mantenimiento y operación bajos	Se limita al pago en comparación con otras alternativas energéticas de máximo un operario cuando el sistema lo amerite
Es cada vez más rentable frente a otras alternativas	Podrían servir para abrir mercado a la futura interconexión cuando la demanda lo justifique. El número de casos en que la alternativa fotovoltaica es más rentable depende de las diferentes condiciones de potencia instalada, número de usuarios y distancia a la red de interconexión. Ha crecido en los últimos años debido a la reducción de los costos de los módulos.

Fuente: Instituto de Ciencias Nucleares y Energías Alternativas (INEA, 1996).

2. MARCO REFERENCIAL

El sol representa una fuente energética duradera para el hombre, pudiéndose aprovechar por su abundancia y disponibilidad, de forma natural o artificial, siendo un invariante en la organización agrícola, urbana e industrial, dicho aprovechamiento de la energía solar en forma directa se puede realizar mediante su captación por medio de los sistemas térmicos o fotovoltaicos (Diez Morante, 2016).

La sustentabilidad es “un proceso” que tiene por objetivo encontrar el equilibrio entre el medio ambiente y el uso de los recursos naturales. La humanidad en su paso por el planeta ha degradado los recursos naturales de tal forma que actualmente es necesario procurar y planear concientudamente el consumo de

estos para garantizar su existencia en las generaciones futuras (Suazo Debernardi, 2018).

Este concepto surge en el año de 1987, cuando la World Commission on Environment and Development de las Naciones Unidas publicó el informe “Our common future” (Nuestro futuro en común), que está centrado en la idea del desarrollo sustentable o sostenible. Sin embargo, este concepto no fue realmente adoptado hasta 1992 por 180 jefes de Estado, en Río de Janeiro, durante la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el medio ambiente y el desarrollo. En dicha conferencia se acuerdan 27 principios relacionados con la sustentabilidad que se materializan en un programa mundial conocido como Agenda 21. (Centro de Cambio Global y la Sustentabilidad, 2014).

Existen diferentes enfoques para definir la sustentabilidad, la definición adoptada por la World Commission on Environment and Development y formulada en 1987 en el mismo informe Brundtland, “Our Common Future” es la siguiente: “El desarrollo sustentable hace referencia a la capacidad que haya desarrollado el sistema humano para satisfacer las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer los recursos y oportunidades para el crecimiento y desarrollo de las generaciones futuras”.

Las fuentes de energía renovables (FER) han estado presentes desde la aparición del hombre, quedando su uso en formas o producciones aisladas sin mayor importancia económica o social. (Batista Rodríguez & Urquiza Salgado, 2018).

Algunas tecnologías de la energía renovable pueden ser adoptadas en el lugar de consumo (en régimen descentralizado) en medios rurales y urbanos, mientras que otras son implantadas principalmente en redes de suministro de gran tamaño (en régimen centralizado) (IPCC, 2011).

2.1 Energía solar fotovoltaica

La energía procedente del Sol es radiación electromagnética proporcionada por las reacciones del hidrógeno en el núcleo del sol por fusión nuclear y emitida por la superficie solar (Ideam, 2019). La energía solar puede ser aprovechada en forma de energía eléctrica mediante el efecto fotovoltaico a través de sistemas solares definidos como “un conjunto de componentes mecánicos, eléctricos y electrónicos que concurren para captar la energía solar disponible y transformarla en utilizable (Méndez Muñoz & Cuervo García, 2011).

2.2. Sistema solar fotovoltaico

Un sistema fotovoltaico es un conjunto de dispositivos que aprovechan la energía producida por el sol y la convierten en energía eléctrica. Los sistemas fotovoltaicos se basan en la capacidad de las celdas fotovoltaicas de transformar energía solar en energía eléctrica (DC). En un sistema conectado a la red eléctrica esta energía, mediante el uso de un inversor, es transformada a corriente alterna (AC), la cual puede ser utilizada en hogares e industrias.

La generación de energía eléctrica dependerá de las horas que el sol brille sobre el panel solar y del tipo y cantidad de módulos instalados, orientación, inclinación, radiación solar que les llegue, calidad de la instalación y la potencia nominal (Quiminet, 2011).

3. COMPONENTES DEL SISTEMA

3.1. Panel fotovoltaico

Un panel fotovoltaico es un tipo de panel solar diseñado para el aprovechamiento de la energía solar fotovoltaica. Su función es transformar la energía solar en electricidad. Los paneles fotovoltaicos se pueden utilizar para generar energía eléctrica tanto en aplicaciones domésticas o en aplicaciones comerciales.

Los módulos fotovoltaicos están formados por un conjunto de celdas fotovoltaicas interconectadas entre ellas. Las células fotovoltaicas que componen un panel fotovoltaico se encuentran encajadas y protegidas. Estas son capaces de generar una tensión de unas décimas de voltio (+/- 0,5 V) y una potencia máxima de 1 o 2 Watts. Por tanto, es necesario conectar en serie varias células (que se comportan como pequeños generadores de corriente) para conseguir tensiones de 624 V, aceptadas en muchas aplicaciones (Solar, 2019).

Los tipos de paneles fotovoltaicos que se tendrán en cuenta durante el desarrollo del estudio son: el silicio mono cristalino, alcanza las mayores eficiencias en el mercado en la conversión de la luz en energía eléctrica, estas eficiencias al 2012 equivalen a un rendimiento de 14-20%, con una durabilidad de 25 años, aprox. Disminución de la eficiencia con la temperatura: silicio policristalino, con esta tecnología se obtienen eficiencias menores (11 al 15%), pero hay un ahorro en el costo, y finalmente de capa fina, su tecnología de capa fina se ha desarrollado con el fin de reducir los procedimientos tradicionales de fabricación de las tecnologías cristalinas, asociadas a altas pérdidas de material, su bajo costo, su gran absorción y su menor variación de rendimiento con la temperatura, están dentro de sus ventajas. Su principal desventaja, aparte de inferior rendimiento, es que requiere aproximadamente, el

doble de área para una misma potencia que las monocristalinas (Pereira, 2013).

Inversor. El inversor es el elemento que transforma la energía eléctrica (corriente continua) producida por los paneles en corriente alterna de las mismas características a la red eléctrica. Existen diferentes tipos de inversores, pero se considera recomendable escogerlo en función del tamaño de la instalación a realizar (MadridSolar, 2006).

Batería. Las baterías dan una energía constante, aunque los paneles capten a intervalos. Pueden suministrar una potencia más alta, como en el arranque de fluorescentes o motores. La capacidad dependerá de la radiación solar; por tanto, poner baterías más grandes no sirve, porque no se llenarán y se producirá sulfatación en ellas (Casa & Barrio, 2017).

4. DIMENSIONAMIENTO

A continuación, se presentan los criterios de diseño contemplados para el dimensionamiento adecuado de un sistema solar fotovoltaico.

4.1 Demanda energética

La demanda a ser cubierta por el sistema solar fotovoltaico será determinada a partir de la caracterización de los aparatos eléctricos componentes de la red de alumbrado público. Dicha caracterización está conformada por:

- Tipo y número de luminarias componentes de la red de alumbrado público caso de estudio.
- Potencia promedio, esta se determinará a partir del tipo de bombilla y componentes eléctricos de la luminaria.
- Potencia total, esta resulta de la multiplicación de la potencia promedio y la cantidad de las mismas luminarias.
- Horas de uso diario, este valor corresponde al intervalo de tiempo al cual se presta el servicio de alumbrado público.

- Consumo diario, corresponde a la multiplicación de la potencia total por tipo de luminaria y el número total de horas en las que trabajan las luminarias.

4.2 Orientación de los paneles solares

La mayor cantidad de energía que pueden absorber los paneles solares se dan cuando estos se encuentran ubicados de forma perpendicular a los rayos del sol, en algunas aplicaciones los paneles solares no se encuentran fijos, por lo tanto, su inclinación se modifica en función de la estación del año en la que se aproveche de mejor manera la energía proveniente del sol (Beltrán Soto, 2017).

A continuación, se presenta la Tabla 2, guía de inclinación para un panel solar, teniendo en cuenta la latitud del lugar.

TABLA 2
Inclinación del panel solar en relación a la latitud

Latitud del lugar	Ángulo de inclinación del módulo
De 0° a 15°	15°
De 15° a 25°	El mismo que la latitud
De 25° a 30°	Latitud + 5°
De 30° a 35°	Latitud + 10°
De 35° a 40°	Latitud + 15°
Más de 40°	Latitud + 20°

Fuente: (Roldan Viloria, 2010)

4.3 Horas solares pico

Este factor determina el número teórico de horas de sol diarias, para determinar dicho valor se usa la siguiente fórmula.

$$HSP = k * N \text{ de KWh/M}^2 \text{ día}$$

La constante K se determina con ayuda de las tablas de factor de corrección para superficies inclinadas (Cleanenergysolar, 2019).

El valor de la potencia total del arreglo de paneles es obtenido a partir de la siguiente expresión:

$$P_{tap} = \frac{(F_{pc} * D_e)}{I_s}$$

Donde: P_{tap}= potencia total del arreglo de paneles, F_{pc}= Factor de compensación por perdidas (referencia), D_e= demanda de energía, I_s= irradiación solar. Número de paneles:

$$N_{pfv} = \frac{E}{0.9(P_{tap} * I_s)}$$

Donde: N_{pfv} = Número de paneles fotovoltaicos, E= Consumo energético real, P_{tap}= Potencia total del arreglo de los paneles, I_s= Irradiación solar. Para este punto se tiene en cuenta:

$$Et = P_{fect} * h$$

$$E = \frac{Et}{R}$$

Donde: Et= consumo teórico, Pefect= Potencia de la luminaria, H= Número de horas de uso por cada día, E= consumo energético real, R= Parámetro de rendimiento global de instalación fotovoltaica

$$R = (1 - K_b - K_c - K_v) * (1 - \frac{K_a * N}{P_d})$$

K_a = Coeficiente de auto descarga diaria, K_b = Coeficiente de pérdidas por rendimiento del acumulador, K_c = Coeficiente de pérdidas, K_v = Coeficiente de pérdidas varias, N = Número de días de autonomía de la instalación, P_d = Profundidad de descarga de la batería.

4.4 Batería

Para este estudio se tomarán referencias bibliográficas (Llamuca Lamda & Caisaguano Moreano, 2016; Inguil Lema & Espinoza Ortega, 2014; Pazmiño & Cuasapaz , 2011), que son basados en estudios similares aplicados al alumbrado público, diciendo esto el valor de R será:

$$R = (1 - 0.05 - 0.05 - 0.05) * \left(1 - \frac{0.005 * 1}{0.5}\right) = 0.8415$$

4.5 Potencia total del banco de baterías

$$P_{tbb} = \frac{(Aut * D_e)}{(E_b * D_m)}$$

Donde: P_{tbb}= potencia total del banco de baterías, Aut= Autonomía, D_e= demanda energética E_b= Eficiencia de las baterías, D_m= Descarga máxima.

4.6. Capacidad total del banco de baterías

$$C_{tbb} = \frac{P_{tbb}}{V_s}$$

Donde: C_{tbb}= Capacidad total del banco de baterías, P_{tbb}= Potencia total del banco de baterías V_s= voltaje del sistema

4.7 Número de baterías:

$$Nb = \frac{C_{tbb}}{C_b}$$

Donde: Nb= Número de baterías, C_{tbb}= capacidad total del banco de baterías C_b= Capacidad de las baterías (150Ah/día).

4.8. Corriente del controlador

$$Acr = \frac{P_{tap}}{Vs}$$

Donde: Acr= corriente del controlador, P_{tap}= Potencia total del arreglo de paneles Vs= voltaje del sistema 12v

La implementación de estos sistemas solares fotovoltaicos y sistemas eólicos para la producción de energía, representa el desarrollo cultural y económico de la región, puesto que en la mayoría de los casos estas tecnologías tienen el apoyo y la financiación de gobiernos internacionales, además de que evitaría la quema de carbón mineral que es utilizado en las termo eléctricas funcionales en el departamento de Boyacá, las lagunas artificiales y el recurso hídrico utilizado para la generación de energía puede ser destinado al riego de cultivos, usos industriales y suministros de agua potable para las áreas en las que es difícil u escaso el servicio. La Figura 1 presenta una iluminaria tradicional a base de vapor de sodio.



Fig. 1. Iluminaria funcional a base de vapor de sodio.

Fuente: www.coservicios.com



Fig. 2. Iluminaria funcional a base led.

Fuente: www.coservicios.com

En la Figura 2 se muestra la instalación habitual de las luminarias tipo led dentro de un municipio. Habitualmente se presentan dos luminarias por cada poste para dar iluminación a ambos carriles de la vía, en las figuras 3 y 4 se presenta el orden y forma de la iluminaria con el panel solar incorporado.



Fig. 3. Iluminarias Led tradicional.

Fuente: www.coservicios.com



Fig. 4. Iluminaria Led con panel Solar incorporado

Fuente: *Pagina Web.

5. METODOLOGÍA

5.1 Fase 1. Diagnóstico de condiciones meteorológicas

La cual es diseñada con base en el objetivo que plantea el diagnóstico de las condiciones meteorológicas del municipio, para estimar el correcto funcionamiento de un sistema solar fotovoltaico como fuente de energía a la red de alumbrado público que funciona sobre la vía nacional que pasa por la ciudad.

5.1.1 Actividad 1: identificación de fuentes de información

Esta actividad se plantea para identificar la fuente de información más cercana al área de estudio, para esto se identifican dos estaciones meteorológicas localizadas en las coordenadas (5.726120, -72.920861) y (5.6762846, -72.970097) las cuales pertenecen al Ideam y reportan hasta la actualidad. Dichas estaciones proporcionan los datos a parámetros necesarios por el sistema solar fotovoltaico a plantear.

5.1.2 Actividad 2: solicitud de información

Por medio de la página virtual del Ideam se realiza la solicitud de datos a los parámetros que se relacionan directamente con el funcionamiento del sistema fotovoltaico, estos corresponden a la radiación solar, brillo solar, precipitación y temperatura, el periodo de tiempo se determinó a 30 años.

5.1.3 Actividad 3: interpretación de datos recibidos

El Ideam facilita el envío de los datos solicitados por el grupo de trabajo, esto se lleva a cabo por medio electrónico bajo un formato documento de texto, el cual debe ser pasado a una hoja de cálculo a Excel para facilitar su manejo y filtración. Ya en este programa se procede a aglomerar la información de forma tal que su interpretación sea mucho más fácil.

Teniendo en cuenta que la información solicitada es mensual, de los últimos 30 años, se genera el promedio mensual entre todos los años, con la finalidad de tener valores aproximados del comportamiento general de la zona de estudio y así poder generar las tablas, gráficas y relaciones interparamétricas descritas en la siguiente actividad.

5.1.4 Actividad 4: relación interparietal

Los datos de brillo, radiación solar y precipitación se trabajarán en unidades de hora y mm respectivamente, con la finalidad de comparar las relaciones directas como lo son radiación solar-brillo solar, radiación solar-precipitación y brillo solar-precipitación, teniendo en cuenta que este último representa transversalmente el comportamiento de la nubosidad.

La determinación del comportamiento de la temperatura del lugar es importante para el dimensionamiento del sistema, puesto que de este parámetro depende la temperatura de trabajo de los módulos, lo que determina la eficiencia de operación de todo el sistema. Los valores tratados serán en intervalos medios, máximos y mínimos mensuales.

5.2 Fase 2. Caracterización de la red de alumbrado público y propuesta del sistema fotovoltaico

Esta fase corresponde al establecimiento de los requisitos del sistema fotovoltaico, de acuerdo con los requerimientos técnicos y energéticos actuales de la red de alumbrado público, que aseguren la calidad del suministro.

5.2.1 Actividad 1: diagnóstico de condiciones financieras

El diagnóstico de las condiciones financieras se determinará a partir de la cantidad de dinero que en un

periodo determinado se ve involucrado a cambio de la prestación del servicio de suministro de energía, para esto se estudiarán las facturas o consumos de energía correspondientes a los últimos 5 años, con la finalidad de determinar el comportamiento de costo por kilovatio y poder realizar una proyección a 25 años de dicho valor.

5.2.2 Actividad 2: diagnóstico energético

El diagnóstico energético, se determinará a través del número de elementos que consuman energía, en este caso, se habla directamente de las luminarias que se encuentran a lo largo de la vía de estudio, además de esto se determinaran las características técnicas y tiempos de usos diarios de cada uno de estas.

Esta actividad se plantea hacer por medio de visita a campo con la finalidad de tener mayor conocimiento de estado actual de la red y tener un inventario detallado de esta. A su vez se hace uso de planos en AutoCAD, aportados por la empresa de servicios públicos de la ciudad Coservicios, dicho plano es la representación catastral de la red en operación, se encuentran el tipo de luminaria, la especificación de la potencia, el sistema de arranque, altura y tipo de posta.

5.2.3 Actividad 3: cálculos base sistemas fotovoltaicos

Entre los cálculos y consideraciones necesarias para obtener la dimensión del sistema se encuentra la orientación e inclinación de los módulos, las horas solares pico, el factor de pérdidas del sistema, el número de módulos necesarios, la conexión de la instalación y el área necesaria que se debe destinar (Guevara Agudelo & Pérez Calderón, 2015).

Al igual que la actividad 2, el estudio del área requerida está ligada al área real en la cual se puede llevar a cabo el proyecto, y esta se determinará por medio de mediciones directas que se realizarán en una visita de campo.

5.2.4 Actividad 4: módulo fotovoltaico

El módulo fotovoltaico postulado, será aquel que cubra la demanda energética y las condiciones operacionales (permitir la iluminación continua durante

las 12 horas diarias normales de funcionamiento), que exige el tramo actual de la red de alumbrado público que es caso de estudio.

Para la propuesta se empleará el “método del peor mes”, el cual se basa en establecer las condiciones más desfavorables para el sistema y con esto asegurar que el módulo propuesto logre trabajar en la totalidad de los meses.

Teniendo en cuenta que el sistema fotovoltaico se propone a partir de las condiciones operacionales actuales, se plantea la opción dar una segunda alternativa la cual deberá garantizar el óptimo funcionamiento y mejoras técnicas y económicas sustentables.

5.3 Fase 3. Determinación y evaluación de indicadores técnico ambientales y económicos

Esta fase se basa en la evaluación por medio de indicadores económicos y ambientales de la viabilidad del sistema fotovoltaico planteado como fuente de energía.

5.3.1 Actividad 1: indicadores económicos

Para determinar los beneficios económicos de un sistema fotovoltaico, se requiere hacer uso de los indicadores como Valor Presente Neto (VPN), y la Tasa Interna de Retorno (TIR), el ahorro de energía se determinará a partir de la energía solar utilizada mediante proyecciones de costo KWh determinadas en el diagnóstico de condiciones financieras y la demanda energética.

En este punto se hace necesario determinar el costo de propiedad y uso del sistema fotovoltaico teniendo en cuenta la depreciación anual, calculada con el método de sumatoria de dígitos (este es un método de depreciación acelerado, en el cual la depreciación es mayor en los primeros años de vida del activo fijo, disminuyendo en los años subsecuentes), el costo capital y el costo por mantenimiento.

Los resultados de VPN se representan en términos absolutos, valores positivos implican la recuperación de la inversión adicional a los flujos superiores a cero;

valores negativos indican que los ahorros por la implementación del sistema fotovoltaico son inferiores a la inversión realizada. La TIR corresponde a la tasa en la que el VPN se hace cero lo que quiere decir que el valor actual de los ahorros futuros es igual al valor de la inversión.

5.3.2 Actividad 2: emisiones de CO₂

Con el fin de evaluar los beneficios medio ambientales derivados de la implementación del sistema solar fotovoltaico, se utilizará la metodología de cálculo de emisión de gases de efecto invernadero del Sistema Interconectado Nacional (Resolución 91304 del 2014) dado como toneladas de CO₂ por megavatio hora producidas, con el fin de determinar la reducción de estas emisiones por tratarse de un proyecto de mecanismo de desarrollo limpio (MDL) como lo es la energía solar fotovoltaica.

Para determinar el valor de regalías o el costo económico ahorrado por dejar de emitir la cantidad determinada de toneladas de CO₂ al ambiente, se lleva a cabo la consulta bibliográfica para conocer la variación de costos de derecho de emisión estipulado por los gobiernos europeos y las naciones unidas.

5.4 Fase 4. Análisis y conclusión de los indicadores

Para esta fase, se pretende agrupar las diversas conclusiones derivadas del desarrollo metodológico planteado y a su vez dar recomendaciones a futuros estudios basados en temas similares al aquí tratado.

5.4.1 Actividad 1: interpretación de resultados

En esta etapa se plantea interpretar y dar conclusión con base a los resultados obtenidos por cada uno de los indicadores que se determinan y se consideren durante la etapa anterior, y con el desarrollo metodológico en general, con la finalidad de verificar el cumplimiento de objetivos, frente a unos estándares esperados, explorar y analizar los impactos y efectos no esperados, tanto positivos como negativos.

6. PROPUESTA DEL SISTEMA FOTOVOLTAICO

Para que el sistema fotovoltaico propuesto cumpla a cabalidad con las condiciones técnicas actuales, se hace necesario realizar un inventario detallado del número y tipo de elementos eléctricos funcionales, con la finalidad de determinar la demanda energética, tiempos y costos de operación.

6.1 Producción de energía esperada del sistema fotovoltaico

Teniendo en cuenta que la vida útil del sistema fotovoltaico es de 25 años y la demanda energética es de 58792.238 W y el consumo energético se estima a partir de la demanda multiplicada por el número de horas de uso del sistema, que para este caso es de 12 horas. La producción de energía estimada en este periodo corresponde a:

$$\begin{aligned} \text{Generación estimada} &= E_{\text{total consumida por día}} \\ &\quad * 365 \text{ días} * 25 \text{ años} \\ \text{Generación estimada} &= 705.506 \text{ KWd} \\ &\quad * 365 \text{ días} * 25 \text{ años} \\ \text{Generación estimada} &= 6'848.367.250 \text{ KWd} \end{aligned}$$

Se espera que, con las condiciones operacionales actuales de la red de alumbrado público, el sistema fotovoltaico en el periodo de su vida útil logre generar 6'848.367.250 KWd. Cabe destacar que, hasta este punto, la demanda y consumo del sistema actual como el del sistema fotovoltaico es el mismo, puesto que alimentan los mismos aparatos eléctricos.

6.2 Dimensionamiento del sistema fotovoltaico

6.2.1 Orientación de los paneles solares

La mayor cantidad de energía que puede absorber los paneles solares se da cuando estos se encuentran en posición perpendicular a los rayos de sol. Para garantizar esto se hace uso de la guía del ángulo de inclinación derivado de la latitud del lugar.

6.2.2 KWh/m²d para un municipio

Teniendo en cuenta las medias mensuales del parámetro de radiación solar para un municipio, se utilizará como criterio de diseño la medida más baja para garantizar el funcionamiento en el caso más desfavorable para el sistema fotovoltaico postulado, dicho valor estimado corresponde a 4.3 KWh/m²día.

6.2.3 Número teórico de horas solares pico

Dicho valor será calculado con la siguiente fórmula:

$$HSP = k * No\ de \frac{\text{KWh}}{m^2} \text{dia}$$

En donde el valor de radiación solar corresponde a 4.3 KWh/m²día lectura la cual pertenece al mes de octubre. La constante K toma un valor de 1.04, este valor se determina con ayuda de las tablas de factor de corrección de para superficies inclinadas (Cleanenergysolar, 2019), el valor de esta constante se determina a partir de la latitud del lugar, grado de inclinación y el mes al cual corresponde la lectura de la radiación solar.

Remplazando valores nos da el siguiente resultado:

$$HSP = 1.04 * 4.3 \frac{\text{KWh}}{M2} \text{dia} = 4.47 \text{ h}$$

6.2.4 Determinación de paneles solares

Teniendo en cuenta la variedad de luminarias que conforman la red de alumbrado público se busca adaptar a cada una de estas un panel solar, batería y regulador de corriente. El criterio de selección se deriva del área dispuesta para la instalación y el consumo de la luminaria.

Todas las fórmulas enunciadas a continuación son descritas a mayor detalle en el marco de referencia del presente documento.

A continuación, se muestran las fórmulas que se utilizan para la determinación de los tipos de paneles

necesarios para el sistema, posterior a esto se presenta la Tabla 3 en la cual se muestra en resumen la aplicación de estas fórmulas a cada tipo de luminaria, teniendo en cuenta el número máximo de horas solares que es un 4.5 h, un factor de pérdidas de 0.9 y un parámetro de rendimiento global fotovoltaico de 0.8415.

Potencia total del arreglo de paneles solares.

$$Ptap = \frac{(Fcp * De)}{Is}$$

Consumo teórico.

$$Et = Pefect * h$$

Consumo energético real

$$E = \frac{Et}{R}$$

Número de paneles.

$$Npfv = \frac{E}{0.9(Ptap * Is)}$$

6.2.5 Baterías del sistema fotovoltaico

En este punto se determina usar baterías de 12 v con capacidad de 150 ah/día, a continuación, se presentan las fórmulas usadas para determinar la potencia, capacidad y número de baterías que exige el sistema a cada tipo de luminarias, posteriormente se presenta la Tabla 4 en forma de resumen a la aplicación de estas.

Potencia total de la batería

$$Ptbb = \frac{(Aut * De)}{(Eb * Dm)}$$

Capacidad de la batería

$$Ctbb = \frac{Ptbb}{Vs}$$

Número de baterías.

$$Nb = \frac{Ctbb}{Cb}$$

6.2.6 Corriente del controlador

Este aparato es determinado a partir de la siguiente fórmula, la Tabla 5 presenta el resumen de los cálculos para cada luminaria.

$$Acr = \frac{Ptap}{Vs}$$

TABLA 3
 Cálculo del número de paneles para cada tipo de luminarias

CALULO DE No PANELES PARA CADA TIPO DE LUMINARIA								
Tipo de luminaria	W	Potencial total de la luminaria	Consumo energético [Wh/dia]	Potencia Total de arreglo de paneles [Wpl]	Consumo terico	Parametro de rendimiento global	Consumo energético real	No de paneles
Na con Ftocelda	70	85,974	1031,69	206	1031,688	0,8415	1226,01	1,5
Na con Ftocelda	150	171,7	2060,40	412	2060,4	0,8415	2448,48	1,5
Na con Ftocelda	250	281,7	3380,40	676	3380,4	0,8415	4017,11	1,5
Na con Ftocontrol	150	169,8	2037,60	408	2037,6	0,8415	2421,39	1,5
Led	50	51,9	622,80	125	622,8	0,8415	740,11	1,5
Led	100	101,9	1222,80	245	1222,8	0,8415	1453,12	1,5

Fuente: Caicedo (2020)

TABLA 4
 Baterías funcionales a cada tipo de luminarias

Baterias funcionales a cada tipo de luminarias				
Tipo de luminaria	Consumo energético [Wh/dia]	Potencia total de baterias [Wh/dia]	Capacidad de baterias	No de baterias
Na con Ftocelda	1031,688	2579	215	1
Na con Ftocelda	2060,4	5151	429	3
Na con Ftocelda	3380,4	8451	704	5
Na con Ftocontrol	2037,6	5094	425	3
Led	622,8	1557	130	1
Led	1222,8	3057	255	2

Fuente: Caicedo (2020)

TABLA 5
Controlador funcional para cada tipo de luminaria

Controlador funcional para cada tipo de luminaria			
Tipo de luminaria	Consumo energético [Wh/dia]	Potencia total de baterias [Wh/dia]	Corriente del controlador
Na con Ftocelda	1031,688	2579	17
Na con Ftocelda	2060,4	5151	34
Na con Ftocelda	3380,4	8451	56
Na con Ftocontrol	2037,6	5094	34
Led	622,8	1557	10
Led	1222,8	3057	20

Fuente: Caicedo (2020)

6. BENEFICIOS AMBIENTALES

La energía obtenida a partir de la luz solar siempre va a ser limpia y renovable, lo que resulta en un enorme beneficio al medioambiente frente a las fuentes de energía convencionales, ya que reduce de manera significativa la huella de carbono y los gases de efecto invernadero.

La energía solar fotovoltaica, al igual que otras energías renovables, constituyen, frente a los combustibles fósiles un mejoramiento que se evidencia en que contribuyen al autoabastecimiento energético nacional y por lo tanto social, con un impacto comparativamente mucho menor que las fuentes convencionales de energía (Ineel, 2018). Los efectos de la energía solar fotovoltaica sobre los principales factores ambientales son los siguientes:

- **Clima:** la generación de energía eléctrica directamente a partir de la luz solar no requiere ningún tipo de combustión, por lo que no se produce polución térmica ni emisiones de CO₂ que favorezcan el efecto invernadero. (Ineel, 2018).
- **Geología:** las células fotovoltaicas se fabrican con silicio, elemento obtenido de la arena, muy abundante en la naturaleza y del que no se requieren cantidades significativas. Por lo tanto, en la fabricación de los paneles fotovoltaicos no se producen alteraciones en las características litológicas, topográficas o estructurales del terreno. (Ineel, 2018).
- **Medio social:** el suelo necesario para instalar un sistema fotovoltaico de dimensión media, no representa una cantidad significativa como para producir un grave impacto.
- **Suelo:** al no producirse ni contaminantes, ni vertidos, ni movimientos de tierra, la incidencia sobre las características físico-químicas del suelo o su erosibilidad es nula. Aguas superficiales y subterráneas: No se produce alteración de los acuíferos o de las aguas superficiales ni por consumo, ni por contaminación por residuos o vertidos (Ineel, 2018).
- **Aguas superficiales y subterráneas:** no se produce alteración de los acuíferos o de las aguas superficiales ni por consumo, ni por contaminación por residuos o vertidos. (Ineel, 2018).
- **Flora y fauna:** la repercusión sobre la vegetación es nula, y, al eliminarse los tendidos eléctricos, se evitan los posibles efectos perjudiciales para las aves (Ineel, 2018).
- **Paisaje:** los paneles solares tienen distintas posibilidades de integración, lo que hace que sean un elemento fácil de integrar y armonizar en diferentes tipos de estructuras, minimizando su impacto visual. Además, al tratarse de sistemas autónomos, no se altera el paisaje con postes y líneas eléctricas (Ineel, 2018).
- **Ruidos:** el sistema fotovoltaico es absolutamente silencioso, lo que representa una clara ventaja frente a los generadores de motor en viviendas aisladas (Ineel, 2018).

6.1 Rendimiento medio ambiental del sistema solar fotovoltaico

6.1.1 Emisiones derivadas de la producción de energía por medio del sistema fotovoltaico

El cálculo de emisiones de CO₂ se realiza a partir de la producción estimada de KW que se espera parte del sistema fotovoltaico a lo largo de su vida útil y la aplicación del factor marginal de emisión de gases de efecto invernadero del Sistema Interconectado Nacional que según la Resolución 91304 de 2014 tiene un valor de 0,374 TonCO₂/MWh.

Teniendo en cuenta el cambio de tipo de luminarias, se hace necesario aclarar la nueva generación de energía estimada.

$$\begin{aligned} \text{Generación estimada} \\ = E_{\text{total consumida por día}} \\ * 365 \text{ días} * 25 \text{ años} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Generación estimada} \\ = 430828 \text{ KWd} \\ * 365 \text{ días} * 25 \text{ años} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Generación estimada} \\ = 3931312,8 \text{ KWd} \end{aligned}$$

A continuación, se realiza la conversión de unidades.

$$\begin{aligned} \text{Generación estimada [MWh]} \\ = 3931312,8 \text{ KWd} \\ \frac{1 \text{ MWh}}{1000 \text{ KWh}} \\ \text{Generación estimada [MWh]} \\ = 3931.3128 \text{ MWh} \end{aligned}$$

Con la generación estimada por el sistema solar fotovoltaico en las unidades correctas, se aplica el valor establecido por la resolución ya mencionada.

$$\begin{aligned} \text{Emisión de CO}_2 \\ = 3931.3128 \text{ MWh} \\ \frac{0.374 \text{ Ton CO}_2}{1 \text{ MWh}} \\ \text{Emisión de CO}_2 = 1470.311 \text{ Ton CO}_2 \end{aligned}$$

Con la generación de energía por medio del sistema solar fotovoltaico se está contribuyendo a reducir la emisión de 1.470.311 Ton de CO₂ a la atmósfera durante los 25 años de vida útil del sistema.

6.2 Valor monetario de las emisiones

Teniendo en cuenta los precios de cobro por tonelada de CO₂ dados por el comercio internacional de emisiones (Sende CO₂, 2019), se toma el valor comercial que aplica al mes de abril del 2019, el cual es de 52.67€ EUA o 0.22€ CER.

$$\begin{aligned} \text{Costo emisión CO}_2 \text{ EUA} \\ = 52.67 \text{ €} \\ * 1470.311 \text{ Ton CO}_2 \end{aligned}$$

$$\text{Costo emisión CO}_2 \text{ EUA} = 77441.28 \text{ €}$$

$$\begin{aligned} \text{Costo emisión CO}_2 \text{ CER} \\ = 0.22 \text{ €} \\ * 1470.311 \text{ Ton CO}_2 \end{aligned}$$

$$\text{Costo emisión CO}_2 \text{ CER} = 323.468 \text{ €}$$

7. CONCLUSIONES

Se evidencia que las condiciones meteorológicas no presentan variaciones abruptas durante el transcurso del año, la temperatura de la zona permite un óptimo almacenamiento de la energía producida por los paneles solares implementados, además la radiación solar promedio en un municipio tiene una media de 4.7 KWh/m²*día lo cual es ideal para la implementación del sistema solar fotovoltaico.

Al realizar el dimensionamiento del sistema solar fotovoltaico bajo el método del peor mes como se plantea en la metodología, se garantiza que el sistema funcione durante los períodos críticos que se pueden llegar a presentar en los meses de junio, agosto, septiembre y octubre; meses en los cuales se registra las mediaciones de radiación solar más bajas.

Las luminarias actuales son obsoletas frente al avance tecnológico de esta área. Para suplir esta falla la alternativa dos se basa en el remplazo de las luminarias funcionales a base de vapor de sodio por luminarias tipo led ya funcionales dentro de la red de alumbrado público (50W y 100W). Dichas luminarias presentan una mayor durabilidad funcional y una mejor eficiencia energética.

Con la implementación del sistema fotovoltaico y la alternativa planteada, se logra evidenciar la diferencia en el consumo energético entre este y el sistema actual durante 25 años. se habla de que el sistema convencional actual consume 6.848.367.250 KWd y con la alternativa planteada se genera un consumo de 3.931.312,8 KWd. Lo cual conlleva a que el valor de KWd sea de \$289.05 valor que comparado con la última lectura de \$548.24 registrada para el mes de abril del año 2019, representa un 52%.

En términos ambientales se demuestra el gran beneficio que se deriva de la implementación de fuentes de energía limpias, dicho beneficio es lograr emitir al medio ambiente 1.470.311 toneladas de CO₂ derivados de la producción de energía durante 25 años por parte del sistema solar fotovoltaico propuesto.

REFERENCIAS

- Alava, C. d. (2017). ¿Quieres conocer el impacto ambiental del consumo energético y cuidar el medio ambiente? Universidad del País Vasco. Recuperado de: <https://www.ehu.eus/es/web/araba/campus-iraunkorra-energia-kontsumoa-eraginak>
- Batista Rodríguez, C. & Urquiza Salgado, R. (2018). Experiencias de la Universidad Antonio Narino, Sede Tunja, en el aprovechamiento de las fuentes de energía renovable. *Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo*, 9(2), Recuperado de: http://revistas.unipamplona.edu.co/ojs_viceinves/index.php/RA/article/view/3217/1734
- Beltrán Soto, J. M. (2017). Metodología de diseño para instalaciones solares residenciales en la ciudad de Medellín. Tesis de maestría. Universidad Nacional de Colombia, Medellín. Recuperado de: <http://bdigital.unal.edu.co/58668/1/1037605169.2017.pdf>
- Caicedo, J. (2020). Evaluación técnico ambiental para la implementación del sistema fotovoltaico para la iluminación de la vía nacional que cruza la ciudad de Sogamoso (Boyacá). Tesis de grado. Facultad de Ingeniería. Universidad de La Salle. Bogotá.
- Casa, M. & Barrio, M. (2017). *Instalaciones Solares Fotovoltaicas*. Mexico: Alfaomega.
- Centro de Cambio Global y la Sustentabilidad, A. (2014). ¿Qué es sustentabilidad? Centro de Cambio Global y la Sustentabilidad, A.C. Recuperado de: <http://ccgss.org/sustentabilidad/>
- Cleanenergysolar. (13 de mayo de 2019). Tablas. Factor de corrección de K para superficies inclinadas. Recuperado de: <https://renovablesconsaburum.files.wordpress.com/2015/12/tablas-factor-correcion-k.pdf>
- Guevara Agudelo, C. Y. & Pérez Calderón, M. L.. (2015). Análisis de viabilidad del suministro de energía eléctrica a la granja la fortaleza ubicada en Melgar – Tolima mediante la implementación de un sistema solar fotovoltaico. Tesis de grado. Universidad Libre, Bogotá. Recuperado de: <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/7962/Proyecto%20de%20grado%20final.%20Guevara%20y%20Perez.pdf?sequence=1&isAllowed=true>
- Diez Morante, F. J. (2016). Optimización del rendimiento de los sistemas solares térmicos mediante modelos neurales. Tesis doctoral. Universidad de Valladolid, Valladolid. Recuperado de: <http://uvadoc.uva.es/handle/10324/21048>
- Dinero. (2019). Transición y coexistencia energéticas de las fuentes fósiles a las renovables. *Dinero*. Recuperado de: <https://www.dinero.com/opinion/articulo/transicion-y-coexistencia-energeticas-de-las-fuentes-fosiles-a-las-renovables/278434>
- Energía Solar. (2018). Panel fotovoltaico. *Energía Solar*. Recuperado de: <https://solar-energia.net/energia-solar-fotovoltaica/panel-fotovoltaico>
- García, J. M. (2011). *Energía solar fotovoltaica*. Madrid: FC.
- Higueras, D. (15 de 03 de 2016). La Ley 1715: ¿amiga del inversionista en renovables? *Semana Sostenible*. Recuperado de: <https://sostenibilidad.semana.com/opinion/articulo/la-ley-1715-amiga-del-inversionista-en-renovables/34768>
- https://www.coservicios.com/search?q=coservicios&rlz=1C1CHBD_esCO780CO781&coq=coservicios&aqs=chrome..69i57j0l7..6349j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8
- https://www.google.com/search?q=luminaria+led+con+panel+sol&rlz=1C1CHBD_esCO780CO781&tbo=isch&source=iu&ictx=1&fir=hKs2KhxXv9YQAM%253A%252CePE1zoBtfaOx8M%252C_&vet=1&usg=AI4_-kRgYZF9njns1n35TRHv1BEC9nM6sTA&sa=X&ved=2ahUKEwjEgcTEst7nAhVFqZ4KhbfIBN0Q9QEwCCh0ECAkQLA#imgrc=hKs2KhxXv9YQAM
- Ideam. (18 de marzo de 2019). Radiación solar. Recuperado de: <http://www.ideam.gov.co/web/tiempo-y-clima/radiacion-solar>
- Inea. (1996). *Instituto de Ciencias Nucleares y Energías Alternativas INEA*.
- Ineel. (mayo de 2018). ¿Qué impacto ambiental tiene la energía solar fotovoltaica?. Recuperado de: https://www2.ineel.mx/proyectorfotovoltaico/preg_12.html
- Inguil Lema, A. M. & Espinoza Ortega, H. S. (2014). Análisis Modelado y Validación de un Sistema Fotovoltaico para el Alumbrado de la Avenida de las Américas. Tesis de grado. Universidad Politécnica Salesiana, Cuenca. Recuperado de: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/6867>
- Inviñas, I. N. (11 de abril de 2019). Inviñas. Recuperado de: <https://hermes.inviñas.gov.co/carreteras/>
- IPCC, G. c. (2011). Informe especial sobre fuentes de energía renovables y mitigación del cambio climático. Recuperado de:

- <https://www.colef.mx/evento/informe-especial-sobre-las-fuentes-de-energia-renovable-y-mitigacion-del-cambio-climatico/>
- Llamuca Lamda, A. B. & Caisaguano Moreano, A. X. (2016). Control y monitoreo de un sistema de generación de energía eléctrica con paneles solares para el alumbrado público en la facultad de informática y electrónica. Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Riobomba. Recuperado de: <http://dspace.espoch.edu.ec/handle/123456789/6127>
- MadridSolar. (2006). *Guía de la energía solar*. Madrid: MadridSolar.
- Méndez Muñoz & Cuervo García, J. (2011). *Energia Solar Fotovoltaica*. Madrid, España: Fundacion Cinfemtal.
- Pazmiño, M. & Cuasapaz , L. A. (2011). Cálculo del sistema de electrificación solar para cubrir la demanda de iluminación en un barco turístico en el archipiélago de Galápagos. Tesis de grado. Escuela Superior Politécnica del Litoral, Guayaquil. Recuperado de: <http://www.dspace.espol.edu.ec/bitsstream/123456789/17117/1/informe%20cycit%20final.pdf>
- Pereira, M. (2013). Energia Solar Fotovoltaica. *Sistemas Solares Fotovoltaico para la producción*.
- Quiminet. (16 de 11 de 2011). *Quiminet*. Obtenido de <https://www.quiminet.com/articulos/que-es-un-sistema-fotovoltaico-2638847.htm>
- Roldán Viloria, J. (2010). *Instalaciones solares fotovoltaicas*. Madrid: Paraninfo.
- Suazo Debernardi, B. (27 de abril de 2018). Sustentabilidad y tecnología verde. Formas para convivir con la Tierra. *gestiopolis*. Recuperado de: <https://www.gestiopolis.com/sustentabilidad-y-tecnologia-verde-formas-para-convivir-con-la-tierra/>
- UPME, U. (2014). *Guía práctica para la aplicación de los incentivos tributarios de la ley 1715 de 2014*. Recuperado de: https://www1.upme.gov.co/Documents/Cartilla_IGE_Incentivos_Tributarios_Ley1715.pdf

USO DE HERRAMIENTAS DE LA INDUSTRIA 4.0 EN INSTITUCIONES EDUCATIVAS RURALES DE YOPAL COMO ESTRATEGIA PARA LA IDENTIFICACIÓN DE COMPETENCIAS PERSONALES Y TÉCNICAS

USE OF INDUSTRY 4.0 TOOLS IN RURAL EDUCATIONAL INSTITUTIONS OF YOPAL AS A STRATEGY FOR THE IDENTIFICATION OF PERSONAL AND TECHNICAL COMPETENCES



¹Andrea Isabel Barrera Siabato

²Juan Pablo Ávila Moreno

*¹Escuela de Ciencias Básicas Tecnología e Ingeniería, Programa de Ingeniería Industrial,
Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD.*

²Facultad de Ciencias Naturales e Ingeniería, Fundación Universitaria de San Gil Unisangil.

Recibido: 31/03/20 Aprobado 12/04/20

RESUMEN

El uso de herramientas de la industria 4.0 viene posicionándose en el entorno actual como una competencia global de desarrollo tecnológico, de innovación y de aprendizaje que obliga a gobiernos, industrias, e instituciones educativas a reconfigurar la manera de concebir realidades y soluciones para las comunidades donde ejercen influencia. Las instituciones educativas rurales, no cuentan con los recursos necesarios que permitan a estudiantes y docentes el acceso a herramientas para ejecutar estrategias didácticas que den solución a problemas reales y favorezcan el desarrollo de competencias personales y específicas en ciencia, ingeniería y tecnología. Se busca caracterizar algunas de las tecnologías 4.0 disponibles para la enseñanza y el aprendizaje rural, atendiendo las necesidades que posee la comunidad desde el pensamiento disruptivo, bajo un enfoque metodológico exploratorio, descriptivo y de campo en cinco instituciones educativas rurales del municipio de Yopal, abordado bajo los principios del aprendizaje basado en problemas –APB–, desarrollando un aprendizaje significativo en el estudiante y fomentando la autonomía, el desarrollo de competencias digitales, de programación, robótica y de diseño asistido por computador con la concepción de prototipos viables y que identifiquen habilidades propias de la ingeniería en los estudiantes. Como resultado del ejercicio, desde la identificación de necesidades de la comunidad hasta el diseño de los prototipos, se expone el desarrollo de competencias necesarias en ésta cuarta revolución industrial, fortaleciendo: habilidades creativas, pensamiento crítico, adaptación al cambio, trabajo colaborativo, comunicación y el respeto a los demás, así como una primera aproximación vocacional real.

Palabras clave: aprendizaje basado en problemas, aprendizaje significativo, competencias, industria 4.0, impresión 3D, pensamiento disruptivo.

¹andreai.barrera@unad.edu.co, <https://orcid.org/0000-0003-2313-2471>

²jpavila@unisangil.edu.co, <https://orcid.org/0000-0003-3681-3399>

ABSTRACT

The use of Industry 4.0 tools has been positioning itself in the current environment as a global competition for technological development, innovation and learning that forces governments, industries and educational institutions to reconfigure the way of conceiving realities and solutions for the communities where they practice. influence. Rural educational institutions do not have the necessary resources to allow students and teachers access to tools to execute didactic strategies that solve real problems and favor the development of personal and specific skills in science, engineering and technology. The aim is to characterize some of the 4.0 technologies available for rural teaching and learning, attending to the needs of the community from disruptive thinking under an exploratory, descriptive and field methodological approach in five rural educational institutions in the municipality of Yopal, addressed under the principles of APB Problem-Based Learning by developing meaningful learning in the student and promoting autonomy, the development of digital, programming, robotics and computer-aided design competencies with the conception of viable prototypes and that identify engineering-specific skills in the students. As a result of the exercise, from the identification of community needs to the design of prototypes, the development of necessary competencies in this fourth industrial revolution is exposed, strengthening: creative skills, critical thinking, adaptation to change, collaborative work, communication and respect for others, as well as a real first vocational approach.

Keywords: Problem-based learning, meaningful learning, competencies, Industry 4.0, 3D printing, disruptive thinking.



1. INTRODUCCIÓN

En esta era de grandes cambios y transformaciones, la sociedad viene buscando una cohesión sólida entre necesidades de las comunidades, estatutos/políticas gubernamentales, requerimientos del sector productivo y modelos educativos que aporten de manera significativa a lo que demanda el mundo en ésta cuarta revolución industrial (Echeverría Samanes & Martínez Clares, 2018). De allí que emanen nuevos conceptos como el del pensamiento disruptivo desde una óptica empresarial y educacional, en donde autores como Bower y Christensen en 1995 marcaron el inicio de un enfoque de innovación, que fue ampliado más adelante en el año 2012 por Christensen, y que fundamenta su desarrollo en “crear un nuevo mercado de valor rompiendo o sustituyendo aquello que haya existido previamente con el fin de mejorarlo” (Christensen, 2016). Quiere decir esto que, desde el pensamiento disruptivo, se da la posibilidad de nuevos avances e innovaciones en los procesos de aprendizaje y reconocimiento mediante el uso de nuevas tecnologías que transforman, tiempo, espacios y tradicionales formas de aprender, solucionar necesidades reales y desarrollar competencias técnicas.

Teniendo este punto de partida es imposible no hablar de lo que se conoce hoy como aprendizaje significativo. El padre de la teoría David Paul Ausubel plantea, que un aprendizaje resulta significativo cuando “la persona interactúa con su entorno y de esta manera construye sus representaciones personales, siendo necesario que realice juicios de valor que le permiten tomar decisiones en base a ciertos parámetros de referencia” (Ausubel, Novak & Hanesian, 1983). En términos más sencillos un estudiante aprenderá y mejorará su competencia, cuando le encuentre sentido a aquello que aprende y no lo asocie de manera mecánica y memorística. Rivera Muñoz, en su estudio de 2014 menciona los requisitos básicos a considerar para que se pueda dar un aprendizaje significativo: el primero es tener en cuenta en el estudiante, experiencias previas (contenidos, conceptos, conocimientos). En segundo lugar, debe existir un mediador o facilitador que oriente el proceso de aprendizaje, estudiantes en proceso de autorealización y una interacción adecuada que desarrolle un juicio crítico que de valor y utilidad al nuevo contenido aprendido relacionándolo con el previo (Rivera Muñoz, 2014).

El aprendizaje significativo y sus fundamentos se enclava en la “corriente constructivista”, alejada completamente del aprendizaje tradicional, mecánico y memorístico. Se busca favorecer experiencias diferentes apoyadas en las inteligencias múltiples y las formas individuales de aprendizaje mediante el desarrollo de contenidos teóricos en un contexto real superando las fronteras de un salón de clases con una “apuesta que dote a los estudiantes de herramientas y competencias útiles y duraderas para el mundo de hoy” (Acosta Manganell, 2018).

Partiendo de la importancia del aprendizaje significativo en contextos sociales y experiencias reales, resulta útil identificar modelos de aprendizaje que potencialicen formas diferentes desde el crecimiento personal del estudiante, la innovación e investigación a través de “retos planteados que buscarán que los estudiantes den una respuesta y/o solución a cada iniciativa planteada” (Galván Bovaira & Manzanares Moya, 2017). Uno de estos modelos es el aprendizaje basado en problemas –ABP–, en donde el estudiante desarrolla un aprendizaje dinámico y participativo a partir de problemáticas de su entorno, identificando herramientas de solución que permitan alcanzar competencias que le preparen para continuar estudios superiores o que lo enfrenten a la vida laboral. En dichos escenarios los estudiantes interactúan con los docentes en la solución del problema por tanto es necesario que docentes y estudiantes adapten y/o modifiquen actitudes y conductas propias de la enseñanza tradicional (Díaz Barriga, 2005). Este modelo, apoyado en el estudio de Bejarano y Lirio, desarrolla en el estudiante competencia de tipo técnico, metodológico y participativo (saber, saber hacer y saber ser).

En cuanto a los modelos educativos vigentes, la enseñanza no es concebida en el marco de escenarios de vanguardia en donde estudiantes, docentes y los diferentes grupos de interés identifiquen los elementos físicos, sociales y ambientales susceptibles de mejora desde una perspectiva tridimensional para el desarrollo de habilidades ingenieriles como las mecánico-espaciales y de asociación (Rúa Ramírez, Jiménez Díaz, Gutiérrez Arias & Villamizar, 2018). En el objeto particular

del estudio, las instituciones educativas de Yopal, capital del departamento de Casanare, responden ante la Secretaría de Educación y Cultura cuyo eje misional y de gestión en los niveles de preescolar, básica y media se orienta al acompañamiento y asistencia técnica presencial y virtual mediante el sistema de gestión de la calidad educativa. Dentro de los indicadores y actividades de este sistema se reporta la articulación de los niveles educativos y el fortalecimiento de experiencias significativas en innovación, ciencia y tecnología (Alcaldía Municipal de Yopal, 2018).

Una de las metas como producto de calidad educativa es la de apoyar la creación e implementación de una herramienta tecnológica para el emprendimiento y el fortalecimiento de acciones de ciencia, tecnología e innovación en las veinticuatro instituciones educativas de Yopal con prioridad en la media técnica. Sin embargo, las capacidades y habilidades en ciencia, tecnología e innovación en Colombia tienen como factor común la concentración en las principales ciudades y áreas urbanas, dejando de lado o en plano secundario las áreas rurales. Casanare, según el Índice departamental de innovación para Colombia -IDIC- (DNP, 2017), se encuentra en un nivel de desempeño medio-bajo con grandes desafíos en instituciones y producción creativa, investigación y productos de nuevo conocimiento.

Quiere decir que, aunque existen políticas, planes y/o proyectos y metodologías con el fin de potencializar competencias de vanguardia en el estudiante, se tiene una doble resistencia al cambio, visto desde los dos enfoques trabajados en éste proyecto; por una parte, los modelos y docentes de la educación tradicional en zona rural se resisten a modificar sus estrategias y modelos de aprendizaje, al razonar que así es como se ha hecho siempre y ha resultado. Y por otra el uso de herramientas propias de la industria 4.0 crean temor y ansiedad en los mediadores, que las ven como una amenaza más que como un aliado que permitirá no solo alcanzar los resultados esperados en las asignaturas que imparten sino que a la vez solucionarán problemáticas comunes en donde el estudiante asociará conceptos previos, desplazará los actuales (pensamiento disruptivo), y propondrá un nuevo mecanismo/

prototipo que resulte en la utilidad de lo aprendido en un aula de clases y que deje ver las competencias esperadas por los futuros profesionales en ésta cuarta revolución industrial. Se trata entonces de conciliar y no refutar con la enseñanza tradicional el uso de estas tecnologías, más bien de aplicar modelos pedagógicos de innovación que orienten al alumno al logro de resultados prácticos en la era digital, y que a la vez sea el docente el encargado de crear y desarrollar nuevas estrategias didácticas que faciliten el aprendizaje significativo en temas que pueden tornarse abstractos o con una dificultad mayor de comprensión (Rúa Ramírez, Barrera Siabato & Moreno López,, 2014).

Mencionando las herramientas propias de la industria 4.0, es importante contextualizar en su origen y evolución tanto en el sector productivo como el impacto que viene teniendo en el sector educativo. Los orígenes de la industria 4.0 se remontan al desarrollo tecnológico con impacto en los sistemas productivos y/o logísticos, iniciando con la máquina de vapor y la mecanización de los procesos, seguido por la producción en masa, la automatización y la robótica y de forma más reciente con la cuarta revolución industrial a través de “la integración, innovación y autonomía de procesos” (Cortés *et al.*, 2017) Estas herramientas contemplan el uso de tecnologías digitales en la fabricación de piezas para la industria y la incorporación de: “internet de las cosas, impresión 3D, la nube, cómputo móvil, big data, redes de sensores inalámbricos, sistemas embebidos, dispositivos móviles entre otros” (Wang, Wang, Gao & Vánza, 2014). Algunas de éstas tecnologías ya estaban siendo utilizadas, pero de manera aislada, en lo que tiene que ver con la industria de manufactura y su potencial de mejoramiento en indicadores de eficiencia operativa y el desempeño organizacional, que como aspecto a resaltar, apenas se están incorporando al sector educativo (Suárez, 2016).

Las herramientas más utilizadas por su facilidad de manejo y fomento a la creatividad y la innovación, corresponden a: impresoras 3D, placas de arduino, máquinas de control numérico computarizado (CNC) y robots didácticos, ampliamente utilizados en el mundo desde el pensamiento disruptivo en el ecosistema

educativo, médico e industrial (Muñoz Sánchez, Braza Lloret & Carreras de Alba, 2004). El uso principal de estas herramientas es el de explicar conceptos de modelamiento, diseño y fabricación de piezas que en algunos casos pasan a ser prototipos novedosos y que responden a una necesidad de la sociedad y principalmente de la industria (Mobile World Capital, 2015).

El uso de éstas tecnologías en el mundo, cuentan con experiencias interesantes en países como Inglaterra en donde las políticas de educación incluyen el “fomento al prototipado rápido por impresión 3D”. Este mecanismo promueve la enseñanza de la tecnología, la ciencia, la ingeniería y el diseño, apropiando de mejor manera los conceptos de la química, matemática y física al relacionarlos con situaciones cotidianas (Department for Education, 2013). Otro ejemplo exitoso lo ha desarrollado Francia, en donde la Fundación Utopía Maker, trabaja con población vulnerable. Las personas en ésta condición son vinculados para capacitarlos en herramientas tecnológicas de la industria 4.0 para desarrollar soluciones a problemáticas de personas en condición de discapacidad (Utopia Maker, 2017).

En Colombia, la Universidad del Norte en alianza estratégica con la Universidad Nacional de Medellín, son pioneras en implementar la tecnología digital inaugurando el primer laboratorio para la producción de prototipos a escala personal con máquinas controladas por computadores denominada Fablabs. Entre las novedades de este laboratorio se encuentra la de incluir programas de obras civiles haciendo uso de las impresoras 3D; estos avances han permitido que los estudiantes amplíen la capacidad de innovación y emprendimiento y se enfrenten a un mundo laboral de mejor forma a partir del desarrollo de habilidades y competencias intelectuales y de inteligencia espacial (FabLab, 2019).

A nivel regional el departamento de Casanare solo cuenta con una institución educativa pública con acceso a impresoras 3D, ubicada en Aguazul, vereda San José del Bubuy (Institución Educativa Luis María Jiménez). Sin embargo, el limitante se da frente al número de máquinas versus el número de estudiantes que

las utilizan y los docentes formados para darle uso a éstos equipos (IE Luis María Jiménez, 2017).

Finalmente, es importante resaltar que las grandes revoluciones conllevan grandes actualizaciones de todo tipo: productivo, empresarial y no puede quedar atrás el sector educativo, quien prepara los profesionales del mañana y que deben estar en perfecta alineación con lo que demanda el mundo de hoy frente al saber, saber hacer y el ser. De acuerdo con el estudio realizado por Valencia Cárdenas, *et al.*, y presentado en el Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería de ACOFI, los futuros estudiantes de ingeniería deben estar “preparados para identificar necesidades, proponer, diseñar y validar diversos componentes tecnológicos como solución, de no ser así tendría que reinventarse la profesión” (Valencia Cárdenas, Morales Gualdrón & Gaviria Giraldo, 2019).

Sin embargo, es de resaltar que la industria 4.0 no solo demanda competencias técnicas específicas, sino que requiere competencias en el ser que permitan desarrollar el trabajo en equipo mediante sanas “relaciones interpersonales, el emprendimiento, la innovación, el pensamiento crítico y la comunicación” (Amamou & Cheniti-Belcadhi, 2018). El inconveniente radica en la existencia “modelos teóricos” que, aunque muy bien estructurados son poco flexibles y prácticos e impiden el desarrollo de la “competencia del saber hacer”, entendida como la “disposición para realizar determinada acción” (Lensing & Friedhoff, 2018). Algunas de las estrategias utilizadas para la potencialización y desarrollo de las competencias a partir de la industria 4.0 se encuentran: aprendizaje basado en proyectos/problemas (Amamou & Cheniti-Belcadhi, 2018), la colaboración y articulación del sector educativo y la empresa (Harun, Isa, Mohamed, & Abdullah, 2013); las empresas de aprendizaje o Learning Factories (Abele *et al.*, 2015; Baena, Guarin, Mora, Sauza, & Retat, 2017; Sackey, Bester, & Adams, 2017) y las aulas virtuales (Azmi, Kamin, & Noordin, 2018; Schuster *et al.*, 2015).

Ya para el cierre de este estado del arte es importante mencionar que El Consejo Académico de la Cátedra

Abierta Iberoamericana de Desarrollo Tecnológico e Innovación Ibero-DeTI ASIBEI, en apoyo con la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, ACOFI, Colombia, caracterizan las competencias de los estudiantes con potencial perfil para el estudio de ingeniería, bajo un enfoque de cuatro dimensiones: “académica, profesional, ambiental y social, que son perfectamente alineadas a las competencias personales y técnicas, las cuales deben ser fortalecidas no solo desde las universidades sino desde todos los niveles de formación en los contextos locales y globales y que puedan estar al paso con los grandes cambios tecnológicos y la resignificación de una sociedad cada vez más dinámica y moderna” (Giordano Lerena, 2016). Por lo tanto, se plantea el interrogante para el desarrollo del estudio sobre: ¿cuáles son las competencias específicas y personales que pueden desarrollar los estudiantes de grado décimo y once de las IE rurales de Yopal a través de la identificación de problemáticas locales y la propuesta de solución mediante el uso de herramientas de la industria 4.0?

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Tipo de investigación: el proyecto fue desarrollado bajo una metodología exploratoria, descriptiva de campo, que de acuerdo a lo mencionado por Hernández Sampieri, Fernández Collado & Baptista Lucio (2006) desde lo exploratorio permite “contar con un panorama preliminar en relación con un tema en específico”, para éste caso de las competencias técnicas y personales, las herramientas de la industria 4.0 utilizadas en proyecto, modelo y metodología de aprendizaje significativo, aprendizaje basado en problemas que dejarán una o varias hipótesis planteada(s) para futuras investigaciones.

Desde lo descriptivo, dado que conlleva a la caracterización de “eventos, personas, herramientas, grupos o comunidades objeto del estudio”, esta información fue suministrada por Innolab 3D del oriente, como ejercicio educativo apoyado por los proyectos de impacto social de empresas privadas de la región y desde el semillero de ingeniería industrial SII de la

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD se plantea lo relevante de los hechos y desarrollo concreto de un proyecto (Hernández Sampieri, Fernández Collado & Baptista Lucio, 2006).

2.2 Fuentes de información

Fuentes primarias: concebidas como “aquellas que contienen información original del estudio”. Corresponde a las entrevistas, apuntes e informes desarrollados por personal de Innolab 3D, encargado de ejecutar las actividades académicas propias del proyecto (Hernández Sampieri, Fernández Collado & Baptista Lucio 2006).

Fuentes secundarias: descritas como “información resultante de la consulta especializada de datos sintetizados, elaborados con múltiples fuentes” (Hernández Sampieri, Fernández Collado & Baptista Lucio, 2006). En este caso, se llevó a cabo la revisión documental, consultada a partir de bases de

datos indexadas en la web, Google Académico y las disponibles en la biblioteca virtual de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, relacionadas con: herramientas tecnológicas de la industria 4.0, pensamiento disruptivo, aprendizaje significativo, aprendizaje basado en problemas, indicadores del sistema educativo de Colombia y Casanare, impresoras 3D y experiencias exitosas nacionales e internacionales de proyectos, empleando las herramientas consultadas y competencias técnicas y personales requeridas en un entorno laboral.

2.3 Población de estudio y pruebas estadísticas desarrolladas:

se trabajó con una población finita de 5 instituciones educativas rurales del municipio de Yopal y un total de 210 estudiantes de grado décimo y once en las asignaturas de dibujo técnico, física general, química y tecnología para la vigencia 2018-2019. El número de estudiantes por corregimiento se registra en la Tabla 1.

TABLA 1
Instituciones educativas que participaron del proyecto

Nombre de la institución educativa	Corregimiento	Nº de estudiantes
Antonio Nariño	El Morro	90
Divino Salvador	La Niata	30
Salvador Camacho Roldán	Nunchia	30
Divino Salvador	Palo Bajito Sede 1	30
Antonio Nariño	La Yopalosa	30
Total		210

Fuente: autores a partir de información suministrada por Innolab 3D del Oriente.

2.4 Técnicas de procesamiento y análisis de datos: se llevó a cabo la verificación y ordenamiento de datos, clasificación de criterios específicos de la investigación para el caso de fuentes primarias y secundarias, elaboración de matrices de resultados y finalmente técnicas lógicas de análisis y presentación de resultados (Hernández Sampieri, Fernández Collado & Baptista Lucio, 2006).

Los instrumentos corresponden a: guías de observación diseñadas por el docente asignado por Innolab 3D y las conclusiones del guion de discusión grupal de cierre de la actividad. La Tabla 2 resume las técnicas e instrumentos empleados en el desarrollo del proyecto:

TABLA 2.
Técnicas e instrumentos de recolección de información

Técnica	Instrumento	Participantes	Resultado
Observación	Guía de observación en relación con los objetivos planteados. Lluvia de ideas.	Estudiantes, comunidad, docentes, sector productivo.	Identificación de necesidades no satisfechas o parcialmente satisfechas en cursos específicos (dibujo técnico, física, química y tecnología).
Entrevista	Guía de entrevista tipo pregunta abierta a estudiantes participantes del estudio.	Estudiantes participantes del estudio, comunidad.	Identificación de proyectos, competencias, perspectiva y enfoque.
Discusión grupal	Guía de discusión en el cierre de la actividad.	Estudiantes, comunidad, docentes, sector productivo.	Clasificación de competencias por perspectivas.

Fuente: adaptación de los autores a partir de Hernández Sampieri, Fernández Collado & Baptista Lucio (2006)

2.5 Procedimiento, materiales y equipos: el proceso metodológico llevado a cabo para la recolección de información y presentación de resultados se describe en la Figura 1.

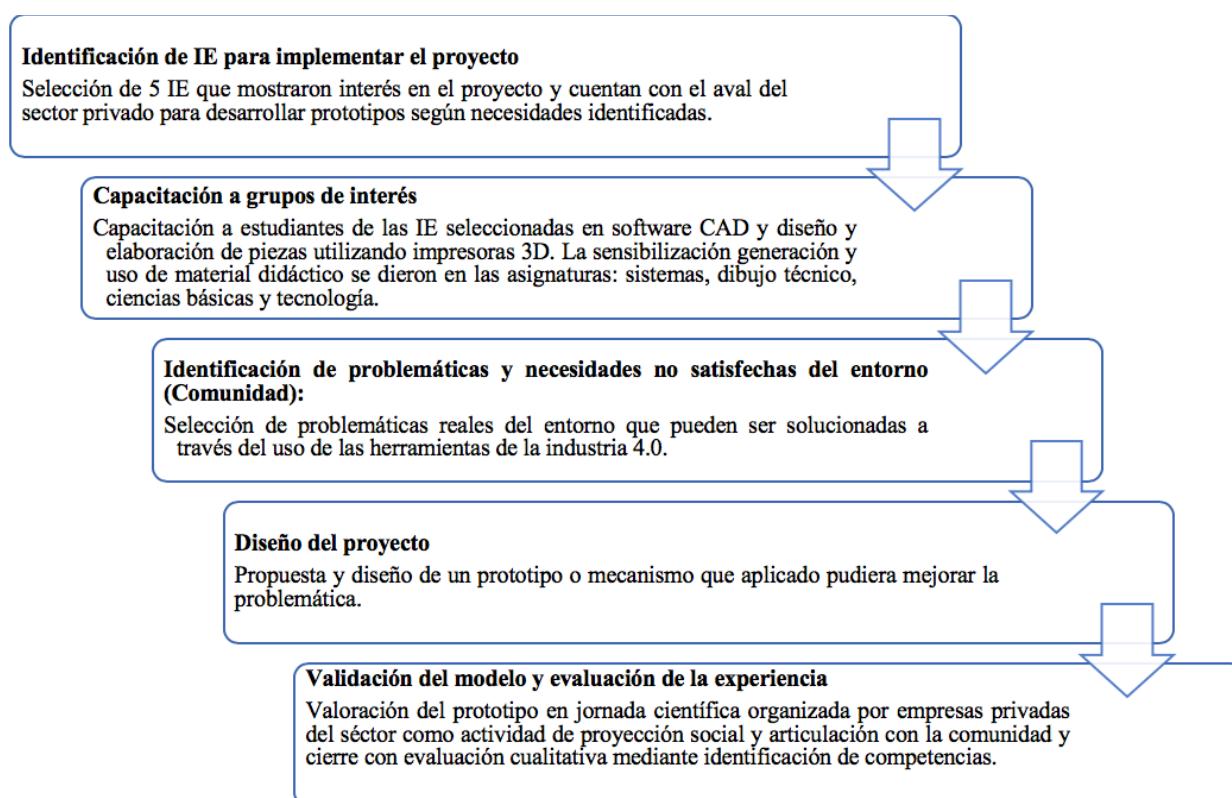


Fig. 1. Proceso metodológico para recolección de información y presentación de resultados.

Fuente: autores.

2.6 Materiales, equipos y software: los equipos empleados en los proyectos son: impresora 3D, placas de arduino, máquinas de control numérico computarizado CNC, robots didácticos. Frente a los materiales. Para el caso del software se emplearon de uso libre: FreeCAD y ThinkerCAD. Algunos de los materiales empleados para la impresión 3D de los proyectos corresponden a: PLA (poliácido láctico), PETG (tereftalato de polietileno glicol) y nylon.

entre los 14 y 16 años, de los cuales el 58 % son niños y 42 % niñas de los corregimientos rurales de El Morro, La Niata, Nunchia, Palo Bajito y la Yopalosa, zona de influencia de empresas de hidrocarburos que buscaban impactar la comunidad desde la academia, según funciones asignadas por la Agencia Nacional de Hidrocarburos –ANH–, en donde según contratos de las compañías se establecen programas sociales para las comunidades ubicadas en zonas de influencia directa, es decir donde se lleva a cabo la explotación de hidrocarburos (ANH, 2020).

3. RESULTADOS

Los resultados del proyecto son los siguientes:

3.1 Caracterización y jornadas de socialización

Los estudiantes que participaron del proyecto oscilan

Como actividad de reconocimiento para implementar uso de herramientas tecnológicas de la industria 4.0 en las instituciones educativas seleccionadas, fueron realizadas jornadas de 8 horas por institución educativa, para un total de 40 horas en todo el proyecto. La ruta metodológica seguida fue la siguiente:

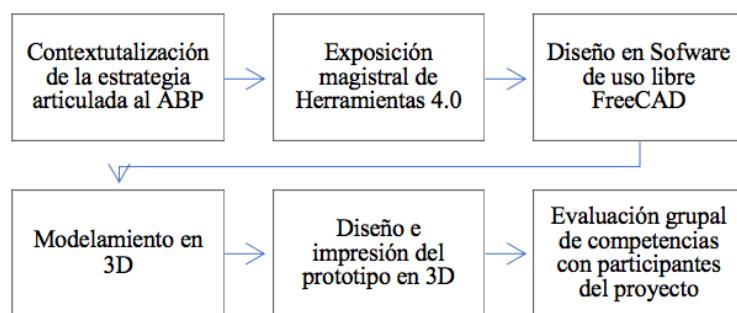


Fig. 2. Fases de sensibilización del proyecto. Fuente: autores a partir de información de Innolab 3D.

Los principales hallazgos a partir de estas jornadas es el desconocimiento total de las herramientas tecnológicas 4.0, los estudiantes manifestaron que no conocían una impresora 3D, sus alcances, beneficios y potenciales logros. Se evidencia también el potencial desarrollo del aprendizaje significativo al emplear este tipo de herramientas en la enseñanza de las ciencias básicas y el dibujo técnico bajo la asignatura de tecnología.

Las herramientas socializadas y sus aportes se describen a continuación:

Impresora 3D: las características técnicas son las siguientes: tipo prusa i3 marco en acero inoxidable de 3mm de 20x20x20 para impresión multimaterial.

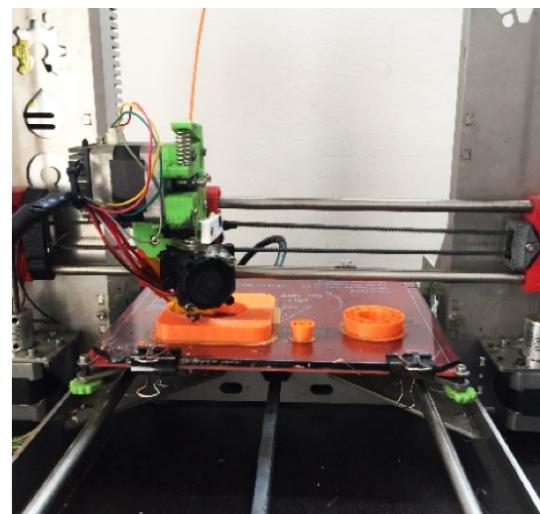


Fig. 3 Impresora 3 D. Fuente: Innolab 3D para autores.

Placas de Arduino 1: son placas de hardware libre empleadas para desarrollo de prototipos electrónicos, entre sus principales características técnicas se encuentran: microcontrolador ATmega 328, 14 pines de entrada y salidas digitales con 6 salida PWM para control de motores DC, memoria flash de 32 KB.



Fig. 4. Placas de Arduino.

Fuente: Innolab 3D para autores.

Máquinas de control numérico computarizado: estas máquinas son empleadas en la realización de Printed Circuit Board PCB de los circuitos.

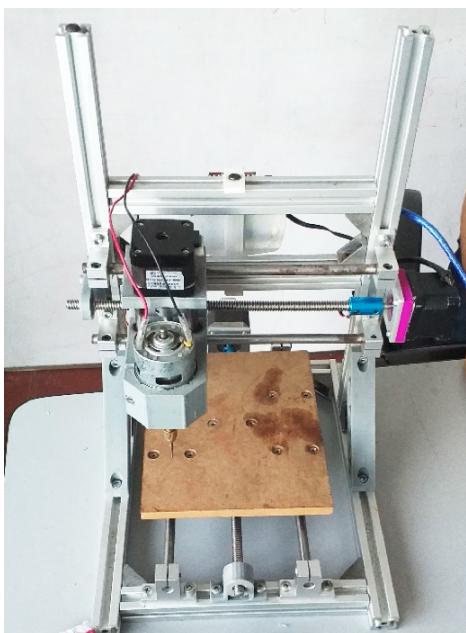


Fig. 5. Máquinas de control numérico computarizado.

Fuente: Innolab 3D para autores.

Robots didácticos: son mecanismos autónomos, los cuales son elaborados a partir de las impresoras 3D y las placas de Arduino, para fines didácticos en el aprendizaje de los estudiantes.

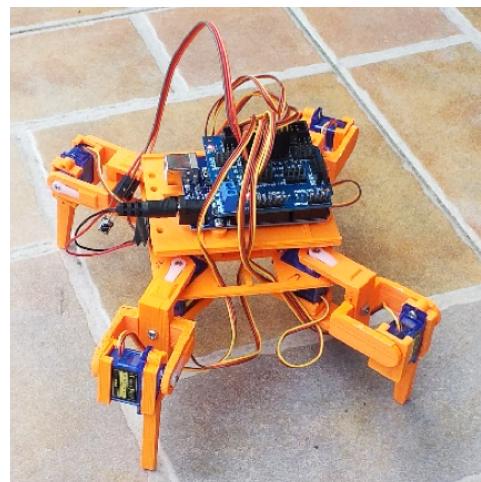


Fig. 6. Robot didáctico para competencia de fútbol-robot.

Fuente: Innolab 3D para autores.

3.2 Identificación de problemáticas de la comunidad

Con el fin de sistematizar las problemáticas para un mejor acompañamiento fueron definidas cuatro líneas de acción:

1. Generación de energías limpias (energías renovables).
2. Reducción y reutilización de residuos.
3. Riegos y cultivos.
4. Agua potable.

Estas situaciones son a las que la comunidad se enfrenta en el día a día. Cada estudiante ubicó la línea con la que mejor se relaciona y se siente cómodo trabajando para identificar las posibles soluciones a través de la herramienta lluvia de ideas. Presentados los proyectos para todas las instituciones se seleccionaron ideas representativas para la fase de diseño de proyecto aplicado teniendo en cuenta el acompañamiento y percepción del docente de curso frente a los criterios de valoración:

- Pertinencia
- Problemática que resuelve
- Factibilidad en la solución
- Disponibilidad de recursos (financiero, materia prima y tiempo)

El porcentaje por línea se resume en la Figura 6.

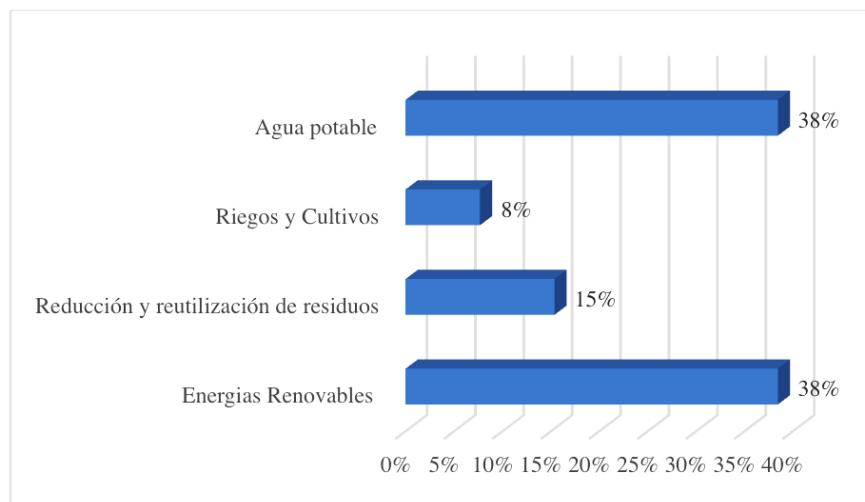


Fig. 7. Porcentaje de proyectos seleccionados según línea.

Fuente: autores.

3.3 Diseño de proyecto aplicado

Identificados los proyectos con viabilidad para el diseño del prototipo aplicado se llevó a cabo el siguiente proceso:

Verificación de recursos: identificación de materia prima, tiempo y recursos financieros necesarios para elaborar el proyecto

Diseño en software: diseño del prototipo en software de uso libre FreeCAD y ThinkerCAD para generar el modelo 3D de la carcasa del proyecto.

Impresión de prototipo: diseñado el prototipo se verifica la materia prima y se procede con la impresión según especificaciones técnicas en los equipos disponibles para tal fin.

Los siguientes proyectos y el logro de estas competencias fueron seleccionados por línea en consenso con los docentes de las asignaturas de dibujo técnico, física, química y tecnología:

TABLA 3.

Proyectos seleccionados según línea de acción

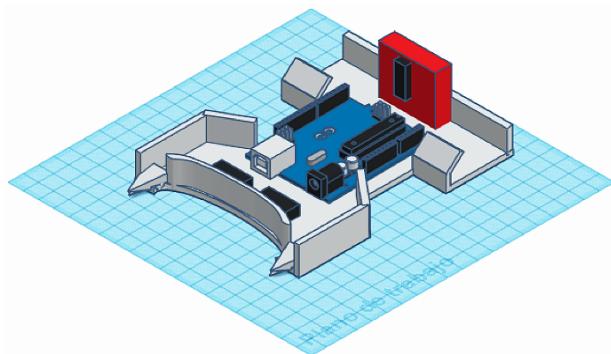
Nombre del proyecto/ competencias	agua potable	Riego y cultivos	Energías renovables	Reciclaje
Tinaja ozonizadora	X			
Sistema de recolección de aguas lluvias	X			
Sistema de recolección de neblina	X			
Sistema de osmosis inversa	X			
Reutilización de agua lluvia para cultivos	X			
Sistema de riego Palo Bajito		X		
Generador eólico vertical			X	
Generador Pelton			X	
Generador eléctrico para bicicleta			X	
Cinturón de Peltier			X	
Botella de luz solar			X	
Trituradora de basura				X
Reutilización de cascarilla de arroz				X

Fuente: autores a partir de información suministrada por Innolab 3D.

3.4 Validación del modelo y evaluación de la experiencia

La validación del modelo se da desde el mismo inicio de diseño a través del software FreeCAD y ThinkerCAD. La Figura 7 identifica, a modo de ejemplo, la validación realizada en el software, es importante tener presentes las dimensiones de la pieza para proyectar y proceder con la impresión.

Fig. 8. Plano en 3D Robot para proyecto desarrollado



Fuente: autores 2019-2020

Finalmente, la evaluación de la experiencia se da en el marco de la jornada científica patrocinada por empresas del sector hidrocarburos con influencia en la zona, las cuales verifican la funcionalidad del prototípico, su alcance y si la solución a la problemática definida resulta práctica, alcanzable y mejora las condiciones de vida de la comunidad y si se lograron las competencias esperadas en los estudiantes participantes del proyecto, las competencias son las que se mencionan a continuación:

TABLA 4

Competencias y perspectivas encontradas en los proyectos seleccionados.

Nombre del proyecto	Competencia(s) desarrollada(s) en mayor profundidad	Perspectiva evidenciada
Tinaja ozonizadora	Autoaprendizaje Trabajo en equipo Creatividad Innovación Trabajo en equipo Liderazgo Pensamiento crítico	Ambiental Académica Ocupacional Social
Sistema de recolección de aguas lluvias	Autoaprendizaje Trabajo en equipo Creatividad Respeto	Ambiental Académica Social
Sistema de recolección de neblina	Autoaprendizaje Creatividad Innovación Trabajo en equipo Adaptación al cambio	Ambiental Académica Social
Sistema de osmosis inversa	Autoaprendizaje Creatividad Innovación Pensamiento Crítico	Ambiental Académica Ocupacional Social
Reutilización de agua lluvia para cultivos	Autoaprendizaje Trabajo en equipo Comunicación	Ambiental Académica Ocupacional Social
Sistema de riego Palo Bajito	Autoaprendizaje Trabajo en equipo Liderazgo Comunicación	Ambiental Académica Ocupacional Social
Generador eólico vertical	Autoaprendizaje Creatividad Innovación Pensamiento crítico	Ambiental Académica Ocupacional Social
Generador Pelton	Autoaprendizaje Creatividad Innovación Pensamiento crítico	Ambiental Académica Ocupacional Social
Generador eléctrico para bicicleta	Autoaprendizaje Creatividad Innovación Pensamiento crítico	Ambiental Académica Ocupacional Social

Nombre del proyecto	Competencia(s) desarrollada(s) en mayor profundidad	Perspectiva evidenciada
Cinturón de Peltier	Autoaprendizaje Creatividad Innovación Pensamiento crítico	Ambiental Académica Ocupacional Social
Botella de luz solar	Autoaprendizaje Creatividad Innovación Comunicación	Ambiental Académica Social
Trituradora de basura	Autoaprendizaje Trabajo en equipo Liderazgo Comunicación	Ambiental Académica Social
Reutilización de cascarilla de arroz	Autoaprendizaje Trabajo en equipo Social Comunicación Adaptación al cambio	Ambiental Académica Ocupacional Social

Fuente Autores a partir de información suministrada por Innolab 3D

La tabla anterior describe algunas de las competencias, que a la luz del trabajo realizado, efectuaron los estudiantes participantes del estudio en donde se identifican competencias desde lo académico, profesional, ambiental y social. Durante el desarrollo de las jornadas se estableció, que los estudiantes ubicaron la competencia del saber hacer al aplicar las herramientas y seleccionar los materiales y posibles soluciones de forma adecuada con el acompañamiento del docente, según la particularidad del proyecto y el tipo del problema a resolver. Así mismo, es común en cada una de las áreas y proyectos desarrollados encontrar competencias personales(ser) al ser propositivos, proactivos, con un adecuado manejo de relaciones interpersonales y con un rasgo distintivo y es el de desarrollar el aprendizaje significativo de manera autónoma. Por último, se marca una tendencia frente al manejo de un segundo idioma que para éste caso es el inglés, pues al manejar el software de diseño de uso libre, la gran mayoría de aplicaciones viene en inglés lo cual invita a fortalecer éste aspecto.

Los resultados anteriores se organizaron a través de perspectivas o dimensiones desarrollados por El Consejo Académico de la Cátedra Abierta Iberoamericana de Desarrollo Tecnológico e Innovación Ibero-DeTI ASIBEI, con el apoyo de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, ACOFI, Colombia:

Perspectiva académica: se desarrollan conocimientos, aptitudes y habilidades en áreas de formación específica (ambiental, sistemas, electrónica, industrial). Esta perspectiva responde a una formación técnica, científica, integral y holística para asumir una problemática global mediante el uso de tecnologías de la informática y la comunicación. Va de la mano con las ciencias básicas, matemáticas y líneas propias del diseño y la ingeniería.

Perspectiva ocupacional: desempeño en tareas propias de una disciplina en específico, orientada y regulada por el entorno. Se relaciona con la transferencia de tecnologías y/o propuestas desarrolladas y que logren desde lo colectivo dar solución a situaciones problemáticas reales con valores y principios desde lo regional.

Perspectiva social: identificación de realidades sociales, económicas, culturales, para proponer soluciones con responsabilidad y ética

Perspectiva ambiental: identificación de realidades y contextos con impactos sobre el medio que afectan a la comunidad en el corto, mediano y largo plazo. Tiene en cuenta la gestión del riesgo y los diferentes componentes ambientales, de higiene y de seguridad y salud en el trabajo.

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Dado que el proyecto buscaba identificar las competencias personales y específicas (técnicas), mediante el uso de herramientas tecnológicas propias de la industria 4.0, para la solución de problemas identificados en la comunidad, articulados al proceso de enseñanza de asignaturas como dibujo técnico, física, química y tecnología, se logró cotejar que a través de elementos

del pensamiento disruptivo y el aprendizaje basado en problemas, los estudiantes apropián con una mejor disposición teorías y conceptos que la enseñanza tradicional puede presentar con cierta dificultad desde las necesidades inmediatas que identifican. Esta premisa es apoyada por Marco Raúl Mejía en su escrito “La innovación: asunto central del siglo XXI” estableciendo como “asunto esencial” explicar desde la teoría con incidencia práctica las realidades e impactos de una sociedad en donde debe primar el acuerdo estratégico entre conocimiento, tecnología, nuevos lenguajes, la comunicación, investigación e innovación. (Mejía, 2017).

En el ejercicio, fue evidente que para el manejo de las diferentes herramientas propias de la industria 4.0, se debe contar con el manejo de un segundo idioma, dado que el software de diseño de uso libre y demás equipos y herramientas vienen con manuales e instrucciones en su gran mayoría en el idioma inglés, por lo que dentro de los grandes retos y oportunidades para los estudiantes de la media y básica y de las universidades, debe ser una política indispensable de fomento por el bilingüismo con miras a desarrollar competencias globales que tal y como lo explica Echeverría Samanes, B. & Martínez Clares (2018), el manejo de un segundo idioma como el inglés, “facilita el rápido desarrollo tecnológico, comercial como medio indispensable para la comunicación de sectores científicos y empresariales”.

Así mismo es evidenciable que al aplicar diferentes metodologías didácticas de aprendizaje los estudiantes desarrollan habilidades y competencias que incluso ellos mismos desconocen como la creatividad, capacidad de pensamiento convergente y divergente, capacidad analítica, diseño conceptual y espacial. Estas habilidades se constituyen en los pilares básicos de la ingeniería al abordar el conocimiento y capacidad de aplicación real de las ciencias, facilidad en el conocimiento de su entorno y realidades y la capacidad de dar soluciones innovadoras con los recursos disponibles; elementos específicos de la ingeniería independiente de su espacialidad (Velásquez, 2001).

Los paradigmas educativos apuntan a que es necesario cambiar de actitud frente al uso de tecnología en las aulas de clase, innovando desde el docente para impactar de mejor forma a los estudiantes. En algunos casos será necesario contar con la inserción del pensamiento disruptivo en docentes o con la posibilidad del relevo generacional para incursionar en más prácticas didácticas mediante la asociación de conceptos con realidades sociales cotidianas, vistos como retos que busquen soluciones e interacciones con la comunidad, desde la comunidad y hacia la comunidad. Según premisas del liderazgo transformacional cada individuo debe comprometerse con el logro de resultados de una sociedad dejando de lado su interés personal para el enfoque exclusivo del bien común, lo anterior es aplicable para estudiantes, docentes y sociedad en general (Mendoza Torres & Ortiz Riaga, 2006).

De acuerdo con las perspectivas y tendencias que la industria 4.0 ha traído se busca impacto no solo en la “digitalización de la manufactura”, más bien que desde las empresas y la asociación con expertos se creen redes de trabajo con la academia para lograr una mayor interacción de máquinas, personas, instituciones y análisis de información para la flexibilización de la producción teniendo en cuenta las implicaciones desde lo económico, político, social y ambiental que impactan las regiones en las cuales las empresas operan y en las que en éstos momentos lo están desarrollando a través de sistemas ciberfísicos (Xu, 2011).

Existe un llamado prioritario al sector productivo, educativo, entes gubernamentales y no gubernamentales para que puedan apoyar procesos de formación innovadores en donde sea el estudiante el actor principal del proceso, y que a su vez sea involucrado en las problemáticas de su región, solo así será posible potencializar desde las zonas rurales, cultivos, uso de energías renovables, agua potable y saneamiento básico, diseño de prótesis para personas con algún tipo de discapacidad o diferentes modelos de uso industrial con diseño local (Guzmán Villavicencio, González Suárez & Morales-Zamora, 2019).

5. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Desde un enfoque técnico, específico y personal, los estudiantes participantes del proyecto lograron desarrollar competencias técnicas desde la identificación de la problemática hasta la selección de soluciones factibles y el diseño del prototipo como tal, identificando equipos y materiales pertinentes apoyados en elementos ofimáticos y el adecuado acompañamiento docente del facilitador, siguiendo los principios y pautas del aprendizaje significativo y el aprendizaje basado en problemas. Las principales competencias identificadas son: habilidades creativas en programación y robótica, pensamiento crítico en el diseño asistido por computador, adaptación al cambio, trabajo colaborativo, comunicación y respeto.

Resultado de la cuarta revolución industrial, no solo la industria sino el sector educativo está obligado a generar los mecanismos diferenciales que le permitan estar vigentes sin descuidar los preceptos y principios del aprendizaje significativo mediante modelos como el aprendizaje basado en problemas. La innovación y la tecnología presentan un común denominador y es el acelerado ritmo con el que avanza y en el que estudiantes, docentes y sector productivo deben participar acorde con valores y objetivos que busquen una mejor sociedad.

A través de elementos propios del pensamiento disruptivo y el aprendizaje basado en problemas –ABP–, estudiantes participantes del estudio lograron apropiar con una mejor disposición conceptos y definiciones propios de asignaturas como: química, física y el dibujo técnico, al relacionarlos con problemáticas comunes y que afectan su núcleo familiar y que mediante la elaboración de prototipos lograron una mejor calidad de vida y/o un desarrollo desde la innovación para su comunidad con especial énfasis en competencias personales del ser.

La articulación de competencias del saber, saber hacer y ser, no deben ser percibidas mediante una cualificación que, aunque necesaria no es suficiente. Hoy día el mundo demanda profesionales y sistemas educativos

que aprendan a conocer, descubrir y comprender el entorno aplicando conocimientos específicos a situaciones concretas con influencia desde lo interno hacia lo externo entendiendo el concepto de interdependencia, diversidad y cooperación con decisiones responsables articuladas con la realidad del medio.

Es de suma importancia para el sector industrial, de servicios y el gubernamental, contar con personal capacitado en el uso y desarrollo de herramientas como impresoras 3D, máquinas de control numérico computarizado, Arduino y robots didácticos para fomentar la solución de problemáticas reales de la comunidad con alternativas factibles en términos de materiales, tiempo y recursos financieros.

Frente a las líneas de trabajo existen alternativas viables que impactan a la comunidad objeto de estudio, por ejemplo, la de agua potable y saneamiento básico dada la problemática que tiene la ciudad de Yopal desde el año 2011, fecha en que colapsó la planta de acueducto y alcantarillado del municipio, dejando sin agua a los habitantes del casco urbano y zona rural. Así mismo cuenta con un gran potencial el uso y apropiación de energías alternativas a partir de los recursos como la energía solar y eólica disponibles en la región.

Es evidente que las tecnologías 4.0 favorecen el aprendizaje significativo de los estudiantes al desarrollar habilidades creativas, espaciales y de integración con la comunidad como impronta del liderazgo transformador que emana desde y hacia la comunidad con un adecuado acompañamiento por parte de facilitadores, docentes y grupos de interés que hacen parte de la sociedad.

Es importante contar con más espacios dentro de las instituciones educativas públicas en el departamento que fomenten el uso de herramientas 4.0, que procuren un mejor entendimiento de conceptos desde las ciencias naturales, la ingeniería y el emprendimiento solidario.

Se sugiere una segunda fase del ejercicio en instituciones educativas urbanas y rurales, de tal manera que

se evaluará el proceso metodológico para desarrollar aprendizaje significativo mediante problemáticas reales, que sean primero identificadas y articuladas desde cursos específicos en los grados décimo y once.

A partir de éste primer pilotaje se percibe que el desarrollo de situaciones prácticas para la solución a problemáticas cotidianas mediante el uso de tecnologías articuladas a cursos específicos, pudiera ser un factor decisivo para que estudiantes de último grado en las instituciones educativas perfilen la selección del programa universitario a cursar teniendo en cuenta aspectos como: tendencias del mercado laboral en relación con la cuarta revolución industrial y sus herramientas, competencias globales requeridas por el mercado y la motivación intrínseca que lo llevan a comprender de manera más profunda una realidad.

6. REFERENCIAS

- Abele, E., Metternich, J., Tisch, M., Chryssolouris, G., Sihn, W., ElMaraghy, H., Hummel, V. & Ranz, F. (2015). Learning Factories for Research, Education, and Training. *Procedia CIRP*, 32, 1-6. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2015.02.187>
- Acosta Manganell, B. (2018). Aprendizaje significativo y constructivismo. *Campus Educación Revista Digital Docente*. <https://www.campuseducacion.com/blog/revista-digital-docente/aprendizaje-significativo-constructivismo/>
- Alcaldía Municipal de Yopal. (2018). Plan de Desarrollo Municipal 2018-2019. <http://www.yopal-casanare.gov.co/normatividad/acuerdo-no-01-de-mayo-27-de-2018>
- Agencia Nacional de Hidrocarburos ANH (2020). AHN en datos. <http://www.anh.gov.co/>
- Amamou, S. & Cheniti-Belcadhi, L. (2018). Tutoring in Project-Based Learning. *Procedia Computer Science*, 126, 176-185. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050918311955>
- Ausubel, D. P., Novak, J. D. & Hanesian, H. (1983). *Psicología educativa: un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.
- Azmi, A. N., Kamin, Y., & Noordin, M. K. (2018). Towards Industrial Revolution 4.0: Employers' Expectations on Fresh Engineering Graduates. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(4.28), 267-272. <https://www.sciencepubco.com/index.php/ijet/article/view/22593>
- Baena, F., Guarin, A., Mora, J., Sauza, J. & Retat, S. (2017). Learning Factory: The Path to Industry 4.0. *Procedia Manufacturing*, 9, 73-80. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351978917301403>
- Chacón Rangel, J. G., Flórez Fuentes, A. S. & Rodríguez Fernández, J. E. (2015). La inteligencia artificial y sus contribuciones a la física médica y la bioingeniería. *Mundo FESC*, 5(9), 60-63. <https://www.fesc.edu.co/Revistas/OJS/index.php/mundofesc/article/view/59>
- Christensen, C., Raynor, M. & McDonald, R. (2016). The disruption debate. *Harvard Business Review*, 94(3) <https://hbr.org/>
- Cortés, Y., Berenice, C., Izar Landeta, J. M., Bocarando Chacón, J. G., Aguilar Pereyra, F. & Larios Osorio, M. (2017). El Entorno de la Industria 4.0: Implicaciones y perspectivas futuras. *Conciencia Tecnológica*, 54, <https://www.redalyc.org/jatsRepo/944/94454631006/94454631006.pdf>
- Department for Education, UK. (October 2013). 3D printers in schools: uses in the curriculum. Enriching the teaching of STEM and design subjects. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/251439/3D_printers_in_schools.pdf
- Departamento Nacional de Planeación. (2017) Índice Departamental de Innovación para Colombia IDIC. <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Prensa/Publicaciones/Informe%20IDIC%202017.pdf>
- Díaz Barriga, F. 2005. El aprendizaje basado en problemas y el método de casos. En: *Enseñanza situada: vínculo entre la escuela y la vida*. México: McGraw Hill http://www.ecomingga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/4_Capitulo3AprendizajeBasadoEnProblemasMetodoDeCasosD%C3%A9AzaBarrigaFrida.pdf
- Echeverría Samanes, B. & Martínez Clares, P. (2018). Revolución 4.0, competencias, educación y orientación. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 12(2), 4-34. <http://www.scielo.org.pe/pdf/ridu/v12n2/a02v12n2.pdf>
- Galván Bovaira, M. J. & Manzanares Moya, M. A. (2017). El aprendizaje de la competencia socioafectiva en niños y niñas con diversidad funcional: guía de trabajo en el aula. XIV Congreso Internacional de Educación Inclusiva: Prácticas innovadoras inclusivas: retos y oportunidades. Servicio de Publicaciones de la Universidad de Oviedo. <http://hdl.handle.net/10651/50177>
- García Sandoval, M. G., Ariza Torrado, H. D., Pinzón, M. L. & Flórez Fuentes, A. S. (2016). Buenas prácticas aplicadas a la implementación colaborativo de aplicativos web. *Mundo FESC*, 5(10), 27-30. <https://www.fesc.edu.co/Revistas/OJS/index.php/mundofesc/article/view/67>
- Giordano Lerena, R. (Comp.). (2016). Competencias y perfil del ingeniero iberoamericano, formación de profesores y desarrollo tecnológico e innovación. (Documentos Plan Estratégico ASI-BEI). <https://www.acofi.edu.co/wp-content/uploads/2016/06/Libro-Competencias-perfil-del-ingeniero.pdf>
- Gómez Cano, C. A., Ramón Polania, L. & González Hernández, G. Reflexiones en torno a las políticas públicas. *Revista FACCEA*, 5(1) 12-20. <http://www.udla.edu.co/revistas/index.php/faccea/article/view/555/566>

● ● ● **Andrea Isabel Barrera Siabato, Juan Pablo Ávila Moreno**

Uso de herramientas de la industria 4.0 en instituciones educativas rurales de Yopal como estrategia para la identificación de competencias personales y técnicas

- Guzmán Villavicencio, M., González Suárez, E. & Morales-Zamora, M. (2019). Metodología para gestionar la innovación tecnológica con integración del análisis complejo de proceso en la industria ronera cubana. *Tecnología Química*, 39(2), 376-389. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2224-61852019000200376
- Harun, Z., Isa, M. D., Mohamed, Z., & Abdullah, S. (2013). The Contributions of Professional Engineers at the Institutions of Higher Learning. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 102(22), 221-227. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.10.736>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2006). *Metodología de la investigación* (4a. ed.). México: McGraw-Hill.
- Lensing, K. & Friedhoff, J. (2018). Designing a curriculum for the Internet-of-ThingsLaboratory to foster creativity and a maker mindset within varying target groups. *Procedia Manufacturing*, 23, 231-236. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2018.04.022>
- Medina Vargas, Y. T. & Miranda Mnendez, H. A. (2015). Comparación de algoritmos basados en la criptografía simétrica DES, AES y 3DES. *Mundo FESC*, 5(9), 14-21. <https://www.fesc.edu.co/Revistas/OJS/index.php/mundofesc/article/view/55>
- Mejía, M. R. (2017). La innovación: asunto central de la sociedad del siglo XXI. Una búsqueda educativa por modernizar-transformar la escuela. (Spanish). *Educación y Ciudad*, 32, <https://revistas.idep.edu.co/index.php/educacion-y-ciudad/article/view/1626>
- Mendoza Torres, M. R. & Ortiz Riaga, C. (2006). El liderazgo transformacional, dimensiones e impacto en la cultura organizacional y eficacia de las empresas. *Revista Facultad de Ciencias Económicas*, 14(1), 118-134. <https://doaj.org/article/9c5b12d0edf84d359b38d69b96615e89>
- Mobile World Capital (16 de septiembre de 2015). Impresión 3D en las aulas: Tecnología Creativa para niños. *Mobile World Capital*. Barcelona. <https://mobileworldcapital.com/es/impresion-3d-en-las-aulas-tecnologia-creativa-para-ninos/>
- Muñoz Sánchez, J. M. Braza Lloret, P. & Carreras de Alba, M. R. (2004). Aproximación al estudio de las actitudes y estrategias de pensamiento social y su relación con los comportamientos disruptivos en el aula en la educación secundaria. *Anales de Psicología*, 20(1), 81-92. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/cartart?codigo=876872>
- Pitkänen, K., Iwata, M. & Laur, J. (2019). Supporting Fab Lab facilitators to develop pedagogical practices to improve learning in digital fabrication activities. (2019). In Proceedings of the FabLearn Europe 2019 Conference (FabLearn Europe '19). ACM, New York. <http://urn.fi/urn:nbn:fi-fe2019083026220>
- Rúa Ramírez, E., Barrera Siabato, A. & Moreno López, N. M. (2014). Aprendizaje interactivo de termodinámica de fluidos apoyado en las tecnologías de la información y comunicación. *Respuestas*, 19(2), 41-50. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5364593>
- Rúa Ramírez, E. B., Jiménez Díaz, F., Gutiérrez Arias, G. A. & Villamizar, N. I. (2018). Impresión 3D como herramienta didáctica para la enseñanza de algunos conceptos de ingeniería y diseño. *Ingeniería*, 23(1), 70-83. <https://dx.doi.org/10.14483/23448393.12248>
- Rivera Muñoz, J. L. (2014). El aprendizaje significativo y la evaluación de los aprendizajes. *Revista de Investigación Educativa*, 8(14). <https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/edu/article/view/7098/6272>
- Sackey, S. M., Bester, A., & Adams, D. (2017). Industry 4.0 learning factory didactic design parameters for industrial engineering education in South Africa. *South African Journal of Industrial Engineering*, 28(1), 114-124. <http://sajie.journals.ac.za/pub/article/view/1584>
- Schuster, K., Plumanns, L., Groß, K., Vossen, R., Richert, A. & Jeschke, S. (2015). Preparing for Industry 4.0 – Testing Collaborative Virtual Learning Environments with Students and Professional Trainers. *International Journal of Advanced Corporate Learning (IJAC)*, 8(4). <https://online-journals.org/index.php/i-jac/article/view/4911>
- Secretaría de Educación Departamental de Casanare. (2017). Institución Educativa Luis María Jiménez San José del Bubuy. <https://www.datos.gov.co/widgets/vqup-4isj>
- Suárez, D. (31 de mayo de 2016). Qué es la Industria 4.0. *Ningenia*. <http://www.ningenia.com/2016/05/31/que-es-la-industria-4-0/>
- Utopia Maker (2017). Fundación Utopía Maker. <https://www.utopiamaker.com/>
- Valencia Cárdenas, M., Morales Gualdrón, S. T. & Gaviria Giraldo, M., (2019). Visión de las competencias de ingeniería industrial en industria 4.0. Encuentro Internacional de Educación en Ingeniería EIEI. <https://acofipapers.org/index.php/eiei2019/2019/paper/viewFile/2970/1251>
- Velásquez, F. (2001). Reseña de “Paradigmas: el negocio de descubrir el futuro” de Joel Arthur Barker. *Estudios Gerenciales*, 78, 96-98. <https://www.redalyc.org/pdf/212/21207807.pdf>
- Wang, L., Wang, X. V., Gao, L. & Vánčza, J. (2014). A cloud-based approach for WEEE remanufacturing. *CIRP Annals*, 63(1), 409-412. <https://doi.org/10.1016/j.cirp.2014.03.114>
- Xu, I. (2011). Enterprise System: State-of-the-Art and Future Trends. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 7(4), 630-640. <https://ieeexplore.ieee.org/document/6011699>

COFFEE ENTREPRENEURSHIP DURING COVID-19

EMPRENDIMIENTO CAFETERO DURANTE COVID-19



¹Javier Carreón Guillén, ²José Marcos Bustos Aguayo,
³Margarita Juárez Nájera, ⁴Jorge Hernández Valdés,
⁵Arturo Sánchez-Sánchez, ⁶Cruz García Lirios

¹PhD. Research, Department Social Work, UNAM-ENTS, ²PhD. Research, Department Psychology, UNAM-FESZ,

³PhD. Research, Department Engineering, UAM-AZC, ⁴PhD. Research, Department Social Work, UNAM-ENTS,

⁵PhD. Research, Department Economy, UATX, ⁶PhD. Research, Department Political Sciences, UAEMEX-UAPH

Recibido: 7/04/20 Aprobado 30/04/20

RESUMEN

The exploration of the relationships between the determinants of entrepreneurship was the objective of this work. A non-experimental study was carried out with a non-probabilistic selection of 300 coffee farmers affiliated to the microfinance program. Is observed a structure of five factors: representations, habitus, fields, capital, capabilities and enterprise that explained 54% of the total variance explained, although the research design limited findings local scenario, suggesting the inclusion of variables that the literature identifies sociodemographic and socioeconomic variables to establish entrepreneurial profiles according to risk events; landslides, fires, droughts, floods, frosts or earthquakes.

Palabras clave: Coffee growing; entrepreneurship; heads of family; model; microenterprise.

ABSTRACT

La exploración de las relaciones entre los determinantes del emprendimiento fue el objetivo de este trabajo. Se llevó a cabo un estudio no experimental con una selección no probabilística de 300 productores de café afiliados al programa de microfinanzas. Se observa una estructura de cinco factores: representaciones, habitus, campos, capital, capacidades

Citación: Carreón-Guillén, J., Bustos Aguayo, J. M., Juárez Nájera, M., Hernández-Valdés, J., Sánchez-Sánchez, A., & García-Lirios, C. (2020). Emprendimiento cafetero durante COVID-19. *Publicaciones E Investigación*, 14(1). <https://doi.org/10.22490/25394088.4058>

¹javierg@unam.mx, <https://orcid.org/0000-0002-8915-0958>

²marcos.bustos@unam.mx, <https://orcid.org/0000-0002-2266-986X>

³mjn@azc.uam.mx, <https://orcid.org/0000-0002-7447-8213>

⁴jorheval@unam.mx, <https://orcid.org/0000-0002-7447-8213>

⁵Arturo.sanchez.s@uatx.mx, <https://orcid.org/0000-0002-7447-8213>

⁶cgarcial@uaemex.mx, <https://orcid.org/0000-0002-7447-8213>

<https://doi.org/10.22490/25394088.4058>

y empresa que explicaron el 54% de la varianza total explicada, aunque el estudio de investigación limitó los hallazgos del escenario local, sugiriendo la inclusión de variables que la literatura identifica sociodemográficas y socioeconómicas. Variables para establecer perfiles empresariales de acuerdo con eventos de riesgo; deslizamientos, incendios, sequías, inundaciones, heladas o terremotos.

Key words: Crecimiento del café; emprendimiento; jefes de familia; modelo; microempresa.



1. INTRODUCTION

As of this writing, the SARS-CoV-2 coronavirus and COVID-19 disease have led to 11 million infection, 6 million disease, and 700,000 deaths globally. In Mexico, 250,000 have been infected, 60,000 become ill and 30,000 have died.

In this disaster scenario, the communities have generated an enterprise that is distinguished by; I) the alliance between local governments with migratory and native flows, II) the financing of projects with seed capital of remittances and micro financing, III) the diversification of the product based on mountain tourism (Segura Mojica, 2020).

However, this process has been interrupted due to the management of sanitary, economic and environmental risks at the local, state and federal levels, among which stand out; 1) cut funding for projects, 2) minimal discretionary support based on the opacity of a registry, 3) relationships of trust between authorities and coffee growers limited by the availability of resources.

Precisely, the objective of this work lies in the specification of a model for the study of the habitus representations and capacities of coffee growers around the effects of the sanitary, economic and environmental crisis on the diversification and commercialization of coffee in mountain tourism. once the lack of confidence is carried out and social entrepreneurship emerges.

The hypothesis that answers the question about representation, habitus and entrepreneurship in the face of the effects of COVID-19 is that microfinance and remittances can support projects if they diversify into

attractive products for ecotourists once the confinement has been overcome. Such diversification supposes perceptions bordering on the aesthetics of the locality (aesthesia), the expressiveness (hexis) of the migrants, the ethics (ethos) of the natives and the knowledge (eidos) of the promoters.

Thus, the present work includes sections and contributions for the analysis of the phenomenon, considering: a) entrepreneurship theory in which the approximations of representations, habitus, fields and capitals are discussed; b) studies of social entrepreneurship highlighting the categories of analysis, their measurement as variables and relationship trajectories; c) modeling of these variables in order to explain theoretically and conceptually social entrepreneurship; d) methodological approach for the systematic observation of the problem; e) discussion of the findings with the state of the art and f) proposal for a public policy design for microfinance.

2. THEORY OF SOCIAL ENTREPRENEURSHIP

In the context of the confinement of people due to a pandemic, the emergence of social processes such as representations, habitus, capitals, fields and capacities has been systematically observed by the social sciences. These are responses to a problem that may be global, but with local repercussions. In this section, the levels of these community processes are examined and discussed in order to be able to explain the problem in a general way.

The theoretical and conceptual frameworks that explain entrepreneurship as a local response to a risk event such as a health crisis, economic recession and environmental impact suggest that such a phenomenon can be observed from the representations of natives and migrants of its resources. It is about the historical construction of experiences in a crisis like an epidemic (Berrou and Combainous, 2012). Or, simple perceptions of risk in isolated cases of contagion, disease and death.

The theoretical and conceptual frameworks that explain entrepreneurship as a local response to a risk event such as a health crisis, economic recession and environmental impact suggest that such a phenomenon can be observed from the representations of natives and migrants of its resources (Carreón, 2016). It is about the historical construction of experiences in a crisis like an epidemic. Or, simple perceptions of risk in isolated cases of contagion, disease and death.

Habitus theory tries to compensate for this predictive gap in social representations by assuming that natives and migrants, coffee growers and merchants, tourists and residents develop provisions against or in favor of a situation (Fuentes and Sánchez, 2010). This is the case of the prestige of a community, the reputation of gastronomy or the image of ceremonial destinations. This approach highlights four elements that would explain the emergence of entrepreneurship as an image of destiny (aesthesia), a principle of service (ethos), deep knowledge (eidos) and traditional expressiveness (hexis).

So, it means that entrepreneurship from the habitus perspective is a symbolic liberation of cities and that competitive advantage is identified by tourists who associate the place with the consumption of coffee and its derivatives (García Lirios, 2017). Associations between natives and migrants that shape cooperative societies underlie this representation and habitus of entrepreneurship. This formation of social capital assumes that the parties involved prefer to carry out joint actions if the benefits outweigh the risks.

The theory of social capital considers entrepreneurship as a result of the symbolic liberation of a peripheral community with a governing center, but unlike representations and habitus, its importance lies in the explanation of an undertaking consistent with the availability of resources (Gómez Gómez, Baquero Soler, & Álvarez Zapata, 2019). While social representations can mean scarcity or abundance, unhealthy or wholesome, expensive or cheaper, and habitus can focus their attention on the comparative advantages of the locality, the vision of social capital assumes a balance between demands and resources in the face of any event of risk.

In summary, the representations (risks and benefits of a locality), habitus (aesthetics, expressivity, knowledge and ethics of a community) and capitals (demands and resources in balance) are symbolic theoretical and conceptual perspectives (López Lemus & De la Garza Carranza, 2019). In other words, trying to account for slavery and the liberation of a group and its environment before a dominant governing axis.

On a less symbolic level, field theory highlights power structures and discourses that seek to limit the freedoms and resources of the parties involved in the venture (Loui, Carpio and Vergara, 2012). Consequently, it refers to scenarios that can be transformed into narratives of failure or success in the face of risky events. They are places of influence where the same venture be a resource of natives or migrants, residents or tourists, workers and entrepreneurs.

The importance of the fields of power and influence lies in the fact that the capacities or strategies of change and potential liberation actions are gestated not only symbolically as the representations and habitus intend, but also, as a practice, be discursive, sequential or executive (Obrego, 2008). If the fields are a repertoire of opportunities, the capacities are a self-management mechanism for proposals and innovations.

In summary, it is possible to notice that entrepreneurship is explained by symbolic dimensions of representation, habitus and capital, but they are also

concrete dimensions of fields of power and instrumental capacities. In a risk event such as a sanitary, economic and environmental crisis, the exposed theoretical frameworks anticipate the local undertaking in response to a global problem.

3. STUDIES OF SOCIAL ENTREPRENEURSHIP

The events of risk, health crises such as pandemics, economic crises such as misery and unemployment, as well as environmental crises such as frosts, earthquakes, floods, droughts, plagues or hurricanes are ideal scenarios for the emergence of entrepreneurship in its dimensions of representation, habitus, capitals, fields and capacities. This section presents the most recent studies on these dimensions of entrepreneurship in order to be able to model in a consecutive section the trajectories of relationships between the variables.

Often, the classical literature on entrepreneurship divides its observation of this phenomenon into two dimensions: optimization of resources and process innovation. From both models, the two variables configure structures resulting from risk events (Hamrouni Dakoumi & Abdelwahed, 2014). Unlike the opportunism that supposes a favorable situation for the entrepreneur, the risk events are scenes of scarcity, shortages, unhealthiness and shortage. In this sense, research on optimization and innovation contributed to understanding the gestation of the phenomenon in contingencies.

However, the two dimensions very soon diversified to explain in more detail the symbolic and concrete aspects of the undertaking (Carr & Sequeira, 2007). This was so because optimization and innovation were not always concomitant in imminent risk events such as hurricanes or droughts. It is known that in earthquakes resource optimization correlates with process innovation, but this is not the case in floods where the loss of resources increases while the innovations are not generated.

In this way, the symbolic studies of entrepreneurship very soon observed the social representations of a risk event, contingent situation or uncertain scenario (Rodríguez Ramírez, 2009). Thus, the instruments that measured the phenomenon focused on perceptions of risk and benefit. In these works, the associations between perceived risks with process optimization and expected profits with process innovation stand out.

Very soon, the contributions from the dimensions of the habitus allowed to observe symbolic structures of power and influence among entrepreneurs when risks and profits were related to aesthetic, ethical, logical and expressive dispositions (Zapata Domínguez, Corredor Gómez & Mena de la Cruz, 2019). In the cases of fires, floods, frosts or pests, the affection to nature generates aesthetic dispositions that are associated with the subsequent optimization of resources, but very spuriously with process innovation. It is in earthquakes where technology correlates with aesthetic and expressive habitus.

However, in the management of resources for their optimization or innovation, a variable identified as symbolic capitals was observed (García-Macías, Zerón-Félix & Sánchez-Tovar, 2018). During a negotiation, agreement or co-responsibility, the trust between the parties acquires a consolidated status when both identify in their counterpart a capital of power and influence.

At that level of trust and commitment, a symbolic capital is one that is distinguished by its collaboration in situations of risk or contingent scenarios (Sarabia Huerta & Delhumeau Rivera, 2019). The degree of uncertainty generated by an environmental crisis favors the creation of cooperative pairs and with it the adoption of technology. This same relationship is observed with the specific dimensions of entrepreneurship for fields and capacities. In other words, collaboration consolidates monopolies or fields of power, but also management capacities.

In summary, the optimization of resources and the innovation of processes as indicators of entrepreneurship in unfavorable or favorable situations have been associated with symbolic (representations, habitus and capital) and concrete components (fields and capacities). In risk events, these correlations have been observed, but not systematized in explanatory and predictive models.

4. MODELLING OF SOCIAL ENTREPRENEURSHIP

So far, theoretical, conceptual and empirical frameworks have explained social entrepreneurship as a result of an unfavorable or favorable situation but have not built a comprehensive model from which the effects of a risk event such as the health crisis, recession are anticipated. economic and environmental risks. This chapter includes the hypotheses regarding the contrast of the findings reported in the literature with respect to those observed.

A model includes the axes, trajectories and relationships between variables and indicators in order to explain a complex phenomenon such as entrepreneurship in a critical situation such as the pandemic. In this sense, theories and studies support associations between variables according to their symbolic dimension, such as representations, habitus, and capital, or concrete, such as fields and capacities.

From this distinction, it is possible to notice that the representations and habitus, being more symbolic, determine concrete actions such as capacities, but this process would be regulated by fields and capitals, since both refer to the discussion, agreement and co-responsibility of power and the influence between the sintered parts. In this way, the surrounding information in the media on the health, economic and environmental crises impact on the representations and habitus to be filtered by the fields and the capitals. Such mediation reduces or increases the impact of pandemic figures, images, or phrases on opportunity management capabilities.

5. METHOD

A cross-sectional and correlational study was carried out. A non-probabilistic selection of 300 merchants was carried out, the selection criterion being that they had been migrants.

The Multifactorial Scale of Worker, Entrepreneurial and Transforming Spirit was built, which includes 40 items related to representations, habitus, fields, capitals and capacities in their dimensions of objectification, anchoring, inheritance, apprehension, freedoms, opportunities, responsibilities, cooperation, solidarity, values, skills and knowledge.

An analysis of normal distribution, reliability, validity, covariance, structure and fit was carried out.

Normality. From the kurtosis parameter in which the values close to the unit denote a distribution in the form of a normal curve, the requirement for the estimation of other parameters and analysis was established. In addition, the level of significance was calculated with the Bootstrap statistic whose value should have been significant at 0,000.

Reliability. We proceeded to establish the internal consistency between items and scale or subscales with the help of Cronbach's alpha in which values higher than 0.60 were considered as evidence of reliable results in different contexts, latitudes or samples. On the other hand, values close to zero were assumed as evidence of a spurious relationship between the item and the subscale, as well as values close to unity as evidence of collinearity or multicollinearity between the reactants and the scale.

Validity. The correlation between factors and items was carried out with the help of above 0,300 factor weights prior exploratory factor analysis and j is rotating main pro max, adaptation and sphericity. The chi-square statistics close to the unit were assumed as evidence of sphericity according to Bartlett's test and values higher than 6.0 were assumed as evidence of adequacy, according to Kayser Meyer Olkin's test.

Covariation. To establish correlations between the factors, phi parameters were used in which values close to zero were considered as spurious, while those close to the unit were assumed as collinear.

Structuring. With the help of the phi, beta and epsilon parameters, we proceeded to calculate the structural model in which those values close to zero were assumed as spurious while those close to the unit were considered as collinear.

Adjustment. In the case of the explained variance percentages, values higher than 0.20 were considered as adjustment evidence, while the chi square value for hypothesis testing was assumed to be close to

zero evidence of an adjustment. Because the size of the sample has an impact on the chi-squared values, the goodness-of-fit indices were estimated in which values close to the unit were considered as evidence of adjustment, while those close to zero for residual rates They were also considered as a good fit.

6. RESULTS

Prior to the multivariate analysis, the normal distribution of the responses to the instrument that measured the enterprise and its corresponding dimensions of representations, habitus, fields, capitals and capacities (see Table 1) was established.

TABLE 1.
 Instrument descriptions

R	M	S	K	A	F1	F2	F3	F4	F5
r1	3.01	1.34	1.36	0.61	0.301				
r2	2.05	1.30	1.47	0.67	0.329				
r3	2.09	1.25	1.51	0.71	0.456				
r4	2.43	1.11	1.94	0.69	0,576				
r5	3.57	1.43	1.04	0.72	0.314				
r6	3.81	1,89	1.06	0.68	0.457				
r7	3.86	1.04	1.67	0.61	0,571				
r8	3.82	1.56	1.28	0.72	0.362				
r9	2.57	1.38	1.41	0.73		0.585			
r10	2.45	1,14	1.69	0.75		0,581			
r11	3.61	1.45	1.31	0.69		0.525			
r12	3.58	1.50	1.47	0.61		0.515			
r13	2.57	1.69	1.41	0.75		0.381			
r14	2.51	1.89	1.57	0.78		0.467			
r15	2.68	1.56	1.67	0.79		0.524			
r16	2.41	1.45	1.87	0.68		0.689			

R	M	S	K	A	F1	F2	F3	F4	F5
r17	2.53	1.34	1.92	0.67			0.481		
r18	3.57	1.26	1.83	0.74			0.462		
r19	3.56	1.46	1.04	0.64			0.385		
r20	3.78	1.39	1.92	0.63			0.581		
r21	2.57	1.32	1.84	0.71			0.593		
r22	3.90	1.34	1.31	0.69			0.481		
r23	3.95	1.25	1.32	0.72			0.584		
r24	3.91	1.56	1.24	0.75			0.592		
r25	3.56	1.67	1.30	0.70				0.651	
r26	3.41	1.50	1.35	0.77				0.540	
r27	3.54	1.47	1.32	0.79				0.436	
r28	3.23	1.60	1.32	0.75				0.431	
r29	3.54	1.79	1.45	0.79				0.432	
r30	3.76	1.56	1.23	0.74				0.450	
r31	4.13	1.54	1.15	0.75				0.536	
r32	3.56	1.43	1.19	0.70				0.468	
r33	3.24	1.56	1.46	0.79					0.651
r34	4.01	1.89	1.34	0.68					0.548
r35	3.25	1.56	1.78	0.72					0.438
r36	3.56	1.45	1.98	0.75					0.396
r37	3.45	1.57	1.89	0.74					0.456
r38	3.46	1.24	1.80	0.72					0.357
r39	4.23	1.54	1.86	0.73					0.546
r40	3.57	1.43	1.56	0.79					0.492

Note: Elaborated with data study: R = Reactive, M = Mean, S = Standard Deviation, K = Kurtosis, A = Alpha by removing the value of the item. N = 300 Kurtosis Multivariate Mardia = 3.211, Index of adequacy of the sample KMO = 0.762, Test Bartlett sphericity: $\chi^2 [13g] = 18.08, p < 0.001$. Extraction method: Main axes. Rotation method: Promax. Percentage of variance explained: F1 = Representations (18% of the total variance explained), F2 = Habitus (15% of the total variance explained), F3 = Fields (11% of the total variance explained), F4 = Capitals (7% of the total variance explained), F5 = Capacities (3% of the total variance explained).

It is possible to observe that the values of kurtosis are close to the unit and that the reliability values are greater than the required minimum of correlation between items and subscales, which reached values higher than necessary.

Regarding validity, the results show the prevalence of five factors in which the variance explained exceeded the minimum 20% for each one (see table 3). The first factor corresponding to the representations was made up of reagents 1, 2, 3 and 4 explaining 53% of the total variance

The second factor related to *habitus* is made up of reagents 5, 6, 7 and 8 with 45% of the variance explained while the third factor alluding to the fields was configured with reagents 9, 10, 11, 12 and 13 14 explaining 39% of the variance.

The fourth capital factor included items 15, 16, 17 and 18 with 32% of the variance explained while the fifth factor of capacities included items 19, 20, 21, 22, 23 and 24 explaining 27% of the variance.

Regarding the estimation of correlations between factors to establish dependency relationships in the structural model (see Table 2) the results show negative associations between representations and factors *habitus*, capital and capabilities ($\Phi = -0.671$, $\Phi = -0.590$, $\Phi = -0.685$ respectively). This suggests that the symbols around the entrepreneurial spirit are intensified whenever the dispositions, cooperation, trust, values, skills and knowledge are reduced to their minimum expression. This finding is fundamental to explain why entrepreneurship does not develop in authoritarian areas, although it emerges as a resource for subsistence.

TABLE 2.
 Correlations and covariances

	F1	F2	F3	F4	F5	F1	F2	F3	F4	F5
F1	1,102					1,873	0,549	0.691	0.674	0,491
F2	0.671 *	1,035					1,754	0,592	0.603	0,538
F3	0.481 *	0.487 **	1,025					1,986	0,594	0.673
F4	0,590 *	0.836 ***	0.756 **	1,024					1,760	0,596
F5	0.685 **	0.481 *	0.614 *	0.796 *	1,071					1,639

Note: Elaboration with data study: F1 = Representations, F2 = Habitus, F3 = Fields, F4 = Capitals, F5 = Capacities: * $p < .01$; ** $p < 0.001$; *** $p < .0001$

However, the representations had a positive covariance with the discursive fields ($\Phi = 0.481$) which suggests that the symbols of entrepreneurship are related to freedoms, opportunities and responsibilities acquired in their journey through the US and implemented in Xilitla.

In the case of *habitus*, whether inherited or acquired, they were positively linked to discursive fields, capitals and capacities ($\Phi = 0.487$, $\Phi = 0.836$, $\Phi = 0.481$ respectively). This means that the provisions are

concomitant with freedoms, opportunities and responsibilities, cooperation and trust, values, skills and knowledge, all of them related to the business acquired in the US and implemented in Xilitla. Both relationships between contexts suggest that there is a cycle of provisions that are forming migrants and entrepreneurs in both Xilitla and the US through the networks of workers.

If the *habitus* were inherited in Xilitla and acquired in the US, then the relationship between an expelling

context and another collector of human talent seems not only to be circumscribed to the production and dissemination of symbols through discourses or organizational and psychological resources, but through of the networks of families, friends and acquaintances that move from Xilitla to the US and return with an updated entrepreneurial spirit that will allow them to insert their microenterprise in the global dynamics of the multinationals when strategic alliances are concerned.

Regarding the discursive fields that are built in reference to freedoms, opportunities and responsibilities of the entrepreneurship of a business to be positively associated with cooperative and trustworthy forms as well

as values, skills and knowledge for entrepreneurship ($\Phi = 0,856$ and $\Phi = 0,614$ respectively) involve close links between migrants who returned from the US, potential migrants in Xilitla, and business partners from other regions for the dissemination of entrepreneurship.

The resources of cooperation and trust in relating to values, skills and knowledge ($\Phi = 0.796$) denote a series of processes that explain the formation of entrepreneurs in the US with a family business background in Xilitla. The covariances suggest dependency relationships between the factors of the venture and to corroborate this assumption, a structural model was estimated (see Figure 1).

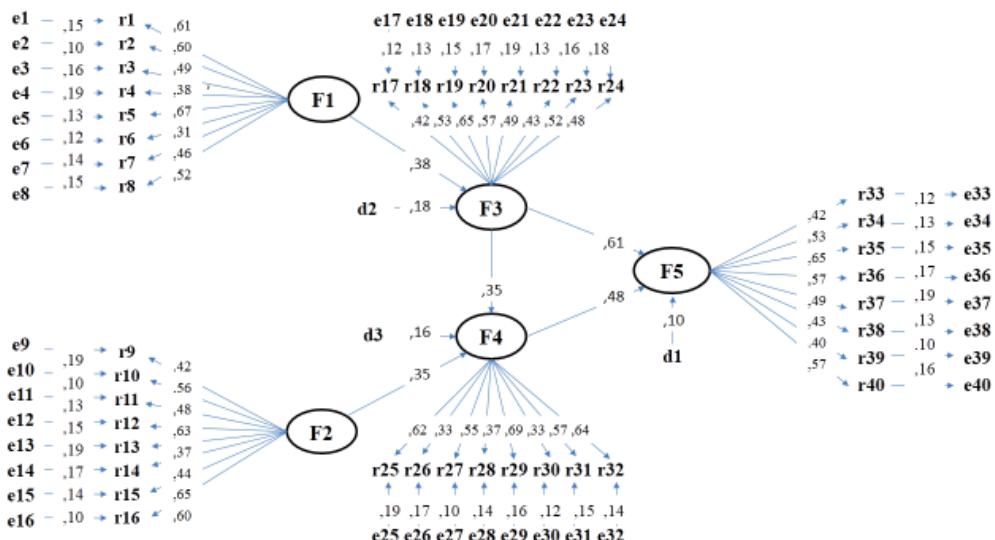


Fig. 1. Structural Equation Modelling

Note: Elaboration with data study: F1 = Representations, F2 = Habitus, F3 = Fields, F4 = Capitals, F5 = Capacities; d = Disturbance measured factors; e = errors measured indicators: → relations between disturbance or error and factor or indicator; → relations between factor and indicators

Finally, the hypothesis was tested with the estimation of the adjustment indices since the chi square value was sensitive to the sample [$\chi^2 = 14.21$ (3gl) $p = 0.307$]. The Adjustment Goodness Index (GFI for its acronym in English) was very close to the unit (0.987) and the residual index (RMR for its acronym in English) close to zero (0.042). Both values plus the percentage of explained variance of each factor, which was higher than 20%, decided the acceptance of the null hypothesis.

7. DISCUSSIONS

The entrepreneurial spirit that is built in Xilitla in reference to the migration to the US is more determined by dispositions inherited in Xilitla and acquired in the US. This finding clarifies the differences found when explaining the impact of the transnationals on the local economic dynamics. Unlike the strategic alliances that derive in franchises, in Xilitla cooperation and innovation relationships were forged that

involve the local government, the migrant community in the US and the microentrepreneurs that returned to Xilitla. It is true that financial differences determine global business models on local needs, but in the case of Xilitla, the community specialized in coffee growing and ecotourism no longer based on a cross-cultural pattern, but of innovation in services and products in such a way that it differed from other neighboring communities.

Between the community history of entrepreneurial spirit in Xilitla and the entrepreneurial knowledge acquired in the US, life satisfaction bursts the process that local development entails when finding that the most enterprising Hindu communities have greater life satisfaction open the discussion around that if the aims of entrepreneurship are merely economic or also involve community development. It is true that coffee growing, and ecotourism are two instruments for local wellbeing, but they also mean activities favorable to the environment of Xilitla. This means that community entrepreneurship is far from the globalized entrepreneurial spirit, which supposes the utility and the gain over the regional preservation or the welfare of the communities. It is a logic more anchored to the traditions, uses and customs that are gestated within the peoples. It is through the roots in which the enterprise is molded according to local rather than global needs.

Indeed, the tension between transnational business models with respect to local identity seems to fade as strategic alliances delimit investment and action margins. That is, external investment can coexist with local entrepreneurship modes even in contingent situations. Moreover, local production implies a greater commitment on the part of the community, which is why it strengthens the bonds of trust with multinational companies whenever there is an inherited and acquired habitus called entrepreneurial spirit.

If the entrepreneurial process that began in Xilitla and was developed in the United States is correct, then it will be possible to observe habitus entrepreneurs,

which differentiate them from other localities and surrounding communities. In addition, the impact of the provisions on entrepreneurship would have its observable effects on the values, knowledge and skills for entrepreneurship in the locality.

However, entrepreneurship also underlies situations of uncertainty, risk and scarcity. These are significant differences between leaders and employees in work climates of tension, exclusion and pressure. The assumption according to which entrepreneurship is the product of creativity and innovation, which are responses of individuals and groups to scarcity and conflict, seems to have been corroborated. This implies that, in Xilitla, unlike the economic crises and labor exclusion that prevails in the USA, the fatalistic scenarios of scarcity, conflict and competition for resources are factors that the community still does not experience and therefore it seems not to anticipate. In that sense, the opportunity to manage funds for natural disasters is latent.

However, the community of Xilitla, SLP, is also exposed to the flight of investments, as there are other locations that compete for tourism and the sale of coffee. In this dynamic, the fatalistic scenarios are more beneficial for local entrepreneurs, since it allows them to anticipate a scarcity of resources or conflicts of interest.

In both cases, stability or financial, ecological or social instability, the entrepreneurial spirit of Xilitla advances towards a scenario in which social reliability could emerge after transparency in the allocation of resources, business development or internal competition oblige authorities to limit investment and deregulate credits to ecotourism trade or organic production.

The entrepreneurial spirit seems to have two dimensions according to the contexts of economic stability or ecological instability. In its inherited and acquired dimension, the Xilitla enterprise seems to be built from the networks of migrants and microentrepreneurs. In contrast, in its innovative dimension and knowledge

management, the entrepreneurial spirit would be the result of conflicts, tensions, discrepancies, disagreements or disagreements between migrants, microentrepreneurs, authorities and transnational companies when a contingency is approaching, or some catastrophe occurred.

Entrepreneurship, as an instrument of local development, is necessarily linked to the governance of natural resources, which consists not only in the transparent allocation of financing and investments, but also implies the concerted and co-responsible participation of the community. In this sense, local economic capacities should not only be circumscribed to ecological values, business knowledge or discursive skills, but also consist in the dissemination of the roots, identity and belonging to the community and the environment of Xilitla, SLP.

8. CONCLUSION

The contribution of this work to the state of the question lies in the specification of a model for the study of entrepreneurship and its dimensions alluding to representations, habitus, capitals, fields and capacities before COVID-19; but the design limits these results to the sample, suggesting the contrast of the proposal in other scenarios.

In the framework of public policies; health, economic and environmental, the findings of the present study demonstrate that power fields determine resource management capabilities. This is so because the surveyed sample seems to be organized in networks that potentiate their influence in other sectors and in their local governments in the event of risk events.

The design of public policies based on these contributions suggests a micro sector financing in which the networks assume the investment risks if the State allows them and encourages them to keep their cooperative structures.

9. REFERENCES

- Berrou, J.-P. & Combarous, F. (2012). The Personal Networks of Entrepreneurs in an Informal African Urban Economy: Does the 'Strength of Ties' Matter? *Review of Social Economy*, 70(1), 1-30. <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/00346764.2011.577347>
- Carr, J. C. & Sequeira, J. M. (2007). Prior family business exposure as intergenerational influenced and entrepreneurial intent: A Theory of Planned Behavior approach. *Journal of Business Research*, 60(10), 1090-1098. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0148296307000811>
- Carreón Guillén, J. (2016). *Human development: Social entrepreneurship and governance*. México: UNAM-ENTS.
- Fuentes García, F. J. & Sánchez Cañizares, S. M. (2010). Análisis del perfil emprendedor: una perspectiva de género. *Estudios de Economía Aplicada*, 28(3), 1-28. https://ideas.repec.org/a/lrk/eeaart/28_3_14.html
- García Lirios, C. (2017). Especificación de un modelo de emprendimiento local en flujos migratorios de retorno a la comunidad de origen. *Pasajes*, 5, 26-39. <http://www.revistapasajes.com/gallery/2%20oficial%20articulo%202017%20jul%20dic%20pasajes.pdf>
- García-Macias, M. A., Zerón-Félix, M. & Sánchez-Tovar, Y. (2018). Factores de entorno determinantes del emprendimiento en México. *Entramado*, 14(1), 88-103. <http://revistasojos.unilibreca.edu.co/index.php/entramado/article/view/789/987>
- Gómez Gómez, B. M., Baquero Soler, JL, & Álvarez Zapata, B. E. (2019). Emprendimiento y desarrollo humano: una mirada desde los jóvenes. *Aletheia. Revista de desarrollo humano, educativo y social contemporáneo*, 11(2), 127-152. <https://doi.org/10.11600/21450366.11.2aletheia.127.152>
- Hamrouni Dakoumi, A. & Abdelwahed, Y. (2014). Is entrepreneurship for you? Effects of storytelling ling on entrepreneurial intention. *International Journal of Business and Management*, 9(9), 176-192. <http://doi.org/10.5539/ijbm.v9n9p176>
- López Lemus, J. A. & De la Garza Carranza, M. T. (2019). Las prácticas de gestión empresarial, innovación y emprendimiento: factores influyentes en el rendimiento de las firmas emprendedoras. *Nova Scientia*, 11(22), 357-383. <https://doi.org/10.21640/ns.v11i22.1795>
- Loui, Al., Carpio, J. Vergara, A. (2012). Attitudes of entrepreneurship need for achievement and the intention to develop a business of students of public universities in metropolitan Lima. *Journal of Psychology*, 15(1), 61-81
- Orrego, C. I. (2008). La dimensión humana del emprendimiento. *Ciencias Estratégicas*, 16(20), 225-235. <https://www.redalyc.org/pdf/1513/151312829001.pdf>

Rodríguez Ramírez, A. (2009). Nuevas perspectivas para entender el emprendimiento empresarial. *Pensamiento y Gestión*, 26, 94-119. <http://rcientificas.uninorte.edu.co/index.php/pensamiento/article/view/864>

Sarabia Huerta, A. I. & Delhumeau Rivera, S. (2019). Aproximación al concepto de ecosistema de emprendimiento.

Ciencia Administrativa, 2, 1-7. <https://www.uv.mx/iiesca/files/2020/02/01CA201902.pdf>

Segura Mojica, F. J. (2020). El perfil emprendedor y la intensidad competitiva del mercado como predictores de supervivencia en microempresas mexicanas. *Contaduría y Administración*, 65(3), 1-27. <http://www.cya.unam.mx/index.php/cya/article/view/2121/0>

Zapata Domínguez, A., Corredor Gómez, A. & Mena de la Cruz, A. (2019). Emprendimiento y cultura en instituciones universitarias: una revisión de la literatura. *Revista Venezolana de Gerencia*, 24(85), 85-97. <https://www.redalyc.org/jatsRepo/290/29058864006/html/index.html>

ECONOMÍA DE LA EDUCACIÓN: UN ACERCAMIENTO AL ESTUDIO DE LOS RENDIMIENTOS EDUCATIVOS

ECONOMICS OF EDUCATION: AN APPROACH TO THE STUDY OF EDUCATIONAL RETURNS



¹**Alicia María Vitale Alfonso**

²**Eliani Fernández Vidal**

³**Marian Cabrera Soto**

¹*Universidad de La Habana. Facultad de Economía.*

²*Oficina del Historiador de La Habana, Cuba.*

³*Universidad de La Habana. Facultad de Economía.*

Recibido: 30/11/2019 Aprobado 10/01/2020

RESUMEN

La economía de la educación es una disciplina relativamente nueva, que en los últimos años ha ido adquiriendo una mayor presencia tanto en la actividad investigadora como en la enseñanza universitaria. De la misma, se desprenden diversos campos de estudio. El siguiente trabajo es el resultado de un acercamiento al estudio de los rendimientos educativos, presentando un marco teórico donde se discute sobre su evolución histórica y se arriba a sus determinantes. El rendimiento académico, entendido como la relación entre el proceso de aprendizaje y sus resultados tangibles en valores predeterminados, es un tema determinante en el ámbito de la educación superior, por sus implicaciones en el cumplimiento de la función formativa de las instituciones educativas y el proyecto educativo de los estudiantes. Una reflexión sobre esta temática contribuye a la labor exitosa de formación profesional en la institución y a nivel individual. Se resalta la importancia del estudio de los rendimientos educativos en las universidades, para futuras investigaciones a desarrollar sobre el tema tratado.

Palabras clave: economía, educación, rendimientos académicos.

ABSTRACT

The Economy of the Education is a relatively new discipline that he/she has gone acquiring a bigger presence so much in the investigating activity in the last years as in the university teaching. Of the same one, they come off diverse study fields. The following work will undertake an approach to the study of the educational yields, presenting a theoretical mark where it discusses on its historical evolution and its determinant. The yield academic expert as the relationship between the learning process and its tangible results in predetermined values, is a decisive topic in the environment of the superior education for its implications in the execution of the formative function of the educational

¹alicia@fec.uh.cu, orcid.org/0000-0002-4505-8981

²eliferv@coopera.ohc.cu, orcid.org/0000-0002-0843-5741

³mariancs@fec.uh.cu, orcid.org/0000-0002-9866-7721

institutions and the educational project of the students. A reflection on this thematic one contributes to the successful work of professional formation in the institution and at individual level. The importance of the study of educational performance in universities is highlighted, for future research to be carried out on the subject discussed.

Keywords: Economy, education, academic performance.



1. INTRODUCCIÓN

La economía de la educación parte de una ciencia humana autónoma, la economía, para abordar los numerosos aspectos e implicaciones económicas de los fenómenos educativos. Así, se sitúa en el grupo de las reflexiones científicas sobre la educación, ya que adopta los conocimientos empíricos de la economía y su metodología científica para analizar la complejidad de la educación en su conjunto.

La economía de la educación es la disciplina que estudia las leyes que regulan la producción, la distribución y el consumo de bienes y servicios educativos, es decir, de los productos propios de la actividad educativa, partiendo de la base que mientras las necesidades humanas son ilimitadas, los recursos son limitados, por lo que es preciso administrar esos recursos escasos (Grao & Ipiña, 1996).

Según los autores Grao & Ipiña (1996), el objeto de estudio de esta disciplina es doble: por un lado, analiza el valor económico de la educación como factor de desarrollo económico, y por otro analiza los aspectos económicos de los procesos educativos, como los costes, la financiación, la rentabilidad y la planificación de la educación.

Al analizar su desarrollo histórico, la economía de la educación ha sido un tema de gran relevancia, tanto para los educadores como para los economistas, que ha sido tratado en los últimos tiempos. Los orígenes de su estudio se remontan al nacimiento de la propia ciencia económica, con Adam Smith como estudioso de las interrelaciones existentes entre los procesos educativos y la actividad económica (Smith, 1958).

En su famoso tratado *Investigación sobre la naturaleza y causa de la riqueza de las naciones*, plantea el valor económico de la educación cuando afirma: “Un hombre educado a costa de mucho trabajo y tiempo, en uno de aquellos oficios que requieren una pericia y destreza extraordinarios, se puede comparar con una de estas máquinas costosas. La tarea que el aprende a ejecutar hay que esperar que le devuelva, por encima de los salarios usuales del trabajo ordinario, los gastos completos de su educación y, por lo menos, los beneficios corrientes correspondientes a un capital” (Smith, 1958).

Los economistas no siempre estuvieron interesados en la educación y solo hace unos años los analistas educativos comenzaron a interesarse en la economía. La preocupación por el crecimiento económico y las causas que hacen que unos países sean más ricos que otros, data del propio origen de la teoría económica (hace más de doscientos años), el descubrimiento y estudio sistemático de que la educación juega un rol importante en el desarrollo se inició hace cuarenta años.

La educación, hasta la formalización de la “teoría del capital humano” (Schultz, 1960), fue considerada por los economistas, principalmente como un bien de consumo. Las aportaciones de los “economistas del capital humano”, como Schultz (1963), Becker (1964) o Mincer (1974), contemplan, sin embargo, el proceso educativo como una inversión.

Theodore Schultz, profesor de economía de la Universidad de Chicago, acuña la expresión “capital humano” en una conferencia pronunciada en 1959.

Este término, que posteriormente desarrollaría en la 73^a reunión de la *American Economic Association* (diciembre de 1960), ha trascendido las fronteras del ámbito económico, siendo ahora mismo sinónimo de educación o formación. Con esta expresión Schultz quería resaltar la importancia que tiene la formación de las personas sobre la productividad y sobre el crecimiento económico.

El supuesto central de la “Teoría del capital humano” es que los individuos invierten en educación para conseguir incrementar sus capacidades productivas individuales; estos incrementos de productividad se traducirán en mayores rentas salariales en el futuro.

Estimulados por las obras de estos precursores, otros destacados economistas como Psacharopoulos & Patrinos (2004) y Oosterbeek (1992), entre otros, han desarrollado y completado aquellos trabajos pioneros produciendo un importante corpus bibliográfico, y contribuyendo todos ellos a desarrollar una nueva rama de la economía: la economía de la educación.

Los primeros años de la década de los setenta presenciaron un profundo cambio en el papel dominante que la economía de la educación había jugado en la década anterior. Preocupados por la inflación y por el paro juvenil, la mayoría de los gobiernos recortaron los presupuestos educativos. En definitiva, la posición ocupada por los economistas en la elaboración de las políticas educativas fue durante la década de los setenta menos destacada que el protagonismo que tuvieron en los sesenta. Pero tal vez los cambios más significativos en la economía de la educación se deban a las críticas a la “Teoría del capital humano” procedentes de diversas corrientes de pensamiento.

En las décadas de los ochenta y noventa, la economía de la educación aparece consolidada ya como un cuerpo de análisis que adquiere notable autonomía, y que ve ampliado su campo de investigación tradicional, como la contribución de la educación al crecimiento económico o los efectos de la educación sobre los salarios y la distribución de la renta, hacia otros terrenos (Psacharopoulos & Patrinos, 2004).

La economía de la educación, a pesar de ser una disciplina relativamente nueva, es hoy en día un campo acreditado internacionalmente que ha ido adquiriendo un mayor peso en la actividad investigadora, en la enseñanza universitaria y en la gestión educativa (Acuña, 2012).

Múltiples campos de estudio se han desprendido de la ciencia denominada economía de la educación. Por ejemplo, las investigaciones sobre el rendimiento de la educación son fundamentales, ya que el rendimiento determina en gran medida la demanda de servicios educativos. Por consiguiente, el siguiente trabajo se plantea como objetivo general describir los factores que determinan el rendimiento académico de los estudiantes universitarios que sirven como un indicador de calidad del sistema educacional y su significado en la economía cubana.

El trabajo estará estructurado en tres partes. Se presenta una revisión de la literatura sobre el tema para llegar a una base conceptual que incluya el enfoque del estudio y la definición de rendimiento académico. En otro momento se exponen los principales factores que determinan el rendimiento académico de los estudiantes universitarios. Y finalmente, se describe el impacto económico que tiene el estudio de los rendimientos educativos en las universidades y economía cubana. Este trabajo contribuirá al desarrollo de futuras investigaciones sobre el tema tratado en las universidades cubanas.

2. MARCO TEÓRICO-CONCEPTUAL

Los estudios realizados sobre el rendimiento académico permiten vislumbrar tres formas como ha venido entendiéndose: 1) como un “resultado” expresado e interpretado cuantitativamente; 2) como juicio evaluativo –cuantificado o no– sobre la formación académica, es decir, al proceso llevado a cabo por el estudiante; o 3) de manera combinada asumiendo el rendimiento como –proceso y resultado–, evidenciado tanto en las calificaciones numéricas como en los juicios de valor sobre las capacidades y el “saber hacer” del estudiante derivados

del proceso y, a su vez, teniendo en cuenta aspectos institucionales, sociales, familiares y personales de los estudiantes, los cuales afectan y son afectados en la dicotomía “éxito o fracaso académico” (Chong, 2017).

En el primer grupo se encuentran autores como Tonconi (2010), quien define el rendimiento académico como el nivel demostrado de conocimientos en un área o materia, evidenciado a través de indicadores cuantitativos.

En el segundo tipo de estudios se distinguen autores, como Reyes (2003) y Díaz (1995), los cuales tienen en cuenta el proceso que pone en juego las aptitudes del estudiante ligadas a factores volitivos, afectivos y emocionales, además de la ejercitación para lograr objetivos o propósitos institucionales pre establecidos. Tal proceso “técnico-pedagógico” o de “instrucción-formación”, se objetiva en una calificación resultante expresada cualitativamente.

Por otra parte, y de acuerdo con Navarro (2003), en cuanto a que abordar el tema del rendimiento académico no puede concebirse desde una perspectiva unilateral, en el tercer tipo de definiciones se articulan horizontalmente las dos caras de rendimiento: proceso y resultado. Es el caso de Chadwick (1979), quien considera que el rendimiento académico debe concebirse tanto cuantitativamente, cuando mide lo que arrojan las pruebas, como en forma cualitativa, cuando se aprecian subjetivamente los resultados de la educación. La última perspectiva se identifica con el presente estudio. El resultado se expresa no sólo en notas sino también en acciones entendidas como lo que efectivamente el estudiante logra hacer con lo aprendido. Como lo diría Chadwick (1979), el rendimiento académico es la expresión de capacidades y características psicológicas del estudiante que se actualizan a través de un proceso de aprendizaje.

Todo proceso educativo busca permanentemente mejorar el rendimiento académico del estudiante. En este sentido, la variable dependiente clásica en cualquier análisis que involucra la educación es el rendimiento académico, también denominado rendimiento escolar. El rendimiento académico se considera como

el indicador del nivel de aprendizaje que ha alcanzado el estudiante al final de dicho proceso (Maquilón & Hernández, 2011).

Solano (2015) habla de rendimiento académico refiriéndose al nivel de conocimientos que el estudiante demuestra tener en el campo, área o ámbito que es objeto de evaluación; es decir el rendimiento académico es lo que el estudiante demuestra saber en las áreas, materias, asignaturas, en relación a los objetivos de aprendizaje y en comparación con sus compañeros de aula o grupo. Así pues, el rendimiento académico lo define operativamente tomando como criterio las calificaciones que los estudiantes obtienen.

Después de desagregar los elementos que integran la concepción de rendimiento académico, se logra llegar a una definición en esta investigación siendo la siguiente: “El rendimiento académico se define como la relación entre el proceso de aprendizaje, que comprende factores que influyen en el individuo, y el resultado que se obtiene de él, es decir, la nota esperada”. Siempre que se asuma que las notas reflejan los logros académicos en los diferentes componentes del aprendizaje, que incluyen aspectos personales, académicos y sociales.

La toma de decisiones para mejorar los niveles de pertinencia, equidad y calidad educativa se debe realizar a partir de conocer los diferentes factores que inciden en el rendimiento académico en la educación superior, de una manera más integral, obteniendo resultados tanto cualitativos como cuantitativos para propiciar un enfoque más completo.

3. FACTORES QUE DETERMINAN EL RENDIMIENTO ACADÉMICO DE LOS ESTUDIANTES

Después de estudiar la bibliografía sobre los factores que determinan el rendimiento académico del estudiante universitario (Blandón (2017), Chong (2017), Ordaz & García (2018)) se concluye que se encuentran determinantes personales, determinantes sociales y determinantes académicos.

En los determinantes personales se incluyen aquellos factores de índole personal, cuyas interrelaciones se pueden producir en función de variables subjetivas, sociales e institucionales, como son:

Motivación. El rendimiento académico de los estudiantes ha sido ampliamente investigado desde perspectivas diferentes en las últimas tres décadas. Pese a ello, tal y como indica Marks (2000), “el debate sobre los antecedentes del rendimiento académico de los alumnos continúa tan candente como siempre” (p.108).

Una de las perspectivas más relevantes es la teoría cognitiva de la motivación-logro. El fundamento principal de esta teoría es que el comportamiento del estudiante está condicionado por el deseo de alcanzar unos objetivos particulares. Dicha perspectiva se centrará en dos motivaciones u orientaciones: *orientación al aprendizaje* y *orientación al resultado*. Por otra parte, además de las motivaciones anteriores, otros investigadores han defendido la necesidad de considerar una motivación adicional: la motivación a evitar tareas como una variable capaz de explicar parte del rendimiento académico del estudiante (Seifert y O’Keefe, 2001).

Según estudios previos (Harackiewicz, Barron, Tauer & Elliot, 2002), se considera el rendimiento académico más allá de la tradicional calificación o nota, extendiéndola a otras variables cualitativas tales como el aprendizaje percibido y la nota esperada. La primera se refiere a la evaluación subjetiva realizada por el estudiante acerca del incremento en su conocimiento declarativo (conocer hechos o definiciones) y procedural (saber cómo completar una determinada tarea) relacionado con la asignatura (Marks, 2000). La segunda, la nota esperada, se relaciona con las expectativas del estudiante sobre la nota que piensa obtener en la asignatura.

Los estudiantes que tienen una *orientación al aprendizaje* “tienen un mayor deseo de mejorar su competencia y aumentar los conocimientos a partir de un esfuerzo de aprendizaje continuo y una mayor perseverancia en el estudio” (Murphy & Alexander, 2000, p.28). Es más, los estudiantes que presentan esta orientación, no sólo están preocupados por sus resultados

académicos respecto a los demás, sino que se interesan por proteger su imagen de competencia (Vermetten, Lodewijks & Vermunt, 2001).

Desde un punto de vista teórico, este efecto ocurre porque los estudiantes que presentan una orientación al aprendizaje creen que el esfuerzo y el resultado académico están relacionados, por lo que se esfuerzan y trabajan de forma constante (Vermetten, Lodewijks y Vermunt, 2001). Pero, además, un estudiante orientado al aprendizaje estudia los contenidos de la asignatura con la finalidad de comprenderlos, buscando las aplicaciones posteriores y relacionando entre sí los distintos conceptos que va adquiriendo (Kaplan & Midgley, 1997).

Por todo lo anterior, se espera una relación positiva y significativa entre la orientación al aprendizaje y el rendimiento académico.

La *orientación al resultado* surge cuando el estudiante se preocupa, principalmente, por obtener resultados positivos con el objetivo de mostrar capacidad a los demás, independientemente de las actividades que lleve a cabo para conseguir dichas metas. Esta necesidad de mostrar capacidad o competencia se manifiesta como un deseo de influenciar en el entorno, lo que le proporciona información al estudiante sobre su competencia, aspecto esencial para que éste se sienta bien (Elliot & Moller, 2003).

Los estudiantes con una orientación al resultado tienden a obtener una mejor nota, pero no necesariamente aprenden más frente a otros estudiantes con una menor orientación al resultado. Este argumento es también avalado por Elliot & Moller (2003), quienes señalan que los estudiantes con una orientación al resultado tienden a adoptar como estrategias de estudio, la memorización y la repetición de conceptos clave, que en determinadas circunstancias pueden dar lugar a resultados académicos positivos (en términos de notas), pero difícilmente a un mayor aprendizaje.

La orientación a evitar tareas puede definirse como “la preocupación por realizar el trabajo (o tarea) con el

menor esfuerzo posible” (Meece, Blumenfeld & Hoyle, 1988, p.515), y evitar llevar a cabo tareas desafiantes (Seifert & O’Keefe, 2001). Meece, Blumenfeld & Hoyle (1988) y Dupeyrat & Mariné (2005), encuentran que la orientación a evitar tareas está significativamente relacionada con el uso de estrategias de estudio superficiales, tales como la memorización. De forma similar, la orientación a evitar tareas se ha demostrado que está asociada con un rendimiento académico bajo (Harackiewics, Barron, Tauer & Elliot, 2002).

Inteligencia y aptitudes. Es necesario hacer una distinción clara entre aptitudes e inteligencia general, porque dado que el término inteligencia abarca multitud de destrezas de índole cognitiva, entre ambos conceptos no existe un aspecto diferenciador esencial. Las aptitudes constituyen, en cierta medida, una clasificación que ayuda a la descripción y comprensión del funcionamiento intelectual, siendo éstas no sólo de naturaleza mental sino también pueden ser psicomotoras.

La inteligencia y las aptitudes son las variables que con mayor frecuencia son consideradas como predictivas del rendimiento académico, ya que las tareas y actividades académicas exigen la utilización de procesos cognitivos.

La contribución de los factores intelectuales a la predicción del rendimiento académico reside más en su relativa constancia que en su eficacia. Por otra parte, la inteligencia es una potencialidad que puede cristalizar o no en el rendimiento académico, dependiendo de múltiples condiciones, entre las que destacan el aprendizaje en la temprana infancia, el medio ambiente verbal, las actitudes y el estilo de control de los padres, el clima escolar y el carácter personal, como algunos de los factores que más influencia ejercen en el desarrollo de la inteligencia y, en consecuencia, en mayor o menor medida, en el rendimiento académico de los estudiantes.

Autoeficacia académica. Bandura (1997), en su teoría de la autoeficacia, define el concepto “autoeficacia percibida” como “la evaluación que las personas hacen de sus capacidades para organizar y ejecutar

acciones requeridas para alcanzar unos determinados niveles de resultado” (p.395).

Por lo tanto, una elevada autoeficacia académica o percepción de que puede obtener un buen resultado académico por sus capacidades, provocará que el estudiante muestre un mayor interés en el trabajo académico, se proponga metas más ambiciosas, haga frente a las dificultades y acepte desafíos académicos orientados a mayor competencia, mientras que los que presenten una autoeficacia menor perseguirán un resultado académico menor, y menor empleo de recursos (Vrugt, Oort & Zeeberg, 2002; Usher & Pajares, 2006).

Quienes tienen una alta autoeficacia académica, se sienten seguros de su capacidad para afrontar las dificultades y son, además, más optimistas (Pajares, Hartley & Valiante, 2001). Esto significa que estos estudiantes no precisan demostrar una capacidad que tienen asumida, es decir, que no se puede hablar de relación entre autoeficacia y preocupación por mostrar competencia a los demás, lo que autores como Pajares, Hartley & Valiante (2001) han contrastado al no encontrar relación entre ambos.

Hábitos, estrategias y estilos de aprendizaje.

El estudio de los hábitos de estudio lleva más allá de las conductas relativamente estables que los estudiantes realizan para estudiar (entendiendo estudiar cómo aprender de forma individual). Las estrategias de aprendizaje suponen una abstracción, un conjunto de variables latentes que se apoyan en las técnicas de aprendizaje para desarrollarse y, a su vez, la repetición de éstas constituye los hábitos de estudio. Si, además, se considera el conjunto de estrategias utilizadas como un todo, se debe hablar de estilos de aprendizaje. Todo esto sin perder de vista que: el aprendizaje no es algo que se encuentra únicamente en el aula, ocurre en forma constante en cada día de nuestras vidas y no sólo comprende lo que es correcto (Woolfolk, 2015).

El rendimiento previo a la universidad. El rendimiento previo es una variable que da cuenta de la trayectoria escolar del estudiante hasta un momento determinado, entre los indicadores se encuentran las

calificaciones obtenidas en la educación secundaria y preuniversitaria, los exámenes de ingreso a la educación superior, etc. Se puede pensar que, si la medida del rendimiento anterior es adecuada, expresa el nivel de conocimientos previos que posee un estudiante. De aquí se desprende que, si un estudiante tiene buenos conocimientos previos en una materia, sus resultados académicos anteriores en dicha materia, en principio, también deben de serlo. En consecuencia, si los conocimientos previos son la base de los conocimientos futuros, el rendimiento anterior ha de influir de manera significativa en el rendimiento actual.

Los determinantes sociales, son aquellos factores asociados al rendimiento académico de índole social que interactúan con la vida académica del estudiante, cuyas interrelaciones se pueden producir entre sí y entre variables personales e institucionales. Entre ellos se tiene:

Aspectos familiares. A menudo, cuando se intenta explicar el rendimiento académico de los estudiantes se hace teniendo en cuenta la influencia directa de variables individuales (cognitivas, afectivas, etc.) y variables escolares (actuación del profesor, relaciones interpersonales, etc.), sin asumir que estas variables están enormemente influidas por factores sociofamiliares y que, por tanto, estos últimos contribuyen de forma indirecta en la explicación del rendimiento académico.

Una variable familiar que influye en los rendimientos educativos, es el nivel socioeconómico y educativo de la familia. Otra variable que influye, es el interés de la familia por la formación de sus hijos.

Resulta de suma importancia el nivel de formación del padre y el nivel de formación de la madre, influyendo significativamente en los resultados académicos. Mientras mayor percepción de apoyo hacia sus estudios tienen los hijos e hijas, se refleja en el rendimiento académico que alcanzan.

Por otra parte, el número de libros de los que dispone el estudiante en casa y la frecuencia de prensa diaria en el hogar constituyen un elemento a tener

en cuenta, también se considera la implicación de los padres en la educación de sus hijos, plasmada en la asistencia a tutorías, las horas y el lugar de estudio en la casa, la ayuda que prestan mediante discusiones que propician el saber, por la búsqueda constante de experiencias que enriquezcan un ambiente educativo, etc. Así como el acceso al Internet, contribuye a resultados académicos positivos.

Variables socio-ambientales. La ubicación geográfica de la universidad y el tipo de localidad donde el estudiante vive son variables cuyos comportamientos están asociados a la efectividad de la universidad. Siendo un predictor relevante en el rendimiento académico.

Los determinantes académicos son los componentes no personales que intervienen en el proceso educativo, donde al interactuar con los componentes personales influye en el rendimiento académico alcanzado, dentro de estos se encuentran:

Elección de los estudios según interés del estudiante. Se refiere a la forma o vía por la cual el estudiante ingresó a la carrera, si fue su primera elección, si fue por traslado de carrera o por no haber encontrado cupo en otra carrera, por ejemplo. Este indicador se encuentra solapado con los determinantes personales, pues tanto tiene que ver un asunto de orientación vocacional como con la capacidad de la universidad en la asignación de cupos, que al final lo viene a determinar la calificación alcanzada en la enseñanza preuniversitaria y las pruebas de ingreso a la educación superior.

Clima escolar. Diversos estudios sobre eficacia escolar confirman la importancia del clima escolar en el rendimiento académico de los estudiantes, sin embargo, no arrojan resultados tan positivos como cabría esperar. Esto es debido a la utilización de las calificaciones escolares y los test de rendimiento como únicos indicadores del producto escolar, obviando así otros muchos factores afectivos que se supone tendrán una relación más alta con el clima escolar. Se define clima institucional como el ambiente total de un centro educativo determinado por todos aquellos factores físicos, elementos estructurales, personales, funcionales

y culturales de la institución que, integrados interactivamente en un proceso dinámico específico, confieren un peculiar estilo o tono a la institución, condicionante, a su vez, de distintos productos educativos.

Factores psicológicos que predisponen al bajo rendimiento académico. Existen factores psicológicos y sociales que aumentan el riesgo estudiantil de bajo rendimiento académico y de fracaso en la universidad. A través del desarrollo de la competencia emocional en la comunidad educativa, es posible crear en la universidad factores protectores para un adecuado desarrollo del estudiante lo que favorece el rendimiento académico.

4. RENDIMIENTOS ACADÉMICOS EN LAS UNIVERSIDADES CUBANAS

La educación en Cuba ha tenido transformaciones que han conducido a constantes mejoras en el sistema educacional, reflejando así, una mejora continua del nivel educacional de la población cubana. Además, se ha fomentado la igualdad de derechos y un sistema educacional gratuito, garantizando el acceso a estudios superiores, lo que se traduce, también, en mejora del nivel educacional y cultural de la población.

La educación es un elemento trascendental en las políticas sociales ya que es el mecanismo más seguro para lograr sostenibilidad en el largo plazo. Por ello, es importante la regulación de las políticas económicas del gasto en educación para que se garantice el acceso, la calidad y las condiciones educativas con la finalidad de que los alumnos concluyan sus estudios de manera exitosa (Luisa, 2010 citado por Samaniego, 2019).

Según Stiglitz (2003), la teoría de la señalización considera la inversión en educación como una estrategia que utilizan los individuos en función de la capacidad informativa que les otorga sobre sus habilidades para señalizarse en el mercado laboral, permitiendo un incremento de los salarios, la productividad y finalmente un incremento de la producción nacional.

Según Moreno y Ruiz (2010), además del impacto directo de la educación en el desarrollo económico de cada nación, también el avance de la ciencia y la tecnología tiene un efecto directo de incremento en el ingreso personal. La educación también tiene un impacto potencial directo en la igualdad económica de la sociedad, mientras menor educación tenga la población de un país, en promedio, menor será el ingreso per cápita, y tal vez también esté más concentrada la distribución del ingreso nacional.

En una entrevista realizada al entonces viceministro de educación superior de Cuba, Rodolfo Alarcón en el año 2011, sobre si se plantea acercar la universidad a la economía, este responde: “Bueno no es solo a la economía, es a la sociedad. Vincular sociedad y mercado es condonar a la universidad. La universidad debe de tener un compromiso con su sociedad que no solo es el mercado, son también las necesidades sociales, es anticiparse a las necesidades de la sociedad, ese es su papel. Por lo tanto, parte de su misión es responder a las necesidades de la economía, pero no es toda la misión. Sucede que en la medida en que la economía cubana o de cualquier país necesite ampliaciones pues es lógico que la universidad, como parte de su compromiso social, pues vaya a resolver los problemas de la economía y a incrementarla con su accionar y eso es lo que estamos tratando también. Siempre hemos tratado de que el trabajo en la universidad sea pertinente, o sea que responda a las necesidades de la sociedad, aunque también sea un elemento de sugerencias y de ideas que pueden estar más allá de lo que en ese momento se piense en la sociedad”.

Cuba, tras numerosas y valiosas investigaciones, se ha insertado sólidamente, en los últimos diez años, en ese esfuerzo por la medición científica de la calidad de los servicios educativos prestados y del impacto de las políticas educativas introducidas.

Que los estudiantes universitarios tengan altos rendimientos académicos impacta positivamente en la economía del país, pues significa un alto nivel de calificación de la fuerza de trabajo que en poco tiempo saldrá al mercado laboral.

Los rendimientos académicos en las universidades se pueden utilizar como un indicador para medir la calidad del sistema educativo, pero cabe aclarar que la calidad del mismo no solo depende de dicha variable.

Se puede destacar, que los estudiantes tengan altos rendimientos impacta incluso en la motivación del colectivo de profesores, pues el resultado del trabajo de los docentes tiene que ver con la creación de un sistema de conocimientos y valores en los estudiantes, por lo que, si los estudiantes presentan altos rendimientos, los profesores se sentirán motivados. Al estar motivado el colectivo de profesores, aumenta su compromiso con la organización, sintiéndose más identificados e incidiendo en los indicadores de desempeño de la entidad de manera positiva. Los trabajadores de la universidad también se verán influenciados positivamente de manera un poco más indirecta. Esto último se debe al prestigio que tendría la universidad en la cual trabajan al conformarse por estudiantes de altos rendimientos (Bruns & Luque, 2015).

Según Garbanzo (2007), los estudios del rendimiento académico en la educación superior parecen ser en la coyuntura mundial actual aún más valiosos, debido al dinamismo que experimenta el sector universitario en el marco de una sociedad caracterizada por el rápido avance del conocimiento, la fluidez en la transmisión de la información y los cambios acelerados en las estructuras sociales. En ese contexto adquiere valor la calificación del capital humano y ello va en estrecha vinculación con los resultados e investigaciones sobre el rendimiento académico de los estudiantes universitarios.

A pesar de que Cuba es un país subdesarrollado, se puede afirmar que la fuerza de trabajo tiene una alta capacidad y nivel de calificación, proporcionado fundamentalmente por la formación académica que se fomenta en las universidades cubanas y enseñanzas, en sentido general. No obstante, los altos niveles de calificación de la misma sobrepasan la capacidad de absorción de la economía cubana, es decir, se forma más fuerza de trabajo que la que realmente se es capaz de emplear de manera óptima.

Contar con fuerza de trabajo calificada, impacta positivamente en la economía de un país, pues se logra potenciar el elemento más dinámico e importante de las fuerzas productivas que interviene en el proceso de producción de la riqueza material y espiritual de la sociedad, permitiendo un incremento de la eficiencia y la productividad.

Uno de los elementos positivos de la enseñanza universitaria cubana lo constituye la estrategia encaminada a consolidar la triada universidad-innovación-producción. En el esquema de funcionamiento de las empresas pertenecientes al polo científico como las de biotecnología, es donde se puede apreciar mejor esta relación donde la universidad juega un papel importante en la formación de la fuerza de trabajo con la capacidad de innovar y aportar al desarrollo del proceso productivo.

Según Samaniego (2019), una educación de calidad, provocaría un incremento del conocimiento expresado a través del desarrollo de la tecnología. La educación actual no genera la aplicación de conocimientos suficiente para influenciar en la producción a través de la generación de nuevas tecnologías. Tales hechos llevan a un incremento productivo, pero no sostenible a corto plazo, ya que los retornos educativos se muestran en la producción nacional cuando los alumnos terminan sus estudios y sean protagonistas de los incrementos en la producción nacional y en el bienestar económico de todos.

Por otro lado, el desarrollo de la fuerza de trabajo no deviene perfeccionamiento de los medios de producción. La universidad potencia uno de los elementos más importantes, la fuerza de trabajo, pero eso no necesariamente se traduce en un desarrollo tecnológico. Para que haya un resultado económico completamente positivo se tienen que desarrollar ambos elementos. En este sentido, Cuba no ha podido avanzar lo necesario en el proceso de industrialización de la economía, y, por tanto, el equipamiento tecnológico que poseen los centros educativos de la enseñanza superior es muy inferior al deseado.

Es necesario analizar la evolución de los rendimientos académicos en cualquier universidad. Ello permite ver las principales variables que afectan al rendimiento académico, y encontrar soluciones que permitan mejorar la calidad del proceso de aprendizaje, y con ello, formar fuerza de trabajo capacitada para contribuir al desarrollo de la economía del país. Por tanto, se recomienda, bajo esta lógica de investigación, continuar estudiando cómo se manifiestan los rendimientos académicos en las universidades cubanas, ampliando el análisis a cada una de las facultades, y dentro, de cada una de las asignaturas impartidas.

5. CONCLUSIONES

La economía de la educación es la disciplina que estudia las leyes que regulan la producción, la distribución y el consumo de bienes y servicios educativos, es decir, de los productos propios de la actividad educativa, partiendo de la base que mientras las necesidades humanas son ilimitadas, los recursos son limitados, por lo que es preciso administrar esos recursos escasos.

El rendimiento académico se define como la relación entre el proceso de aprendizaje, que comprende factores que influyen en el individuo, y el resultado que se obtiene de él, es decir, la nota esperada.

La motivación, inteligencia y aptitudes, autoeficacia académica, hábitos, estrategias y estilos de aprendizaje, aspectos familiares, variables socio-ambientales, rendimiento anterior, clima escolar y factores psicológicos que predisponen el bajo rendimiento académico, son algunos de los factores que determinan el rendimiento académico de los estudiantes universitarios y que son importantes para analizar la situación del estudiante.

Los altos rendimientos educativos sirven como un indicador de calidad del sistema educacional, así como factor motivacional para el colectivo de profesores y trabajadores de manera general, contribuyendo al desempeño organizacional.

Desde el punto de vista económico, altos rendimientos educativos significan un alto nivel de calificación de la fuerza de trabajo capaz de innovar y aportar al desarrollo del proceso productivo eficiente.

REFERENCIAS

- Acuña, H. (2012). La historia de la economía. Desde Platón hasta los romanos. *Revista Logos Ciencia & Tecnología*, 4(1), 82-95.
- Aguilar-Barreto, A., Velandia-Riaño, Y. R., Aguilar-Barreto, C. P. & Rincón Álvarez, G. (2017). Gestión educativa: tendencias de las políticas públicas educativas implementadas en Colombia. *Revista Perspectivas*, 2(2), 84-94. <https://doi.org/10.22463/25909215.1331>
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: N.H. Freeman.
- Bigi, E., García Romero, M. & Chacón, E. (2018). Cultura institucional y su impacto en las prácticas de lectura y escritura en la universidad. *Revista Perspectivas*, 3(2), 46-59. <https://doi.org/10.22463/25909215.1588>
- Blandón, E. (2017). *Análisis de los factores que inciden en el bajo rendimiento académico en el módulo formativo de inglés de la cualificación de atención al cliente y recepción hotelera I en la Escuela Nacional de Hotelería y Turismo del Instituto Nacional Tecnológico en el primer semestre del año 2016*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional autónoma de Nicaragua, Managua, Nicaragua.
- Bruns, B. & Luque, J. (2015). *Profesores excelentes. Cómo mejorar el aprendizaje en América Latina y el Caribe*. Washington: Publicaciones de la Serie del Foro sobre Desarrollo de América Latina.
- Chadwick, C. (1979). Teorías del aprendizaje y su implicancia en el trabajo en el aula. *Revista de Educación*, 70(1), 35-46.
- Chong, E. (2017). Factores que inciden en el rendimiento académico de los estudiantes de la Universidad Politécnica del Valle de Toluca. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 47(1), 91-108. <http://www.redalyc.org/pdf/270/27050422005.pdf>
- Díaz R., F. (1995). La predicción del rendimiento académico en la universidad: un ejemplo de aplicación de la regresión múltiple. *Enseñanza*, 13, 43-61.
- Dupeyrat, C. & Mariné, C. (2005). Implicit of intelligence, goal orientation, cognitive engagement, and achievement: A test of Dweck's model with returning to school adults. *Contemporary Educational Psychology*, 30, 43-59.
- Elliot, A.J. & Moller, A.C. (2003). Performance-approach goals: good or bad forms of regulation. *International Journal of Educational Research*, 39, 339-356.
- Garbanzo, G. (2007). Factores asociados al rendimiento académico en estudiantes universitarios, una reflexión desde la calidad de la educación superior pública. *Revista Educación*, 31(1), 42-63.

- Grao, J. & Ipiña, A. (1996). Apuntes históricos de la relación entre economía y educación. En: J. Grao & A. Ipiña. (Coords.). *Economía de la educación* (pp. 11-28). San Sebastian: Gobierno Vasco.
- Harackiewicz, J.M., Barron, K.E., Tauer, J.M. & Elliot, A.J. (2002). Predicting success in college: A longitudinal study of achievement goals and ability measures as predictors of interest and performance from freshman year through graduation. *Journal of Educational Psychology*, 94, 562-575.
- Kaplan, A. & Midgley, C. (1997). The effect of Achievement Goals: Does Level of Perceived Academic Competence Make a Difference? *Contemporary Educational Psychology*, 22, 415-435.
- Maquilón, J.J. & Hernández, F. (2011). Influencia de la motivación en el rendimiento académico de los estudiantes de formación profesional. *Revista electrónica interuniversitaria de formación del profesorado*, 14(1), 81-100.
- Marks, R.B. (2000). Determinants of Student Evaluations of Global Measures of Instructor and Course Value. *Journal of Marketing Education*, 22(2), 108-119.
- Meece, J.L., Blumenfeld, P.C. & Hoyle, R. (1988). Students' Goal Orientations and Cognitive Engagement in Classroom Activities. *Journal of Educational Psychology*, 80, 514-523.
- Mincer, J. (1974). *Schooling, experience and earnings*. Cambridge MA: National Bureau of Economic Research. <https://www.nber.org/books/minc74-1>
- Monsalve Maldonado, J. I. & Barrientos Monsalve, E. J. (2017). Formación para la gerencia del docente en la promoción y desarrollo de una cultura ambientalista. *Mundo FESC*, 7(13), 98-105. <https://www.fesc.edu.co/Revistas/OJS/index.php/mundofesc/article/view/108>
- Moreno, J. L. (1998). *Economía de la educación*. Madrid: Pirámide.
- Murphy, P.K. & Alexander, P.A. (2000). A motivated exploration of motivation terminology. *Contemporary Educational Psychology*, 25, 3-53.
- Navarro, R.E. (2003). El rendimiento académico: concepto, investigación y desarrollo. *Revista electrónica iberoamericana sobre calidad, eficacia y cambio en la educación*, 1(2). <http://www.Regresode%20de%20Colombia/Bibliografia/5354-11069-1-PB.pdf>
- Oosterbeek, H. (1992). *Essays on Human Capital Theory* (Tesis doctoral). University of Amsterdam, Amsterdam, Nederland.
- Ordaz, A. & García, O. (2018). El estudio del rendimiento académico en nivel universitario. Aproximaciones al estado del conocimiento. *Octava Conferencia latinoamericana sobre el abandono en la Educación Superior. Ponencias de Congresos Clabes*. Panamá. <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/clabes/article/view/1962>
- Pajares, F., Hartley, J. & Valiante, G. (2001). Response Format in Writing Self-Efficacy Assessment: Greater Discrimination Increases Prediction. *Measurement and Evaluation in Counseling and Development*, 33(4), 214-221.
- Psacharopoulos, G. & Patrinos, H. A. (2004). Returns to Investment in Education: A Further Update. *Education Economics*, 12(2), 11-134. <https://doi.org/10.1080/0964529042000239140>
- Reyes, Y. N. (2003). *Relación entre el rendimiento académico, la ansiedad ante los exámenes, los rasgos de personalidad, el autoconcepto y la assertividad en estudiantes del primer año de psicología de la UNMSM*. (Tesis de pregrado). Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú. http://www.cybertesis.edu.pe/sisbib/2003/reyes_ty/html/index-frames.html
- Samaniego, K. (2019). *Análisis del gasto público en educación y su impacto en la producción económica entre los años 2000-2015*. (Tesis de pregrado). Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador.
- Schultz, T. (1963). *The Economic Value of Education*. New York: Columbia University Press.
- Seifert, T. L. & O'Keefe, B. A. (2001). The relationship of work avoidance and learning goals to perceived competence, externality and meaning. *British Journal of Educational Psychology*, 71, 81-92.
- Smith, A. (1958). *Una investigación sobre la naturaleza y causas de la riqueza de las naciones*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Solano, L.O. (2015). *Rendimiento académico de los estudiantes de secundaria obligatoria y su relación con las aptitudes mentales y las actitudes ante el estudio*. (Tesis doctoral). Universidad Nacional de Educación a Distancia, Madrid, España. <http://e-socio.uned.es/fez/view/tesisuned:Educacion-Losolano>
- Stiglitz, J. E. (2003). *La economía del sector público*. Alcalá: Antoni Bosch.
- Tonconi, Q. J. (2010). Factores que influyen en el rendimiento académico y la deserción de los estudiantes de la Facultad de Ingeniería Económica de la UNA- PUNO. *Revista electrónica de Educación y Desarrollo*, 2(11). <http://www.eumed.net/rev/ced/11/jtq.htm>
- Usher, E.L. & Pajares, F. (2006). Sources of academic and self-regulatory efficacy beliefs of entering middle school students. *Contemporary Educational Psychology*, 31, 125-141. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2005.03.002>
- Vermetten, Y.J., Lodewijks, H.G. & Vermunt, J.D. (2001). The Role of Personality Traits and Goal Orientations in Strategy Use. *Contemporary Educational Psychology*, 26, 149-170.
- Vrugt, A., Oort, F.J. & Zeeberg, C. (2002). Goal orientations, perceived self-efficacy and study results amongst beginners and advanced students. *British Journal of Educational Psychology*, 72, 385-397.
- Woolfolk, A. (2015). *Psicología educativa*. Madrid: Prentice hall.

MICROCRÉDITOS, FINANCIAMIENTO ALTERNATIVO EN PYMES MEXICANAS: REVISIÓN DE EVIDENCIA RECIENTE

MICROCREDIT, ALTERNATIVE FINANCING IN MEXICAN SMEs: RECENT EVIDENCE REVIEW



¹Levit De los Santos

²Candelaria Guzmán Fernández

³Germán Martínez-Prats

^{1,2,3}Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), Villahermosa Tabasco, México.

Recibido: 12/11/19 Aprobado 20/01/2020

RESUMEN

Se realiza una revisión literaria y análisis teórico conceptual del microcrédito otorgado por microfinancieras, para establecer la factibilidad del instrumento como fuente alternativa de financiamiento a las pymes, características, ventajas y desventajas. Se utilizó una metodología teórico exploratoria, los resultados muestran la importancia de las pymes en el sector económico mexicano, analizamos características de microfinanzas y microcréditos, determinamos ventajas como: El Estado como dispersor del riesgo, distribución geográfico territorial, condiciones de acreditación, servicios, trámites, e incremento del ahorro y financiamiento y las desventajas siguientes: tasas de interés, modelo de microcrédito y evidencia empírica. Se recomienda el uso en el corto plazo como instrumento de inclusión al sistema financiero, para generar condiciones para el acceso al sistema bancario tradicional en el mediano o largo plazo; esta investigación tiene como limitante el ser una investigación teórica, pero susceptible de profundización. Se determina la viabilidad de uso e importancia del microcrédito para la sobrevivencia de las pymes.

Palabras clave: pymes, microcrédito, microfinanzas, microfinancieras.

ABSTRACT

A literary review and theoretical conceptual analysis of microcredit granted by micro financial institutions is carried out to establish the feasibility of the instrument, as an alternative source of financing for SME, characteristics, advantages and disadvantages. An exploratory theoretical methodology was used. The results show the importance of SME in the Mexican economic sector. We analyze characteristics of Microfinance and Microcredits, we determine advantages such as: The state as disperser of risk, geographical distribution, conditions of accreditation, services, procedures, and increase of savings and financing and the following Disadvantages: Interest rates, microcredit model and empirical evidence. It is recommended the use in the short term as an instrument of inclusion to the financial system, to

¹Levitdelossantos@gmail.com, Orcid: 0000-0003-0772-8750

²candyguzmanf@hotmail.com, Orcid: 0000-0002-6144-7397

³germanmtzprats@hotmail.com, Orcid: 0000-0001-6371-448X

generate conditions for access to the traditional banking system in the medium or long term, this research has as limiting to be a theoretical investigation being susceptible to deepening. The viability of use and importance of Microcrédito for the survival of SME is determined.

Keywords: *pymes, SMEs, Microcredit, Microfinance, Microfinance.*



1. INTRODUCCIÓN

Una de las principales problemáticas de desarrollo de las micro, pequeñas y medianas empresas (pymes), es la dificultad de acceso al financiamiento a través de los sistemas financieros.

De acuerdo a Lecuona (2009) “Desde el punto de vista de las instituciones bancarias, la baja canalización del crédito a las pymes obedece a un conjunto de factores de tipo estructural” (pp. 79-82), dificultando el acceso al crédito ante estas instituciones.

Así mismo Clavellina Miller (2013) nos indica que “Los mayores riesgos que enfrentan las pymes para sobrevivir explican las mayores tasas de interés que tienen que pagar por los créditos que requieren” (p. 25), por lo que los costos financieros para las pymes es mayor que para las grandes empresas.

Tomando en cuenta estos planteamientos y las dificultades para el financiamiento a este sector en particular, el objetivo de este trabajo es realizar una revisión de la literatura y el análisis teórico conceptual acerca del microcrédito otorgado por microfinancieras, para establecer la factibilidad de este tipo de instrumento financiero, como fuente alternativa de financiamiento a las pymes, así como las ventajas, desventajas, características, limitaciones y determinantes de otorgamiento. En este sentido consideraremos a los microcréditos una alternativa para el financiamiento del sector antes mencionado, que en ocasiones no son utilizados por falta de conocimiento o por las políticas discriminatorias de género, que la mayoría de las instituciones tienen en relación a los prospectos de crédito, ya que se considera a las mujeres como candidatas más factibles de financiamiento.

Al realizar investigaciones acerca de las microfinancieras o los microcréditos, nos lleva a hacer una sustancial revisión de los diferentes, aunque limitados enfoques sobre los que fueron hechos estudios de estas organizaciones y estos sistemas de financiamiento. Cabe aclarar que de acuerdo a Camacho (2010) “suele confundirse los conceptos de microcrédito y microfinanzas, cuando hay una marcada diferencia entre ambos” (p.64). Contextualizando funcionamientos, alcances, limitaciones, ventajas, desventajas, mecanismos, riesgos y problemas o soluciones, que desarrollan elementos a través de los cuales se realizaron investigaciones.

Se efectuaron diversos estudios enfocados en determinar la evolución del microcrédito desde sus orígenes, otros enfoques se orientaron en analizar el origen de los recursos objetos de crédito y manejo por parte de las instituciones, dentro de estos estudios destacan aquellos que analizan la participación del Estado como una entidad oferente de recursos para estas Organizaciones No Gubernamentales (ONG), a través de las cuales se busca detonar la economía por la inyección de recursos de la banca de desarrollo, de igual manera algunos autores como Briozzo, Vigier, Castillo, Pesce & Speroni (2016) estudiaron si el tamaño y la forma legal de las empresas influyen en sus decisiones de endeudamiento.

Se estudiaron también las perspectivas de análisis en cuanto a la viabilidad del funcionamiento, y la correcta administración de las microfinancieras; la misma evolución las obligó a buscar mecanismos que les ayuden a subsistir y mantenerse en los mercados, ya que en ellas se presentaron problemáticas similares a

las enfrentadas por el sector financiero, relacionadas con las tasas de recuperación de los créditos otorgados, los riesgos y costos de esta recuperación denominados costos operativos, o la factibilidad de la elevación de las tasas de interés de los préstamos, lo que aun, cuando contribuiría a la reducción de costos operativos, limitaría el crecimiento o rentabilidad de las mismas. O que decir de los análisis realizados de acuerdo a los sujetos de créditos y sus clasificaciones para la asignación de los mismos por parte de las ONG; la limitación de los estudios, deriva de la informalidad de los sujetos de crédito, lo que se observa en la poca o nula información de registros contables de inversión, ingresos y costos.

De acuerdo al Reporte de Inclusión Financiera 2016, “El 73.3% de las pymes en México son informales, por tanto el universo de pymes que podrían obtener un crédito se reduce sustancialmente” (Consejo Nacional de Inclusión Financiera, 2016, p.110).

Al igual, otro de los temas relevantes y que no ha podido ser analizado completamente por la carencia de información al respecto, es el impacto social y la contribución en el desarrollo de las comunidades o regiones en las que estas participan activamente, ya que no se cuentan con mecanismos para validar realmente el uso o aplicación de los créditos a los destinos para los que son determinados, que consisten en aplicar el monto del crédito en inversiones en negocios, o si su aplicación contribuye como un paliativo de los gastos familiares, uso que posteriormente pueda generarles problemas al momento de tener que hacer frente a los pagos para amortizar la deuda adquirida, por lo que realizaremos la exploración de los artículos de corte científico a través de las diferentes bases de datos que contribuyan al logro del objetivo que en este artículo se pretende.

La estructura de este estudio es la siguiente: la segunda sección presenta la justificación teórica del trabajo y una recopilación de la literatura más relevante sobre el tema. En la sección tres, se delinea la base metodológica seguida en esta investigación. En la cuarta sección se muestran los resultados derivados de la investigación. Finalmente, en la sección cinco se presenta la discusión y conclusiones de este trabajo.

2. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

Haciendo un primer acercamiento en la revisión bibliográfica estableceremos:

Que el término pyme y la clasificación de la cualharemos uso, nos indica, que de acuerdo al número de empleados y monto de ingresos anuales en millones de pesos (mdp) consideraremos microempresas, aquellas que tengan a su personal en un rango de 0 a 10 personas y un ingreso hasta \$4 (mdp). Pequeña empresa, aquellas que cuenten con un rango entre su personal de 11 a 50 e ingresos desde \$4.01 hasta 100 (mdp). Por último, a las empresas que cuenten con un rango de personal de 51 a 250 personas o ingresos anuales desde \$100.1 hasta \$250 (mdp) serán consideradas mediana empresa, en cualquiera de los tres sectores económicos: industria, servicios y comercio, los términos anteriormente referidos son los proporcionados por el Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (Inegi, 2009, pp.12-13).

Las pymes juegan un papel esencial en la economía de México. De acuerdo al censo económico del 2014 del Inegi, existen 4.2 millones de pymes representando el 99.8% de las empresas, contribuyendo con el 71.4% del empleo y el 50.6% de los ingresos de las empresas. A pesar de su importancia solo reciben el 11.1% de la cartera de crédito de la Banca Múltiple. (Consejo Nacional de Inclusión Financiera, 2016, p.106)

Considerando la relevancia que para las empresas tiene el financiamiento, Lecuona (2009) nos indica que “Los bancos comerciales y de desarrollo son las principales fuentes de fondos institucionales para las pymes” (p.77). Y Clavellina Miller (2013) menciona que “las instituciones bancarias juegan un papel muy importante en el financiamiento a las actividades productivas de las empresas pequeñas y medianas, que son las principales generadoras de empleo” (p.19). Y aun con la importancia que este sector tiene en la economía nacional existe muy poca canalización del crédito bancario con respecto al Producto Interno Bruto (PIB), y se presentan determinadas problemáticas correspondientes a las dificultades para el otorgamiento de crédito.

Las altas tasas de interés cargadas a las pequeñas empresas, y el hecho de que la banca de desarrollo asumió criterios de desarrollo comerciales de eficiencias y criterios de los *Acuerdos de Basilea II*, que hacen que esta se concentre en las grandes operaciones, desincentiva el crédito a las pequeñas empresas (Ortiz, Cabello & Jesús, 2009).

Aunado a lo anterior, Lecuona (2009) en el agregado, enfrenta el financiamiento de la actividad empresarial. Posteriormente, se presenta un bosquejo de la estructura institucional del sistema financiero mexicano, se resalta la importancia de la banca múltiple y de la banca de desarrollo en el otorgamiento de crédito a las Pymes. Se analiza la participación de los principales bancos en el crédito a las empresas y su concentración, así como las razones, desde la perspectiva bancaria, para la baja canalización de recursos a las Pymes. En la tercera parte, se visualiza la estructura del financiamiento de las Pymes y, específicamente, la aplicación del crédito bancario. Se presta especial atención a los factores desvinculantes de las Pymes y la banca, desde el punto de vista empresarial, y se valora la consistencia y complementariedad entre esta perspectiva y la bancaria. Por último, se presentan las principales lecciones de la reciente experiencia mexicana y algunas conclusiones que pudieren contribuir a la evaluación y retroalimentación de las políticas públicas. i nos indica que desde la perspectiva de las instituciones bancarias, la baja canalización del crédito a las pymes obedece a un conjunto de factores de tipo estructural, entre los que destacan: alta mortalidad inherente a las pymes, falta de información confiable sobre las empresas, altos costos transaccionales, información asimétrica y selección adversa, daño moral, dependencias de esquemas de crédito basados en las garantías, deficiencia del sistema jurídico, pérdida de relaciones bancos-empresas, estructura de mercado con poca competitividad e información opaca al consumidor, costos elevados del crédito a pymes que contrae su demanda, la informalidad extendida y creciente en la economía. Estos y otros factores dificultan el otorgamiento de crédito a este sector y de alguna manera constituye una de las razones por las cuales las pymes tienen que acceder a otros tipos de financiamiento que puedan contribuir al desarrollo de sus operaciones.

La interconectividad global y los enfoques económicos globalizados generaron cambios en los esquemas de competitividad a los que estaba acostumbrada la banca comercial, lo que obligó a realizar cambios e innovaciones con la finalidad de mantener a sus clientes tradicionales. Este acercamiento de los oferentes de financiamiento en su mayoría representado por grandes corporaciones, que utilizan el desarrollo tecnológico como plataforma de acercamiento con los sectores demandantes, son una gran oportunidad para los microempresarios para apuntalar el progreso de su desarrollo como entes empresariales (Camino & Lara, 2004).

Los cambios actuales de los esquemas de control por parte del Estado, derivados de las recurrentes crisis bancarias, cambiarias y bursátiles, que incitaron a una nueva arquitectura financiera, activada por la intermediación privada, misma que ignoró la naturaleza incompleta de los mercados emergentes y la desigualdad social, impidiendo que mecanismos de ahorro y financiamiento lleguen a estratos sociales bajos y a las pequeñas empresas. Sin embargo, como una respuesta innovadora a las reformas establecidas ha sido el desarrollo reciente de las microfinanzas, cuyos intermediarios orientan sus operaciones hacia sectores de bajos ingresos, impulsando con microcréditos inversiones reales. (Ortiz, Cabello & Jesús, 2009).

Como nos indica un estudio realizado por Women's World Banking, (2014).

Las actuales regulaciones establecen que los proveedores de servicios financieros que ofrecen préstamos clasificados como créditos para la microempresa, a clientes sin historial de crédito, deben mantener una reserva para préstamos del 100%. Sin embargo, si el préstamo es clasificado como un préstamo de consumo, no son necesarios requisitos de reserva, haciendo mucho más fácil y atractiva para las instituciones bancarias la oferta de créditos de consumo. Esta política promovió, sin quererlo, el mayor crecimiento de la financiación de consumo, inhibiendo al mismo tiempo el desarrollo del crédito para la microempresa. (p.7)

Al realizar investigaciones acerca de las microfinancieras o los microcréditos, nos lleva a hacer una sustancial revisión de los diferentes, aunque limitados, enfoques sobre los que fueron hechos estudios de estas organizaciones y estos sistemas de financiamiento. Cabe aclarar que de acuerdo a Camacho Beas (2010) “suele confundirse los conceptos de microcrédito y microfinanzas, cuando hay una marcada diferencia entre ambos” (p.64). Por lo cual realizaremos la revisión de la literatura para referirnos de manera correcta a estos conceptos que forman parte importante de los objetivos de esta investigación.

En este tenor algunos autores que abordaron el tema, en relación al desarrollo histórico de las microfinanzas, dentro de sus investigaciones, como es el caso de Camino & Lara (2004); Marbán (2008); Romero-Alvarez, Arenas-Sosa, Carrillo-Cantino & Vergara-Bocanument (2011), realizaron análisis importantes en cuanto a los orígenes de este sistema de financiamiento y sus características principales, desde su creación hasta la evolución en la actualidad.

Contextualizaremos el término de microfinanzas que define Mballa (2017), como “Prestación de servicios financieros a personas o grupos cuyo acceso a los sistemas bancarios tradicionales es limitado o inexistentes en virtud de su condición socioeconómica: actores con bajos niveles de ingresos, considerados como clientes no confiables de los bancos” (p.111).

Otros autores definen a las microfinanzas como:

El conjunto de actividades financieras y bancarias, tales como crédito, ahorro, seguros, hipotecas, etc., dirigidas a personas de escasos recursos y que tienen imposibilitado el acceso a los servicios financieros, con el objetivo de salir del estado de pobreza en el que se encuentran mediante la realización y ejercicio de una pequeña actividad empresarial. (Camino & Lara, 2004, p.85)

Definiremos entonces a las *microfinanzas* como el conjunto de servicios financieros destinados a personas excluidas del sistema bancario formal por su capacidad de pago y riesgo financiero.

Entendiendo la diferencia existente en los conceptos de microfinanzas y microcrédito realizaremos la conceptualización del microcrédito como “un pequeño préstamo otorgado a personas pobres que no pueden acceder a los préstamos que otorga un banco tradicional o convencional” (Mballa, 2017).

Existe una determinante de la evolución que ha existido de los microcréditos, razón a la cual puede deberse la confusión que concurre entre ambos conceptos, esto puede deberse a que “Los microcréditos han ido evolucionando a lo largo del tiempo, hasta conseguir ampliar el concepto a lo que se conoce como microfinanzas, es decir, ahorros, seguros, pequeñas operaciones de leasing, etc.” (Marbán, 2008, p.258).

En las definiciones antes descritas, podemos determinar la diferencia existente en los dos conceptos, ya que podemos observar que el microcrédito está inmerso solo como una parte, aunque no por ende menos importante, de un sistema integral de servicios financieros que brindan las microfinanzas, conceptos que aun cuando generaran sustanciales investigaciones, en relación a los beneficios que crea en el sector de financiamiento de las pymes, también se ha puesto en duda tales bondades, debido a la falta de estudios que ayuden a determinar el uso correcto de dicho beneficio, ya sea por microcréditos o servicios financieros diferenciados o complementarios al mismo, en virtud de este sector empresarial, porque no puede ser comprobado el uso efectivo de los recursos para los que se destina el monto otorgado.

Retomando las definiciones, describiremos que son las microfinancieras, para poder entender correctamente las funciones que juegan en la distribución de los servicios, las que generan un área de oportunidad de las empresas al financiar sus operaciones (Hidalgo-Celarié, Altamirano-Cárdenas, Zapata-Martelo & Martínez-Corona, 2005). En este sentido, se denominan microfinancieras a las instituciones que ejecutan actividades de microfinanciamiento.

Se pueden distinguir tres tipos de instituciones microfinancieras (IMF) según Ledgerwood, (2000),

1) instituciones financieras formales: que se caracterizan por ser públicas o privadas sujetas a supervisión y regulaciones estatales que atienden los estándares y recomendaciones de Basilea. 2) Instituciones financieras semi formales: instituciones que no están reguladas por supervisoras bancarias, pero sí registradas y supervisadas por otras instituciones gubernamentales. 3) Intermediarios financieros informales: entidades financieras que operan en ámbitos sin supervisión o regulación.

En nuestro caso de estudio tomaremos como referencia las instituciones formales y las semiformales, ya que estas se apegan más al contexto del estudio y a las dificultades por escases de la información de los intermediarios financieros informales.

Como señala Marbán (2008), “los microcréditos pueden desarrollar un papel para aliviar la pobreza y la desigualdad social, tanto en los países en vías de desarrollo como en los países desarrollados”. Con esta justificación, los mecanismos para acercar recursos financieros a los más necesitados o carentes de condiciones para acceder a los mercados formales de fuentes de financiamientos para iniciar negocios, o carentes de elementos que les permitan ser por lo menos considerados como posibles prospectos de créditos que les sean de utilidad para mantener o acrecentar sus negocios, que en la mayoría de los casos son informales o desregulados, surgen conclusiones generalizadas , “que si bien las microfinanzas pueden ser importantes, su impacto se reduce cuando no vienen acompañadas de otras medidas” (Cotler & Rodríguez-Oreggia, 2010, p.67).

De la misma forma se buscó a través de distintos estudios determinar el impacto en el desarrollo económico de las regiones (Aguilar, 2013; Aroca & Hewings, 2009; Camacho Beas, 2010; Culshaw, 2013; Hidalgo-Celarié, Altamirano Cárdenas, Zapata Martelo & Martínez Corona, 2005; Roberts, 2003; Sampayo Paredes & Hernández Romero, 2008; Mballa, 2017). Así mismo, existen contraposiciones por las dificultades existentes en la medición del impacto que generan en las economías que resultan críticas recurrentes en los estudios debido a la dificultad de determinar, que tanto del recurso que se obtiene a través de

este medio de financiamiento realmente es destinado únicamente para la inversión (Marbán, 2008).

Existe por parte del Estado la necesidad de desarrollar las regiones productivas, con la finalidad de elevar el nivel de vida de la población, y esto es parte del trabajo de la banca de desarrollo, sin embargo la participación del sector privado en este entorno, y el interés de las instituciones del sector financiero tradicional, era limitado a las grandes empresas que presentaban garantías, en la mayoría de los casos prendarios, o las personas que se encontraran en todo momento en el sector formal, ya que se consideraba que solo estas tenían la capacidad de pagar, o en su caso de ahorrar, debido a que se suponía que los pobres no podían ahorrar porque sus recursos apenas les alcanzaban para sobrevivir.

Las microfinancieras tuvieron una decisión atinada al considerar que los pobres podrían ser grandes clientes, generando mecanismos basados en la información del negocio del microempresario, información que es recabada por los “oficiales de crédito”, y que no se basa en la consideración de garantías prendarias o monetarias, dicha información es analizada por los comités de crédito, donde es examinada su capacidad de pago y la voluntad de hacerlo, así como evitar sobre endeudar al cliente, generando una cuota progresiva al realizar la liquidación de los créditos y de esta manera demostrar la confiabilidad (Martín, 2007, p.100).

De la misma forma, algunos estudios se están realizando en el contexto del mecanismo de obtención de los recursos por parte de las microfinancieras, lo que llevó a analizar la participación que tiene el Estado en este contexto (Castillo Polanco & Sansores Guerrero, 2009; Ortiz, Cabello & Jesús, 2009).

En la determinación de los microcréditos como fuente viable de financiamiento, consideraremos lo que nos indican Unseta Satrustegui & Gutiérrez Goiria (2009). “Muchos sistemas financieros locales presentan claras deficiencias para cumplir con su misión, limitando el acceso de amplios sectores de la población a diversos servicios financieros, está detrás de los

esfuerzos desplegados durante las tres últimas décadas mediante programas de microfinanzas” (p.170).

Es conveniente determinar la diferencia existente en los microcréditos y los créditos convencionales; dichas diferencias nos las indica Mballa (2017): “Esen-
cialmente las diferencias pueden agruparse en tres
áreas: metodología crediticia, integración de la cartera
de préstamos y características institucionales” (p.118).

Ya hemos mencionado anteriormente, las dificultades de acceso al financiamiento a través del sistema bancario para las pymes, y, de la misma manera cuales son las razones por las cuales, en la actualidad, el sistema de las microfinanzas tiene tanta aceptación como fuente de desarrollo de las regiones, y basados en el hecho de que la finalidad de los servicios otorgados tiene como objetivo el financiar emprendimientos, que permitan detonar la reducción de la pobreza o en su caso para personas que tienen micro o pequeños negocios, consideraremos algunos casos de éxito que permitan determinar las ventajas que a las pymes les brinda este tipo de servicios financieros, y de la misma manera presentaremos cuales son las desventajas de los mismos.

Podremos determinar como una ventaja el hecho de que el Estado disperse créditos a través de la figura de las microfinancieras ya que de esta manera se disminuye la prima de riesgo, al prestar a los sectores de menor ingreso, o en su caso desaparecer los problemas de riesgo que limitan el acceso a las pymes, y si este subsidio se traslada al microempresario a manera de menores tasas de interés, que tiendan a acercarse a los que pagan en otros sectores de la economía, impulsaría condiciones de acceso al crédito que aliviarían, al menos en relación al costo de crédito, las presiones competitivas de los micronegocios (Castillo Polanco & Sansores Guerrero, 2009).

Como ventaja adicional, podemos presentar los elementos que distinguen a las IMF de las tradicionales instituciones bancarias, dentro de estos elementos destacamos, la introducción de contratos crediticios basados en préstamos grupales, el uso de incentivos

dinámicos, y la constante innovación de técnicas para medir los riesgos crediticios. (Cotler & Rodríguez-Oreggia, 2008).

Otra de las ventajas planteadas en un caso de estudio llevada a efecto por Sampayo Paredes & Hernández Romero (2008): “Es posible sostener que las microfinanzas contribuyen a la formación de una cultura empresarial en las personas que las emplean, sobre todo en el estatus fiscal del negocio y en la reinversión de las utilidades” (p.164).

De acuerdo al reporte generado por (ProDesarrollo, 2016). En el periodo 2015-2016: “Se está atendiendo a los microempresarios a través de 3 mil 363 sucursales permitiendo la atención en un 92% de los municipios del país, y consideración la cobertura territorial que proporcionaron las 82 IMF participantes con Pro-Desarrollo” (p.26). Podemos determinar una ventaja más al hecho de la cercanía con la atención de los demandantes en relación a la cobertura geográfica, comparando estos datos con los datos proporcionados en el Consejo Nacional de Inclusion Financiera (2016) que nos indica que el crédito popular y su cobertura en relación al número de municipios, está distribuida de la siguiente manera: la banca múltiple cuenta con una cobertura del 99.7% de los municipios, seguido por la Sociedad Cooperativa de Ahorro y Préstamo (Socap) 89.1%, Sociedad Financiera Popular (Sofipo) 66.3% y banca de desarrollo 37.8%. Haciendo la aclaración de que se realiza la comparación con el crédito popular, debido a que el objetivo de las microfinancieras es el sector popular, aun cuando para el caso concreto de este estudio se toma como destino de recursos a las pymes.

De acuerdo a la Comisión Nacional de Usuarios Financieros (Condusef), quien en su página de internet brinda información acerca de algunas instituciones microfinancieras, detallando sus características y montos de créditos disponibles para ser otorgados a micronegocios, con requisitos mínimos como son: identificación oficial, comprobante de domicilio, Clave Única de Registro Poblacional (CURP), referencias (personales y comerciales), aval y/o garantía prendaria.

Las características y condiciones de los créditos y las instituciones las podemos resumir mejor en una tabla (ver Tabla 1).

TABLA 1

Créditos otorgados por las Sociedades Financieras de Objeto Múltiple (Sofom) Para micro negocios

Institución/Nombre del producto	Clasificación	Condiciones			
		Monto	Plazo	Tasa ofrecida	Objeto del crédito
Afirme crédito sí	Sofom	\$2,000-\$70,000	De 2 a 12 semanas	62.9% anual	capital de trabajo, activo fijo, remodelación o ampliación del local
ASP Financiera Credicrece	Sofom	\$8,000 en adelante	De 2 a 18 meses	60% anual	materiales, equipo, refacciones, insumos, herramientas, maquinaria, mercancías, remodelación o ampliación del local
Banco Ahorro Famsa Microcrédito	Sofom	según capacidad de pago	Hasta 36 meses	40% anual en negocios con alta en Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), 45% anual a negocios sin alta a SHCP	compra de herramientas o maquinaria, ampliar, remodelar o abastecer o equipar tu negocio
Banco Azteca Credimax Empresario	Sofom	\$50,000-\$150,000	De 13 a 78 Semanas	interés que depende del proyecto	Inventario, maquinaria, insumos y materia prima, etc.
Came Crédito individual	Sofom	\$1,000-\$150,000	De 1 a 24 meses	78% anual	inversión en negocio
Compartamos Banco crédito crece tu negocio	Sofom	\$8,000-\$100,000	De 4 a 24 meses	56.4% anual	Inversión en negocio

Fuente: adaptado de Condusef (22 de agosto de 2019). Crédito para tu negocio [página en línea]. <http://www.condusef.gob.mx/Revista/index.php/credito/deudas/249-credito-para-tu-negocio>.

Comparando lo anteriormente descrito y tomando en consideración que según el Consejo Nacional de Inclusión Financiera (2016). “La banca comercial es el principal proveedor de crédito a las pymes y ha mostrado un crecimiento sostenido durante el periodo 2009-2014”. (p. 114). Realizaremos la comparación con algunos de los bancos comerciales y sus productos con la finalidad de observar las diferencias existentes en ambos grupos de instituciones, en la Tabla 2 se aluden los bancos comerciales y sus características.

A continuación, describiremos los requisitos que deben cumplir los microempresarios para poder tener acceso a los créditos en cada institución de la banca comercial referida.

En el caso de instituciones como Banco Bilbao Vizcaya Argentaria y Banco de Comercio (BBVA Bancomer), los requisitos para contratarlos son: antigüedad del negocio de 4 años o 2 años, en caso de ser cliente Bancomer, constancia de situación fiscal ante

la SHCP, se podrán solicitar garantías, en caso de ser persona física con actividad empresarial, edad entre 25 y 70 años de edad e identificación oficial vigente, en caso de ser persona moral, acta constitutiva de la empresa y poder notarial del representante de la empresa, ambos con sello de inscripción en el Registro Público e identificación oficial vigente del representante legal, comprobar ingresos: en créditos hasta de \$2 millones, presentar original y copia de los últimos 12 estados de cuenta de cualquier institución bancaria. En créditos superiores a \$2 millones, presentar estados financieros de los dos parciales con antigüedad no mayor a 3 meses. Para créditos en dólares, se requiere una carta declaratoria de ser exportador directo o indirecto, o importador y tener una cuenta de depósito en BBVA Bancomer (2018).

En el caso del banco Hong Kong and Shanghai Banking Corporation (HSBC) los requisitos para solicitarlo son: ventas anuales hasta de \$80,000,000 M.N., tener entre 25-69 años, contar con referencias crediticias de la persona física acreditada mayor a 6 meses, antigüedad mínima de 2 años en el domicilio actual o 3 años considerando domicilio actual y anterior, estar dado de alta SHCP con antigüedad mínima de 2 años con los siguientes regímenes: honorarios, persona física con actividad empresarial o incorporación fiscal, presentar un obligado solidario, documentación requerida, solicitud y contrato debidamente solicitada y firmada con ayuda de su ejecutivo, identificación oficial que puede ser credencial de elector, pasaporte vigente o cédula profesional, comprobante de domicilio (Particular y del negocio): teléfono, luz, agua, impuesto predial y estados de cuenta, con antigüedad máxima de 3 meses o credencial de elector vigente y con dirección actualizada, copia de guía de obligaciones fiscales (se imprime desde el portal del Servicio de Atención Tributaria (SAT)), con antigüedad máxima de 6 meses, 12 estados de cuenta de hasta 3 bancos, última declaración y estados financieros internos (HSBC, 2019).

Por último, mencionaremos el caso del banco Citibanamex, institución financiera que solicita los siguientes requisitos: llenar la solicitud de contrato correspondiente, identificación oficial, suya y de sus obligados solidarios (si aplica), alta en la SHCP o Constancia de Situación Fiscal (con menos de 6 meses de expedición), comprobante de domicilio personal y fiscal, 4 años de operación en el negocio (aplica para Persona Física (PF) y Persona Moral (PM)), Formas migratorias 2 (FM2) o Carta de Naturalización (sólo aplica para extranjeros), requiere Obligado Solidario para Persona Moral, requiere Obligado Solidario para Persona Física con Actividad Empresarial a partir de \$1,000,000, importante: no serán sujetos de crédito clientes que se dediquen a construcción de vivienda y/o servicios complementarios (Citibanamex, 2019).

De acuerdo al Consejo Nacional de Inclusión Financiera (2016) el 45% de la cartera de crédito de la banca múltiple en el mes de junio del 2015, fue destinada a empresas, pero solo el 26% del total se destinó a pymes.

Considerando, que los microempresarios podrían tener un acceso más favorable a través del uso de créditos personales, por las condiciones diferenciadoras en relación a las garantías o trámites que cubrir para poder acceder a ellos, presentamos en la Tabla 3, los créditos personales comparables en el mercado mexicano a febrero del 2018, resaltando las determinantes de exclusión de los microcréditos que nos refiere Banxico (2018): “La separación de los microcréditos obliga a hacer ajustes para calcular la tasa de crecimiento del sistema, ya que los datos deben de ser comparables” (p.33). En esta tabla podemos destacar la menor tasa de interés promedio ponderada más baja fue la de BBVA Bancomer y la institución que otorgó los montos de créditos más elevados durante febrero fue Santander, la institución que concedió el mayor número de créditos en febrero del 2018 fue Banco Azteca siendo también la institución que otorgó más saldo.

TABLA 2

Créditos otorgados por la banca comercial para micro negocios

Institución/ Nombre del producto	Clasificación	Condiciones			
		Monto	Plazo	Tasa ofrecida	Objeto del crédito
BBVA Bancomer crédito simple	Banca múltiple	\$50,000-\$15,000,000	12, 24, 36, 48 o 60 meses.	Tasas de interés variable que van desde TIIE + 5.5. % hasta TIIE + 24.	Para capital de trabajo, para equipamiento o compra de activos fijos
HSBC Crédito Simple HSBC	Banca múltiple	Hasta \$10,000,000 M.N.	De 36 a 60 meses	13.50% fija	capital de trabajo, adquisición de activo fijo o equipamiento
Citibanamex Crédito Negocios Banamex	Banca múltiple	\$6'000,0001	Revolvente	Pagos mínimos mensuales equivalentes a 3% de capital, más el interés generado a la última fecha de disposición, con un mínimo de \$1,500.	Es ideal para necesidades a corto plazo, ya que tiene liquidez cuando la necesite.

Fuente: elaboración propia con los datos obtenidos en las páginas en línea de las instituciones bancarias, agosto 2019.

TABLA 3

Cartera comparable de créditos personales otorgados en febrero de 2018

	Número de Créditos [en paréntesis cambio porcentual]	Saldo de crédito otorgado (millones de pesos) [en paréntesis cambio porcentual en términos reales]	Plazo promedio del crédito (meses) [en paréntesis cambio porcentual]	Tasa promedio ponderado por saldo (%) [en paréntesis diferencia simple de tasas]
Sistema*	1,488,654 (4.7)	14,394 (15.1)	11 (24.3)	41.9 (-1.4)
BBVA Bancomer	15,505 (8.3)	1,633 (8.2)	64 (12.6)	22.7 (-2.2)
Citibanamex	30,931 (109.5)	3,628 (103.3)	38 (-7.1)	23.5 (-0.7)
Santander	5,598 (-22.6)	1,177 (-12.5)	46 (-0.1)	25.5 (-1.6)
Inbursa	7,559 (99.9)	312 (119.6)	39 (-1.2)	25.5 (-4.0)
HSBC	11,396 (9.8)	880 (-10.9)	55 (49.1)	28.6 (0.7)
Comercios Afiliados	3,756 (343.4)	14 (297.2)	19 (5.2)	31.2 (3.6)
Consubanco	7,998 (1.9)	294 (0.1)	39 (-0.7)	43.1 (-0.1)
Crédito Familiar	6,321 (-7.2)	244 (-14.6)	32 (4.2)	57.9 (-2.8)
BanCoppel	61,980 (28.9)	641 (41.5)	12 (0.0)	60.8 (0.0)
Banco Azteca	1,238,483 (2.4)	4,850 (4.8)	8 (21.4)	64.0 (3.2)
Financiera Ayudamos	3,842 (3.7)	43 (1.0)	13 (0.3)	73.2 n.c.
Banco Famsa **	80,666 (4.8)	325 (2.4)	18 (66.1)	78.9 (1.2)
Dondé	10,590 (7.3)	26 (6.0)	7 (-6.5)	92.6 (-6.7)
Otros bancos	4,029	325	n.a.	n.a.

Fuente: adaptado de "Indicadores básicos de créditos personales" Banxico, 2018, reporte de indicadores básicos de créditos personales a febrero de 2018, p.33.

(En paréntesis el cambio porcentual respecto a los créditos otorgados en febrero de 2018)

Los bancos están ordenados por la tasa promedio ponderado por saldo en febrero del 2018.

Iniciando con las desventajas que tienen las microfinancieras sobre el crédito otorgado por la banca tradicional, por los montos elevados que para sus operatividades requieren las microfinancieras, resultan en tasas de repago demasiado elevadas para las pymes, en el caso de las instituciones financieras reguladas según el Banco de México (Banxico, 2016) A septiembre del 2016 la tasa de interés promedio ponderado por saldo fue de 11.1% (p.10). Comparada con la tasa ejercida por las IMF que fue del 74.7% estimada en el 2015, calculada bajo el enfoque de rendimiento por interés (RI) aun cuando dicha tasa presenta un rendimiento decreciente comparada con periodos de tiempos anteriores. Aunado al alto porcentaje de intereses pagaderos por el crédito, le adicionamos los costos asociados al crédito en los que el cliente incurre por la gestión de solicitar, recibir y pagar el crédito (IFC, 2017).

Otra desventaja que presenta el microcrédito ésta relacionado con el modelo de microcrédito, en el caso específico de México, el modelo grupal es el modelo dominante, aunque inicialmente ofrece un punto de acceso para los no bancarizados al sector formal, no prestan un adecuado servicio a las microempresas a medida que estas crecen. Comparado con el beneficio que presta el crédito individual a los microempresarios, los cuales son: préstamos que se adaptan a las medidas de sus negocios, suelen ser de mayor tamaño y tener condiciones de crédito más flexibles, permitiendo al microempresario desarrollar un historial crediticio con la institución, basada en el riesgo conveniencia. Los empresarios a menudo no desean continuar con el crédito grupal, esto podría deberse a la molestia que generan los retrasos de préstamos sucesivos debido a la morosidad de algún miembro de grupo, o la inconveniencia que generan las reuniones, por el tiempo que se les debe de invertir, inconveniencia que se acrecienta más cuando se cuenta ya con un negocio maduro que requiere mayor atención. (Women's World Banking, 2014).

La escasez de evidencia empírica, de que las microfinanzas pueda generar un impacto sobre las empresas en la economía informal, podría ser un objeto de crítica en relación a la factibilidad de las mismas, y podría de alguna manera considerarse una desventaja, ya que las dos determinantes de impacto, una relacionada con el aumento neto significativo al empleo que el microcrédito puede generar, sin embargo, conduce al mayor uso de la mano de obra familiar. De la misma forma se puede afirmar que no hay evidencia sólida de crecimiento y transformación empresarial como resultado del crédito a la microempresa, pero hay evidencia de que permite supervivir (mantener operaciones) en tiempos de crisis (Ledgerwood, 2000).

3. METODOLOGÍA

Esta investigación es de tipo teórico- exploratorio, en la que se realizó una búsqueda de literatura a través de palabras clave: pymes microfinanzas, microcréditos, microfinancieras, en diferentes plataformas digitales como: Turnitin, Ebsco, E-libro, Elsevier, Redalyc y Scopus, Google Academics a través de las cuales se recabaron artículos de tipo científico que constituyen la base de revisión literaria para determinar la factibilidad de las microfinanzas para financiar a las pymes, así como también se tomaron datos estadísticos proporcionados por ProDesarrollo en su informe 2015/2016; Reporte Nacional de inclusión Financiera 2016; Informe Final estudio sobre las tasas de Interés de Microcrédito en México 2017; Indicadores Básicos de créditos a las pequeñas y medianas empresas 2016; Indicadores básicos de créditos personales Banxico 2018.

Debido a que existen diversos estudios que intentan medir el impacto que tienen los microcréditos ofrecidos por las microfinancieras, en pro del desarrollo económico de las regiones, pero existe poca información acerca del impacto que este tipo de instrumento brinda a las pymes, así como también realizar un acercamiento a las ventajas y desventajas que puede brindarle al sector empresarial, primordialmente a las pymes.

4. RESULTADOS

En el contexto de esta investigación pudimos establecer la importancia que para las economías tienen las microempresas, ya que estas pueden ser una alternativa para la autogeneración de empleos en épocas de crisis, que aun cuando no auxilian en la disminución de la tasa de desempleo, si contribuyen a no incrementarla, al utilizar en el negocio la mano de obra familiar que contribuya a la generación de ingresos, en este contexto y de acuerdo a las estadísticas presentadas, que determinan que las microempresas representaron el 99.8% del total de las empresas en México en el año 2014, esto de acuerdo a los datos proporcionados por el Inegi, sin embargo, y a pesar de su importancia, carecen de facilidades para tener acceso a fuentes de financiamiento en los sistemas bancarios tradicionales, lo que impulsa que surjan alternativas adicionales que traten de resarcir el problema de exclusión de los microempresarios, que en la mayoría de los casos es derivado por la informalidad ya que El 73.3% de las pymes en México son informales, esto según datos presentado por Banxico en el año 2015, y que de alguna manera conlleva a la falta de información financiera que minimice el riesgo al otorgante del crédito.

Ya hemos mencionado anteriormente la problemática que para el sector bancario tradicional acarrea el otorgamiento de créditos a pymes, que no cuentan con garantías prendarias o información financiera confiable que las pueda hacer susceptibles de crédito, y que el índice de mortalidad de las mismas sea también una de las razones por las cuales se determina la exclusión del sector financiero, sin embargo encontramos que los bancos comerciales son el sector financiero que hasta el momento sigue generando las mayores contribuciones al financiamiento de las pymes aun cuando existe un elevado número de requisitos que cumplir para acceder a este financiamiento, lo que dio la oportunidad a otros tipos de intermediarios financieros para tratar de acercar a las pymes a los recursos que requieren para su sobrevivencia.

En el desarrollo de la investigación, encontramos las diferentes vertientes que se abordaron en relación a las instituciones microfinancieras, reflejando la importancia que este tipo de instituciones tienen en la disminución de la pobreza, pero de igual forma encontramos que poco son los trabajos realizados relacionados al aspecto de que la reducción de la pobreza se derivó por la aparición de una microempresa, ya sea en el sector formal o informal, y que la misma, en este sentido atinadamente fue financiada por una microfinanciera con servicios integrales denominados microfinanzas, dentro de los que destacan los microcréditos como producto punta de lanza de las mismas, aclarando la equivocación que comúnmente se puede ver reflejada en algunas investigaciones al determinar que ambos conceptos son sinónimos, por eso en este trabajo analizamos la factibilidad de las microfinancieras como una alternativa más al sistema bancario tradicional para generar fuentes de financiamiento a las pymes.

3. 1 Las ventajas de las microfinancieras

Mencionaremos las ventajas de este tipo de intermediario financiero en la canalización de recursos dirigido a las pymes, las cuales son:

- Estado como proveedor de financiamiento para las microfinancieras: constituye una ventaja para las pymes, en el sentido de que dicha participación absorbe el riesgo moral que enfrentan las pymes en el sector bancario tradicional al canalizar los recursos del Estado que les permitan acceder más fácilmente a los recursos.
- Distribución geográfica territorial de las instituciones microfinancieras: de acuerdo al reporte generado por ProDesarrollo en el 2016, que indica que las microfinancieras cuentan con un 92% de cobertura en todos los municipios del país, lo que genera un acercamiento de los demandantes de microcréditos y los ofertantes de los mismos, facilitando así la correlación.

- Condiciones de acreditación: la introducción de contratos crediticios basados en préstamos grupales, el uso de incentivos dinámicos, y la constante innovación de técnicas para medir los riesgos crediticios, permiten mejorar las condiciones de acreditación de los interesados.
- Servicios: los servicios adicionales al microcrédito como las capacitaciones a los microempresarios, en relación al manejo de recursos financieros, que acompañan al crédito otorgado, genera la formación de cultura empresarial.
- Tramites: los requisitos necesarios para acceder al crédito son mínimos, así como la facilidad en los trámites que se deben realizar y en la mayoría de los casos esta es realizada por los mismos colaboradores de las microfinancieras, lo que permite el acceso al crédito de una manera más sencilla.
- Incrementan las fuentes de ahorro y financiamiento: al generar productos acorde a las características de la población objetivo, permiten el acceso a instrumentos financieros a las personas excluidas de la banca tradicional.
- Modelo de microcrédito: en México el modelo dominante de microcrédito es el crédito de tipo grupal, aunque inicialmente representa una puerta de acceso al financiamiento, a medida que las pymes van creciendo, estos tipos de microcréditos, van limitando su crecimiento por el anclaje con el resto de los miembros del grupo y al no adaptarse a las nuevas necesidades condicionan los beneficios obtenidos.
- Evidencia empírica: la falta de evidencia que contribuya a medir el impacto del uso efectivo de los microcréditos para fortalecer a las pymes, sobre todo en el sector informal, puede ser una razón de su bajo uso como fuente de financiamiento al considerarse que en lugar de ayudar a las pymes, por sus altos costos, puede generar problemas financieros posteriores.

Las ventajas y desventajas determinadas, las podemos observar mejor en una matriz de fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas (DAFO) y determinar las estrategias necesarias, ver Tabla 4.

3.2 Las desventajas que permiten este tipo proveedores de financiamiento son las siguientes:

- Altas tasas de interés: las condiciones de riesgo que representan los acreditados por la falta de información financiera, bajas o nulas garantías prendarias, y la informalidad, son los factores que generan un incremento en las tasas de interés pagaderas, las cuales llegan a ser hasta de un 74.7% estimada en el 2015 contra tasas en promedio del 11.1% estimadas por el Banco de México de las instituciones bancarias tradicionales.

TABLA 4
Análisis DAFO

	Fortalezas F	Debilidades D
	<p>1. Distribución geográfica territorial de las instituciones microfinancieras</p> <p>2. Condiciones de acreditación:</p> <p style="margin-left: 20px;">3. Servicios</p> <p style="margin-left: 20px;">4. Trámites</p>	<p>1. Altas tasas de interés</p> <p>2. Modelo de microcrédito</p>
Oportunidades O	Estrategias FO	Estrategias DO
1.- Estado como proveedor de Financiamiento.	<p>F1-O1 Al tener un alcance de atención en un 92% de cobertura, en la totalidad de municipios del país, y contar con el Estado como proveedor de financiamiento, se pueden ocupar una mayor dispersión de los créditos de la banca de desarrollo a través de canalización de recursos en las pymes.</p> <p>F2-O1 Se puede fortalecer el uso de contratos colectivos e individuales que tengan como enlaces los programas sociales, con los que el Estado determina a las personas susceptibles de beneficios sociales, lo que podrá servir a las microfinancieras para incrementar el número de beneficiarios.</p> <p>F3-O1 Enlazar los cursos de educación financiera, creados por las microfinancieras, con los programas sociales que combaten la pobreza, para anclar el beneficio mutuo de desarrollo a través de la educación financiera a microempresarios.</p> <p>F4-O1 Utilizar las fortalezas en la minimización de trámites que tienen las microfinancieras, para generar mayores impactos de la banca de desarrollo, al canalizar a través de ella algunos otros programas de financiamiento, como equipamientos o compra de insumos.</p>	<p>D1-O1 Al ser el Estado un mecanismo dispersor del riesgo de los acreditados, debido a que ya no estaría en riesgo solo el capital de los accionistas, permitiría generar condiciones creadoras de economías de escala, al realizar disminuciones de tasas de interés más favorables y competitivas para las pymes.</p> <p>D2-O1 Al contar con el Estado como proveedor de financiamiento a las microfinancieras, estas pueden diversificar su modelo al incrementar el número de créditos individuales y créditos sin restricción de géneros.</p>
2.- Incrementan las fuentes de ahorro y financiamiento.	<p>F1-O2 Al tener un alcance de atención en un 92% de cobertura, en la totalidad de municipios del país, es mayor la participación en la inclusión financiera, lo que puede contribuir para que puedan ofrecer instrumentos que permitan contribuir a dicha inclusión, como sistemas de microahorro o créditos revolventes en pequeñas escalas, que le permitan generar condiciones de participación de la población objetivo.</p> <p>F2-O2 se pueden generar sistemas de ahorro grupales, que ayuden a través de contratos a diversificar los servicios y generen alternativas de financiamiento con los recursos generados por el grupo, para aumentar los financiamientos que se adapten a las condiciones de crecimiento de las pymes.</p> <p>F3-O2 Generar nuevos programas de servicios de capacitación o educación financiera, que permitan la adaptación al uso de la tecnología de la información, creando aplicaciones telefónicas que ayuden a los nuevos contratantes y a los ya existentes, a tener un mayor control de sus ahorros o financiamientos, y creando programas de capacitación a través de estas vías, que contribuyan a la reducción de los gastos operativos y generación de reuniones, que en ocasiones, para los microempresarios son muy poco productivas.</p> <p>F4-O2 Destacar la fortaleza de los requisitos mínimos que solicitan para lograr la acreditación a través de publicidad que permita incentivar el uso de los servicios para incrementar el número de beneficiarios.</p>	<p>D1-O2 Al generar las condiciones de crecimiento del número de beneficiarios en las pymes, le puede permitir generar estrategias para disminuciones graduales de las tasas de interés o incentivar descuentos por pronto pago, o beneficios de intereses preferenciales y con reducción gradual por historial crediticio.</p> <p>D2-O2 Se pueden crear las condiciones para diversificar los modelos de acreditación al tener una mayor capacidad incrementando el ahorro y la inversión.</p>

Amenazas A	Estrategia FA	Estrategias DA
1.- Evidencia empírica	<p>F1-A1 Documentar la percepción de los clientes en cuanto a la cercanía de las sucursales, y que beneficios les acarrea para determinar los impactos regionales, para generar las evidencias que contribuyan a disertar las dudas de este tipo de fuentes de financiamiento.</p> <p>F2-A1 Se pueden realizar investigaciones cualitativas que permitan determinar los beneficios e impacto que generaron las microfinancieras por las investigaciones de riesgos, condiciones de acreditación a través de contratos grupales, y el uso de incentivos dinámicos.</p> <p>F3-A1 Documentar la percepción del cliente en relación a los servicios adicionales que brinda la microfinanciera, para conocer su utilidad e impacto en el mecanismo de aprendizaje del manejo de sus finanzas.</p> <p>F4-A1 Se puede documentar la percepción del cliente en relación a la cantidad de trámites que tiene que realizar para la obtención de su crédito, lo que le permitirá poder establecer mejoras en sus procesos y facilitar la dinamización de las transacciones.</p>	<p>D1-A1- Se puede trabajar investigaciones sobre el impacto de los altos costos de interés en el financiamiento de las pymes.</p> <p>D2-A1 Realizar trabajos de investigación de tipo análisis comparativos de los impactos generados por los diferentes tipos de modelos de financiamiento a las pymes.</p>

Fuente: elaboración propia con los resultados obtenidos a través del análisis realizado en la investigación.

4. DISCUSIÓN, CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONE

Con base en la presente revisión literaria se determina que el microcrédito otorgado a las pymes por entidades microfinancieras, puede constituir una alternativa viable de acceso y acercamiento con las fuentes de financiamiento que requieren las pymes para sus operaciones o supervivencia, aunado a las características encontradas de disponibilidad amplia de sucursales en cada municipio de México, los programas que acompañan en muchas ocasiones a los créditos, como capacitaciones y la facilidad de trámites que permiten acceso rápido a los recursos, se señalan las siguientes recomendaciones:

Tomando como base algunas de las estrategias formuladas en nuestro DAFO, como la correspondiente estrategia F3-O2: que nos indica que se deben generar nuevos programas de servicios de capacitación o educación financiera, que permitan la adaptación al uso de la tecnología de la información, creando aplicaciones telefónicas que ayuden a los nuevos contratantes y a los ya existentes, a tener un mayor control de sus ahorros o financiamientos, y, creando programas de capacitación a través de estas vías, se contribuirá a la reducción de los gastos.

De igual forma, en la estrategia D2-O1, destacamos que: al contar con el Estado como proveedor de financiamiento a las microfinancieras, estas pueden diversificar su modelo al incrementar el número de créditos individuales y créditos sin restricción de géneros, como estrategia para acrecentar el impacto que los microcréditos pueden tener para el desarrollo de las pymes.

Aun cuando los microcréditos tienen tasas de intereses muy altas y costos de créditos elevados, estas desventajas pueden ser acometidas con la estrategia D1-O1 que nos indica que: al ser el Estado un mecanismo dispersor del riesgo de los acreditados, debido a que ya no estaría en riesgo solo el capital de los accionistas, permitiría generar condiciones creadoras de economías de escala, al realizar disminuciones de tasas de interés más favorables y competitivas para las pymes, y con la estrategia F4-O2 que indica que: se puede destacar la fortaleza de los requisitos mínimos que solicitan, para lograr la acreditación con publicidad que la resalte, como una de sus características o fortalezas principales, permitiendo incentivar el uso de los servicios para incrementar el número de beneficiarios, y, con la facilidad de la obtención, los reducidos trámites, y las condiciones de otorgamiento,

generan disponibilidad de recursos financieros en el corto plazo para los microempresarios, pudiendo contribuir al incremento de la inclusión financiera, ya que al otorgar los créditos se facilita el acceso a otro tipo de servicios que ofrecen estas instituciones, como son: microseguros, ahorro etc. Y en el mediano y largo plazo, pueden contribuir a que el microempresario genere las condiciones para tener una inclusión en el sistema bancario tradicional, debido a que se tendría ya información financiera y condiciones que lo hagan susceptible al crédito bancario tradicional.

Este documento es un acercamiento para iniciar investigaciones empíricas, que contribuyan a medir el impacto generado por el otorgamiento de crédito de instituciones microfinancieras a las pymes, y que formen parte de la gama de fuentes de financiamiento, tanto formales como informales, dentro de las cuales en las formales podremos mencionar: la banca tradicional o banca múltiple, la banca de desarrollo, o el financiamiento a través del mercado bursátil y actualmente la nueva figura internacional crowdfundig, figura que genera una nueva línea de investigación que pueda ayudar a medir el impacto de esta nueva forma de financiamiento y la factibilidad de la misma, y, en las informales, los familiares o amigos y agiotistas locales o internacionales, que brindan financiamiento a través de mecanismos con altos costos de intereses para los microempresarios.

REFERENCIAS

- Aguilar, G. (2013). Microfinanzas y crecimiento regional en el Perú. *Economía*, 36(72), 143-173. <http://revistas.pucp.edu.pe/index.php/economia/issue/archive%0Ahttp://0-search.ebscohost.com.millenium.itesm.mx/login.aspx?direct=true&db=ehoy&AN=1539144&lang=es&site=eds-live&scope=site>
- Aroca, P. & Hewings, G. (2009). Microcredit Impact Assessment : The Brazilian and Chilean Cases Evaluación del Impacto del Microcrédito : los Casos de Brasil y Chile. *Panorama socioeconómico*, 39(27), 98–110. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=39915006002>
- Banxico. (2016). *Indicadores básicos de créditos a las pequeñas y medianas empresas (pymes)*. <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/rib-creditos-a-pymes/%7BD8F69C6E-21AD-27E9-FBE5-413CD5347135%7D.pdf>
- Banxico. (2018). *Indicadores básicos de créditos Personales*. México. <https://www.banxico.org.mx/publicaciones-y-prensa/rib-creditos-personales/%7B640FF0D2-8C72-2800-B9DB-E6899A3F1DC2%7D.pdf>
- BBVA Bancomer (2018). Crédito simple PYME [página en línea]. <https://www.bancomer.com/empresas/productos/financiamiento/apoyo-crecimiento-corporativo/credito-simple-pyme.html#caracteristicas>
- Briozzo, A., Vigier, H., Castillo, N., Pesce, G., & Speroni, M. C. (2016). Decisiones de financiamiento en pymes: ¿existen diferencias en función del tamaño y la forma legal? *Estudios Gerenciales*, 32(138), 71-81. <https://dx.doi.org/10.1016/j.estger.2015.11.003>
- Camacho Beas, L. E. (2010). Impacto de las microfinanzas en el bienestar e importancia de las pymes en la economía mundial. *Ingeniería Industrial*, 28,61-83. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=3374/337428494005>
- Camino, D. & Lara, J. (2004). Microfinanzas y desarrollo económico en América Latina: el papel de las instituciones públicas de cooperación. *Economía y Desarrollo*, 83–106.
- Castillo Polanco, L. A., & Sansores Guerrero, E. A. (2009). Reflexiones sobre el uso de las instituciones de microfinanzas como instrumentos de dispersión del crédito público a micronegocios. *Revista de Economía*, 26(73), 105. <https://doi.org/10.33937/reveco.2009.12>
- Clavellina Miller, J. L. (2013). Crédito bancario y crecimiento económico en México. *Economía Informa*, 378, 14–36. [https://doi.org/10.1016/S0185-0849\(13\)71306-9](https://doi.org/10.1016/S0185-0849(13)71306-9)
- Consejo Nacional de Inclusión Financiera. (2016). *Reporte Nacional de Inclusión Financiera*. México. <https://www.cnbf.gob.mx/Inclusi%C3%B3n/Documents/Reportes%20de%20IF/Reporte%20de%20Inclusi%C3%B3n%20Financiera%207.pdf>
- Cotler, P. & Rodríguez-Oreggia, E. (2010). Microfinanzas y la tenencia de activos no financieros en México. *Investigación económica*, 69(274), 63-86. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-20452008000200001
- Cotler, P. & Rodríguez-Oreggia, E. (2008). Rentabilidad y tamaño de préstamo de las microfinanzas en México: Un estudio de caso. *Economía mexicana. Nueva época*, 17(2), 149-169. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-20452008000200001&lng=es&tlang=es
- Citibanamex.com - Citibanamex.com. (2019). Créditos para negocios. https://www.banamex.com/es/pymes/creditos/credito_negocios_banamex.htm
- Culshaw, F. (2013). Microfinanzas al servicio del desarrollo social. *Debates IESA*. <http://nebulosa.icesi.edu.co:2517/ehost/pdfviewer/pdfviewer?vid=0ysid=579a8b8c-590b-4a75-829f-751ffcaebfd1%40sessionmgr101>
- Hidalgo Celarié, N. & Altamirano Cárdenas, R., Zapata Martelo, E., Martínez Corona, Beatriz (2005). Impacto económico de las microfinanzas dirigidas a mujeres en el estado de Veracruz,

- México. *Agrociencia*, 39(3),351-359. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=302/30239312>
- HSBC Fusion - HSBC México. (2019). Crédito simple. <https://personal.hsbc.com.mx/fusion/productos/credito/credito-simple/>
- IFC. (2017). *Estudio sobre las tasas de interés de microcrédito en México*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/275439/Estudio_sobre_las_Tasas_de_Interes_de_Microcredito_en_Mexico.pdf
- Inegi. (2009). *Micro, pequeña, mediana y gran empresa: estratificación de los establecimientos. Censos económicos 2009*. <https://doi.org/970-13-4739-0>
- Lecuona Valenzuela, R. (2009). El financiamiento a las pymes en México: La experiencia reciente. *Economía UNAM*, 6(17), 69-91. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-952X2009000200004yIng=esytLng=es.
- Ledgerwood, J. (2000). *Manual de microfinanzas. Una perspectiva institucional y financiera*. <http://documentos.bancomundial.org/curated/es/423261468149373722/pdf/NonAsciiFileName0.pdf>
- Marbán, R. (2008). Estudios de los principales programas de microfinanzas desarrollados e implantados en el sur de la india. *Revista de Economía Mundial*, 18, 255-266. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=86601821>
- Martín, J. (2007). Del microcrédito a las microfinanzas. *Revista de Empresa*, 19, 101-102. <https://www.findevgateway.org/sites/default/files/publications/files/mfg-es-documento-del-microcredito-a-las-microfinanzas-2007.pdf>
- Mballa, L. V. (2017). Desarrollo local y microfinanzas como estrategias de atención a las necesidades sociales: un acercamiento teórico conceptual. *Revista mexicana de ciencias políticas y sociales*, 62(229), 101-127. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-19182017000100101yIng=esytLng=es.
- Ortiz, E., Cabello, A. & Jesús, R. J. (2009). Banca de desarrollo -microfinanzas-, banca social y mercados incompletos. *Análisis Económico*, 24(56),99-128. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=413/41312223005>
- ProDesarrollo. (2016). *Benchmarking de las microfinancieras en México*. <https://www.findevgateway.org/es/paper/2016/10/benchmarking-de-las-microfinanzas-en-mexico-2015-2016-un-informe-del-sector>
- Roberts, A. (2003). El microcrédito y su aporte al desarrollo económico. *Pontificia Universidad Católica Argentina: Departamento de Economía*. <https://www.microfinancegateway.org/sites/default/files/mfg-es-documento-el-microcredito-y-su-apoyo-al-desarrollo-economico-10-2003.pdf>
- Romero-Álvarez, Y. P., Arenas-Sosa, A. P., Carrillo-Cantino, D. J., & Vergara-Bocanument, D. E. (2011). Aspectos del microcrédito en su concepción original, en búsqueda de factores de mayor impacto en Colombia: revisión de tema. *Revista Tecno Lógicas*, 26, 113-132. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-77992011000100007
- Sampayo Paredes, H. & Hernández Romero, O. (2008). Las instituciones microfinancieras en las condiciones de vida, ingreso y cultura financiera y empresarial: el caso Finsol Texcoco-Chimalhuacán, México. *Argumentos*, 21(56), 141-167. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-57952008000100008yIng=esytLng=es
- Unseta Satrustegui, K., y Gutiérrez Goiria, J. (2008). Accesibilidad y profundidad del sistema financiero: algunas implicaciones para los objetivos de desarrollo y las microfinanzas. *Revista de Economía Mundial*, 22, 167-196. <https://www.redalyc.org/pdf/866/86611893009.pdf>
- Women's World Banking. (2014). Crédito individual para microempresas en México: un estudio sobre las limitaciones y las oportunidades en asociación con McGraw Hill Financial. <http://www.womensworldbanking.org/wp-content/uploads/2014/10/WomensWorldBanking-Microenterprise-Individual-Lending-Mexico-Spanish.pdf>

IMPORTANCIA DE LA GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO PARA LA CREACIÓN DE VALOR EN LAS EMPRESAS CUBANAS

IMPORTANCE OF KNOWLEDGE MANAGEMENT FOR THE CREATION OF VALUE IN CUBAN COMPANIES



¹Alicia María Vitale Alfonso

²Eliani Fernández Vidal

³Marian Cabrera Soto

¹Universidad de La Habana. Facultad de Economía.

²Oficina del Historiador de La Habana, Cuba.

³Universidad de La Habana. Facultad de Economía.

Recibido: 30/11/2019 Aprobado 10/01/2020

RESUMEN

El conocimiento que se encuentra dentro de las organizaciones, además de ser un recurso, se está convirtiendo en un importante activo estratégico para ellas. La gestión del conocimiento se desarrolla en el marco de la llamada “economía del conocimiento”, en la que académicos y empresarios reconocen la importancia del conocimiento para lograr y mantener la ventaja competitiva de las organizaciones, elemento fundamental para su éxito y sostenibilidad. En Cuba, la utilización intensiva del conocimiento se ha centrado en algunos sectores más que en otros, a pesar del alto nivel de formación de los recursos humanos y la necesidad de impulsar la economía cubana con eficiencia. Las empresas cubanas reconocen la importancia de gestionar el conocimiento, pero no desarrollan a cabalidad la metodología debido a barreras internas y externas.

Palabras clave: conocimiento, economía del conocimiento, gestión del conocimiento.

ABSTRACT

The knowledge that is found within organizations, in addition to being a resource, is becoming an important strategic asset for them. Knowledge Management is developed within the framework of the so-called “Knowledge Economy”, in which academics and entrepreneurs recognize the importance of knowledge to achieve and maintain the competitive advantage of organizations, a fundamental element for their success and sustainability. In Cuba, the intensive use of knowledge has focused on some sectors more than others, despite the high level of human resources training and the need to boost the Cuban economy efficiently. Cuban companies recognize the importance of managing knowledge, but do not fully develop the methodology due to internal and external barriers

Key words: Knowledge, knowledge economy, knowledge management.

¹alicia@fec.uh.cu, orcid.org/0000-0002-4505-8981

²eliferv@coopera.ocn.cu, orcid.org/0000-0002-0843-5741

³mariancs@fec.uh.cu, orcid.org/0000-0002-9866-7721

INTRODUCCIÓN

Para responder efectivamente, las empresas amenazadas deben hoy en día repensar totalmente sus cadenas de valor en vez de optimizarlas.

Downes & Mui

Las condiciones del entorno empresarial de hoy, donde la alta complejidad y la fuerte competitividad se imponen, están convirtiendo a la gestión del conocimiento en la empresa, en un elemento protagonista de vital importancia para asegurar la sostenibilidad en el tiempo de los negocios y empresas del mundo.

Actualmente, en el contexto de globalización, las empresas buscan nuevos métodos, enfoques, herramientas y teorías administrativas para generar y buscar nuevas oportunidades que puedan representar una ventaja competitiva con respecto a las demás compañías.

Ciertamente, en el entorno competitivo actual, las empresas se trazan grandes retos, para adaptarse a diversas circunstancias, a un sin número de actividades dinámicas y cambiantes, que hacen necesario el rápido ajuste a éstas y a nuevas tendencias de la manera más efectiva para sobrevivir en el mercado. Es indiscutible que el ambiente externo es una pieza importante para la organización, de igual modo el ambiente interno tiene un valor relevante, pues es ahí donde los procesos, metas, áreas y personal involucrado, deben estar perfectamente alineados con las políticas a nivel gerencial, para lograr resultados positivos en áreas como la producción, las ventas, el posicionamiento y la satisfacción de los clientes internos y externos.

Así pues, el conocimiento se ha convertido en uno de los activos más importantes para las organizaciones a causa de que su gestión añade valor a los productos o servicios que ésta produce, permite el desarrollo de tecnologías, metodologías y estrategias, lo que facilita su inserción y consolidación en el mercado.

Para resaltar frente a su competencia y ser considerada como innovadora, una empresa tiene que estar al corriente de todo lo que ocurre diariamente en

el mundo, ya sea en implementaciones tecnológicas, tratados comerciales, teorías administrativas, etcétera. Para que la información llegue a todos los niveles de la organización y esta evolucione al ritmo que el contexto actual exige, existe la gestión del conocimiento, un proceso que ayuda a las compañías a encontrar, canalizar y difundir información pertinente para su personal, y a generar con ella formas novedosas para resolver problemas y tomar decisiones.

Esta estrategia puede definirse como un conjunto de dinámicas, procesos y sistemas de aprendizaje que desarrollan de forma significativa el capital intelectual con el objetivo de generar ventajas competitivas. Dentro de ella se planifica y coordina el flujo de la información con miras a desarrollar y cumplir la misión de la empresa.

Lage, (citado por La Fé Jiménez & Castellanos Castillo, 2017) plantea que, en Cuba, los sectores de la biotecnología, las ciencias médicas y la informática, han acaparado la atención de los estudios sobre gestión del conocimiento, sin trascender de manera óptima hacia las empresas cubanas más comunes, teniendo en cuenta que se ha desarrollado mayormente en centros de investigación que todavía no presentan características de empresa. Sin embargo, las empresas y organizaciones cubanas no quieren quedarse atrás, y consideran a la gestión del conocimiento una oportunidad para satisfacer las necesidades del mercado y ser más competitivas. Aunque existen varios problemas aún por resolver para lograr una adecuada gestión del conocimiento, el tema ha sido estudiado en algunas empresas del país.

En este artículo, se propone como objetivo describir el papel que juega la gestión del conocimiento en la mejora continua de las empresas cubanas. La presente investigación es de tipo descriptiva ya que pretende caracterizar el estado actual del proceso de la gestión del conocimiento en las empresas cubanas.

Para cumplir el objetivo, el artículo se estructura en dos epígrafes. En la primera parte se describen los elementos teóricos conceptuales del término gestión

del conocimiento: su conceptualización, evolución e importancia. Mientras, en la segunda parte, se caracteriza el estado actual del proceso de la gestión del conocimiento en las empresas cubanas.

1. GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO

1.1. Conceptualización

Para poder llegar a entender por qué la gestión del conocimiento se ha convertido en estrategia vital para las empresas en la actualidad, primero se deben esclarecer algunos conceptos que por la novedad del tema a veces se pueden confundir.

Capital intelectual: es el conjunto de bienes intangibles como el conocimiento del recurso humano, aprendizaje, las relaciones interpersonales de la cadena de suministros, marcas, entre otras, que generan un valor a la empresa y como resultado una ventaja competitiva.

Tipos de conocimiento: en la literatura se reconocen dos tipos de conocimiento: el conocimiento tácito y el conocimiento explícito. La mayoría de las personas cuentan con el conocimiento tácito y para quien lo posee es difícil o incluso imposible de transferir, ya que las personas que cuentan con él muchas veces no están conscientes de que lo poseen y mucho menos de su modo de aplicación.

El conocimiento explícito es cuando una persona experta en algún tema sabe cuáles son los conocimientos que se requieren y cómo utilizarlos, además de contar con cierto dominio del tema. Estos expertos tienen la capacidad de transmitir de manera formal su conocimiento mediante la documentación del mismo, un ejemplo puede ser un manual donde se describe el conocimiento y su forma de aplicación.

Gestión: en el ámbito empresarial, se le denomina gestión al proceso mediante el cual un directivo o equipo directivo determinan las acciones a seguir por la empresa, las mismas se encuentran especificadas en la planeación, también se establecen las estrategias y las metas que se pretenden alcanzar.

Este concepto también se asocia con la dirección o administración de una compañía o negocio. La gestión tiene como objetivo aumentar los resultados óptimos de una empresa por medio de la generación de estrategias.

“Gestión” se define como “el proceso de planear, organizar, dirigir y controlar el uso de los recursos para lograr los objetivos organizacionales”. (Chiavenato, 2004, p. 91).

Conocimiento: se entiende como la acción y efecto de conocer. Considera ideas como el entendimiento, la inteligencia, la razón natural. Es tener la noción, ciencia, sabiduría en algún asunto en particular (RAE, 2014).

En este punto es importante hacer una diferencia entre el concepto de conocimiento y de aprendizaje, ya que normalmente se presentan confusiones entre ambos. El *aprendizaje* se considera como la acción y efecto de aprender algún arte, oficio u otro. En psicología se denomina como la adquisición por la práctica de una conducta duradera (RAE, 2014).

Dato: es un antecedente necesario para llegar al conocimiento de una cosa o para deducir las consecuencias de un hecho.

Información: son los datos que han sido procesados. Al conjunto de datos organizados y analizados en cierto contexto determinado se denomina como información.

Pero información, no es lo mismo que conocimiento. Coleccionar datos, organizarlos y analizarlos, es algo que realiza el software informático. El conocimiento es un paso más adelante: es identificar, estructurar y utilizar la información para obtener un resultado. Es importante, aplicar la intuición y la sabiduría, propios del individuo, a la información. Los datos se consideran los elementos base de la pirámide del conocimiento.

Gestión del conocimiento: se puede definir como el conjunto de procesos y sistemas que permiten que el capital intelectual aumente en forma significativa, con el objetivo de generar ventajas competitivas.

También nombrada del inglés *knowledge management*, la gestión del conocimiento es un concepto aplicado en las organizaciones, que hace referencia a la transmisión del conocimiento y de la experiencia existente entre sus miembros. De esta manera, ese conjunto de conocimientos puede ser utilizado como un recurso disponible para todos los integrantes de una misma empresa (Bañegil, 2003).

La gestión del conocimiento debe cumplir con este concepto, entendiendo como “recursos” al conocimiento mismo. Debido a lo novedoso del término “gestión del conocimiento”, existen un sin número de definiciones, por lo que es necesario tener presentes algunas de ellas para entender y establecer en forma práctica el significado de este término:

- “Es el proceso sistemático de buscar, organizar, filtrar y presentar la información con el objetivo de mejorar la comprensión de las personas en una específica área de interés”. (Davenport & Klahr, 1998, p. 195) “Es la habilidad de desarrollar, mantener, influenciar y renovar los activos intangibles llamados capital de conocimiento o capital intelectual”. (Saint-Onge, 1996, p.45)
- “Es el arte de crear valor con los activos intangibles de una organización”. (Sarvary, 1999, p. 107)
- “Es el proceso sistemático de detectar, seleccionar, organizar, filtrar, presentar y usar la información por parte de los participantes de la empresa, con el objeto de explotar cooperativamente el recurso de conocimiento basado en el capital intelectual propio de las organizaciones, orientados a potenciar las competencias organizacionales y la generación de valor”. (Drucker & Orbegozo, 2003, p.7)

Todas las definiciones definen varias actividades que integran el ciclo de vida del conocimiento o la cadena de valor de conocimiento, de las cuales las más generales son las destinadas a identificar, adquirir, desarrollar, compartir, utilizar y retener el conocimiento.

Si bien la gestión de conocimiento permite capitalizar el conocimiento de una empresa para organizarlo y distribuirlo, se puede decir que existe un conocimiento tangible o explícito el cual abarca las bases de datos, los documentos electrónicos o impresos y por otra parte el conocimiento tácito o intangible que es el conocimiento, la experiencia y las competencias de todos los colaboradores, de estos factores muchas veces depende el éxito de las empresas; sin embargo en pocas ocasiones es compartido por las personas.

El propósito de cualquier proyecto de gestión de conocimiento en las organizaciones debe ser identificar, capitalizar y evaluar los recursos intelectuales de la empresa.

1.2. Evolución

El conocimiento no es algo nuevo, sino que siempre se ha empleado a lo largo de la historia para poder mejorar las organizaciones y, a la par, la sociedad; evolucionando de una era agrícola a una industrial, llegando al fin a la era del conocimiento.

La “gestión del conocimiento” es una disciplina emergente que se va afirmando con la aparición de nuevos paradigmas en los sistemas económicos nacionales e internacionales. Su reciente origen comienza en el sector privado a partir de iniciativas focalizadas en definir la gestión del conocimiento como parte de las estrategias de las empresas y organizaciones mediante un aprendizaje organizacional.

1. Primera fase

El conocimiento y la tecnología se fueron desarrollando por separado, e incluso en diferentes áreas funcionales. Por ejemplo, el subsistema *recursos humanos* se encargaba, entre otras tareas, de identificar e implementar las competencias en la organización, mientras que el subsistema *informática* incorporaba las herramientas tecnológicas para la información.

Según Peluffo A. & Catalán Contreras (2002), la demanda por mejorar la calidad de los entornos y de los productos con estándares internacionales obligan de alguna forma a incorporar dimensiones que hasta la

década de los setenta eran invisibles y que por la evolución de la tecnología se pueden controlar de alguna forma básica.

La gestión del conocimiento constituye una de las dimensiones a incorporar, resultado de la interrelación entre los subsistemas anteriormente mencionados para la mejora de la administración de los procesos.

En el sector público, la gestión del conocimiento es más utilizada por los gobiernos de los países desarrollados con economías basadas en el conocimiento, así como por organismos internacionales; mientras que en los países menos desarrollados es más difícil de gestionar este intangible debido a sus estructuras tan heterogéneas. Sin embargo, en países como Colombia, El Salvador, Brasil, entre otros, se observan iniciativas en este sentido a través de los enfoques de competencias que se han adoptado en el área de la educación y en la administración de algunas empresas durante la década de los noventa.

2. Segunda fase

Se alinean conocimiento y tecnología, y frente a la necesidad de manejar cada vez más volumen de información y conocimiento, se obliga a crear una nueva función denominada gestión del conocimiento, la cual integra funciones y ocupaciones de otros subsistemas que serán desempeñadas por especialistas como los gestores del conocimiento.

Además, se da un cambio en el discurso cotidiano de la gestión de las organizaciones al incorporar el conocimiento a su cadena de valor: dar a cada quien lo que precisa en el momento oportuno, de la forma adecuada y a la persona que lo necesita para producir valor en la organización y mejorar la calidad de lo que se hace.

3. Tercera fase

La gestión del conocimiento se integra con la filosofía, la estrategia, los objetivos, prácticas, sistemas y procedimientos de la empresa y la forma en que se convierte en parte de la vida diaria de cada empleado (Calvo, 2018), a partir de establecer el aprendizaje como motor y fuente de los cambios y la innovación.

El sistema de gestión del conocimiento está maduro y funciona a través de comunidades de conocimiento, altamente interconectadas donde se transfieren ciertas funciones fuera del sistema que generan menos valor y se centran en aquellas que producen conocimiento. Cuando se llega a un nivel de difusión de la gestión del conocimiento a nivel de sociedad, se producen transformaciones visibles en la forma en que se enfrentan los ciclos económicos, con lo cual se sale con mayor velocidad de las crisis que en el pasado (Peluffo A. & Catalán Contreras, 2002).

1.3. Importancia de la gestión del conocimiento.

¿Por qué se entiende a la gestión del conocimiento como una estrategia lógica en el desarrollo de los diferentes enfoques empresariales? Para ello se debe entender el enfoque de recursos y capacidades.

La teoría de recursos y capacidades, es una herramienta que permite determinar las fortalezas y debilidades internas de la organización. Según esta teoría, el desarrollo de capacidades distintivas es la única forma de conseguir ventajas competitivas sostenibles.

Si los recursos y capacidades que posee una empresa le permiten explotar las oportunidades y neutralizar las amenazas, son poseídos sólo por un pequeño número de empresas competidoras y son costosos de copiar o difíciles de obtener en el mercado, entonces pueden constituir fortalezas de la empresa y de este modo fuentes potenciales de ventaja competitiva (Barney, 1997).

Es preciso recordar que los recursos intangibles y las capacidades suelen estar basados en la información y el conocimiento, por lo que no tienen límites definidos en su capacidad de utilización (Guerras Martín & Navas López, 1998).

Partiendo de esta teoría, cada día es más evidente que el valor de la empresa está relacionado más con aspectos intangibles que con los tangibles sobre los que tradicionalmente se hacía la valoración (Jiménez, 1999). Dentro de los intangibles, el capital intelectual juega un papel cada vez más relevante.

Sin duda, la gestión del conocimiento y la medición del capital intelectual se encuadran dentro de la teoría de recursos y capacidades. Son herramientas que nos van a permitir gestionar, mejorar y medir las capacidades organizativas.

Por ello, la gestión del conocimiento se ha convertido en una de las principales cuestiones de la economía actual. Gestionar el conocimiento significa gestionar los procesos de creación, desarrollo, difusión y explotación del conocimiento para ganar capacidad organizativa (Revilla Gutiérrez, 1996).

La gestión del conocimiento es esencial para favorecer una estructura empresarial innovadora y eficiente. Las habilidades e informaciones útiles se transmiten entre los empleados de forma rápida y de esta manera aumenta la posibilidad de generar nuevo conocimiento que deriva en aplicaciones nuevas, mejoras en procesos o productos y nuevas formas de hacer negocio para alcanzar nuevas oportunidades.

El conocimiento es el único activo que crece con el tiempo y no se desgasta pero que puede desaparecer con las personas, si este no es compartido. Existen casos en los que un empleado se va de una organización al no encontrar crecimiento personal, por eso es vital gestionarlo, tanto en grandes organizaciones como en pequeñas organizaciones.

Dada la importancia que posee la gestión del conocimiento para el desarrollo de las empresas, es necesario llevar una adecuada gestión del mismo. Para ello, se debe seguir una metodología para la gestión del conocimiento que consta de cinco etapas:

1. Definir el negocio en términos de conocimiento.
2. Identificar aquellos empleados que promueven conocimientos que le brindan ventajas competitivas a la organización.
3. Convertir el conocimiento generado por los empleados de alto desempeño en información: clasificarla, almacenarla, distribuirla y hacerla accesible.

4. Identificar las competencias (habilidades, destrezas) que permiten a los empleados de alto desempeño utilizar la información de manera inteligente.
5. Promover el cambio en la cultura organizacional para que los empleados compartan el conocimiento (Dalkir, 2005).

Un elemento que se destaca en la gestión del conocimiento es el papel de la gestión de la información (Lage, 2018). Es por eso, que las herramientas para la gestión del conocimiento son derivadas de las TIC y apoyan a la empresa a realizar las actividades de captura del conocimiento, para posteriormente almacenarlo y transmitirlo (Dalkir, 2005).

Algunas organizaciones han optado por crear la figura del gestor de conocimiento, quien se encarga de dirigir actividades, implementar tecnologías y herramientas necesarias para la tarea en cuestión. Esta actividad es una posibilidad de desarrollo para los próximos años, ya que muchas empresas están optando por desarrollar la gestión de conocimiento como una herramienta más.

Algunos beneficios de la gestión del conocimiento en las empresas serían:

- Una gestión estratégica más eficaz, gracias al conocimiento de las mejores estrategias, técnicas, prácticas y soluciones.
- Aumento de la eficiencia y la productividad con más colaboración y el uso de los procesos más adecuados.
- Incremento del trabajo en equipo, de la innovación y de la búsqueda de soluciones creativas.
- Disminución del desfase del aprendizaje y más obtención de conocimientos de una forma sistemática.
- Aceleración de la curva de productividad de los nuevos empleados a través de la formación asertiva y el acceso a los datos, a la información y al conocimiento que necesitan.
- Estandarización de los procesos y acceso rápido a la información, tornando más inteligente la toma de decisiones.

A manera de conclusión se puede decir que la información debe ser administrada y transmitida en las empresas para que puedan tener capacidad de respuesta y adaptación en cualquier medio. Debe ser parte fundamental en su proceso evolutivo.

La gestión del conocimiento elabora, recopila y comparte bienes intelectuales con la finalidad de obtener resultados óptimos para las empresas en cuanto a productividad e innovación se refiere. Una organización que logre generar, asimilar y aprovechar al máximo el conocimiento estará a la cabeza de sus competidores.

2. GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO EN LAS EMPRESAS CUBANAS

Dado que ningún país está exento de la realidad del mundo contemporáneo competitivo y globalizado, las empresas cubanas deben comenzar a girar la atención en torno a estos nuevos conceptos, en especial a la gestión del conocimiento. ¿Pero qué sucede actualmente en Cuba respecto a dicha gestión?

En Cuba la utilización intensiva del conocimiento se ha centrado en algunos sectores más que en otros, a pesar del alto nivel de formación de los recursos humanos y la necesidad de impulsar la economía cubana con eficiencia. Ejemplo de esto han sido los centros que se dedican a la investigación científica y médico-farmacéutica más que las empresas en sí (Borrás & Campos, 2018).

Cuba se encuentra inmersa en un entorno muy cambiante y en ocasiones hostil, con sus particularidades específicas pretende insertarse y hacerse competitiva, potenciando su capital intelectual, el cual tiene sus bases en el desarrollo y fortalecimiento de la cultura organizacional.

No es posible introducir la gestión del conocimiento en una empresa cubana si antes no existe una cultura organizacional que le permita a los directivos adoptar las medidas necesarias para el establecimiento de conductas que sirvan de apoyo al logro de sus objetivos de gestión del conocimiento.

En términos de información, la empresa solo reconoce su importante papel en la cadena de valor de los procesos, productos y servicios; no hay una visión estratégica del papel que juega este importante recurso, y se ve como parte de otros sistemas.

Los directivos de las empresas cubanas reconocen la importancia de los activos intangibles en el éxito de sus organizaciones. Sin embargo, la administración del capital intelectual enfatiza mayormente en los componentes humano y relacional. El capital social es el componente con mayores insuficiencias en su gestión. Activos tan importantes en la creación de valor como la motivación y creatividad del personal, así como el desarrollo de la innovación empresarial no han alcanzado niveles satisfactorios de gestión. El impacto social y medioambiental, que marca la responsabilidad social empresarial, aún no es objeto de atención por la mayoría de las entidades cubanas.

Desde las directrices que se trazan a nivel de país hay un claro interés por llevar a cabo en todas las empresas una adecuada gestión del conocimiento para facilitar la toma de decisiones, incrementar el valor del producto y/o servicio final y optimizar el funcionamiento de las mismas.

Por tanto, es importante aclarar que en las empresas existen manuales de gestión del conocimiento, pero no muchas empresas logran aplicarlo a cabalidad o incluso de manera correcta, aunque sea parcialmente. Esto se debe a disímiles factores tanto internos como externos.

Las barreras a lo interno toman un papel protagónico al ser aquellas que dependen únicamente del que-hacer diario de las empresas. Por lo cual, son barreras difíciles de romper pero que solo se necesita la voluntad explícita de las empresas para hacerlo.

Las principales barreras para implantar una gestión del conocimiento en la empresa vienen determinadas por:

- Las personas y su resistencia a los cambios derivadas de la cultura de organización.

- La falta de ejemplos prácticos que sirvan de guía a otras organizaciones.
- El tamaño y complejidad de la organización.

Desde luego, superar las tres barreras no es fácil, pero se puede. El tamaño, por ejemplo, es una ventaja para las empresas pequeñas.

Precisamente son este tipo de empresas, donde las estructuras son más pequeñas y donde los administrativos tienen un mayor control sobre su personal y estructura los que más pueden beneficiarse de esto si:

- Tienen un compromiso claro para desarrollar los roles e incentivar que las personas se hagan responsables.
- Crear la estructura necesaria para ello con recursos.

Es importante analizar otra de las barreras que trata sobre la desvinculación o poca comunicación que existe entre empresas, instituciones de educación superior y centros de investigación. Esto crea un vacío y freno en el desarrollo y generación de conocimientos, ya que estas dos últimas deben ser los motores del desarrollo y donde se generan las ideas e innovaciones en última instancia. La desvinculación entre estos tres agentes crea una falta de información y datos necesarios entre unos y otros dando como resultado que las instituciones y centros no conozcan realmente los problemas que tienen las empresas y puedan crear soluciones. Las empresas a su vez desconocen el potencial que las demás instituciones albergan y los hallazgos científicos o las más recientes innovaciones. Todo esto se traduce en falta de conocimiento y pérdida de oportunidades, que propician un esquema de promoción basado en la reflexión acerca de dónde se está en la actualidad y dónde se quiere estar en el futuro, por lo que resulta importante determinar qué se debe hacer para lograrlo.

Por otro lado, no se pueden obviar las constantes barreras externas con las que deben lidiar las empresas cubanas. Estas barreras se deben a las condiciones existentes en el mundo contemporáneo, pero también a las características como país en desarrollo, bloqueado, que son condiciones que hacen que las soluciones se

vuelvan menos viables y más engorrosas para el desarrollo y evolución del sistema empresarial cubano.

Se conoce que en los países subdesarrollados se da el proceso de difusión de las tecnologías ya creadas por los países desarrollados. En este proceso de difusión también se da un proceso de cambio tecnológico para adaptarlas a la realidad latinoamericana y obtener mejores y más duraderos resultados al aplicarla y/o utilizarla. En el caso de Cuba se hacen especialmente difíciles ambos procesos.

Por nombrar algunas de las más importantes están los problemas con la obsolescencia tecnológica, con las redes de comunicación y la conectividad.

CONCLUSIONES

En un mundo versátil como el de hoy, envuelto en una atmósfera de evolución, la única capacidad perdurable, es la capacidad de aprender, puesto que el aprendizaje es un elemento que el ser humano tiene implícito y está en constante desarrollo. Las organizaciones que desarrollan la habilidad de aprender a aprender se transforman en organizaciones inteligentes, es decir, instituciones que están en un proceso de búsqueda y conocimiento y generación de instrucción permanentemente y que mediante sus aprendizajes se adaptan de manera constante y fluida a las modificaciones que sufren los entornos sociales.

Las tecnologías de la información y comunicación (TIC), constituyen una poderosa herramienta que ha desarrollado el ser humano para favorecer los procesos de aprendizaje, y aplicada en la gestión del conocimiento permite almacenar, compartir y utilizar el conocimiento con el objetivo de mejorar la calidad en el cumplimiento y desarrollo de la misión de la empresa.

La gestión del conocimiento es una nueva tendencia en la economía moderna, que paulatinamente se está convirtiendo en el factor clave de éxito para las organizaciones. Además de la aplicación de las herramientas tecnológicas para la manipulación de los datos

y la información de la organización, es también importante poner énfasis en la gestión del capital humano para explotar todo el potencial que puede estar contenido en cada colaborador de la empresa.

En Cuba, las líneas estratégicas nacionales indican que se avanza hacia la gestión del conocimiento, aunque aún existen trabas para poder llevarlo a cabo en todas las empresas de manera óptima. Sin embargo, en este empeño se han publicado nuevas leyes respecto a la superación profesional, en especial, para jóvenes y jóvenes talentos para lograr la adquisición de conocimientos, innovación y motivación dentro de las empresas e instituciones, y así fomentar un colectivo estable que lleve a cabo esta gestión.

Se entiende que existen barreras internas y externas. Y aunque respecto a las externas hay poco que se puede hacer en el corto plazo al menos, están presentes las internas que golpean en muchos ámbitos a las empresas cubanas, entre estos, a la gestión del conocimiento. Estas son las barreras que en el corto y mediano plazo se deben eliminar, además de ser una meta más objetiva y que depende plenamente del funcionamiento interno de las empresas, instituciones, e incluso, del país.

REFERENCIAS

- Álvarez-González, C. F. (2016). La angustia, principio de posibilidad del conocimiento. *Revista Perspectivas*, 1(1), 30-37. <https://doi.org/10.22463/25909215.968>
- Bañegil Palacios, T. M. & Sanguino Galván, R. (2003). Gestión del conocimiento y estrategia. *Revista Madri+d*, 19, <https://www.madrimasd.org/revista/revista19/tribuna/tribuna3.asp>
- Barney, J.B. (1997). *Gaining and Sustaining Competitive Advantage*. Boston MA: Addison-Wesley, Publishing Company.
- Borrás-Atiénzar, F. & Campos-Chaurero, L. (2018). El capital intelectual en las empresas cubanas. *Ingeniería Industrial*, 39(1), 56-66. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59362018000100007
- Cadena Díaz, I. D., Hermosa Cruz, J. P. & Pardo Rozo, Y. Y. (2017) Percepción del manejo de residuos sólidos en la plaza de mercado La Concordia Florencia Caquetá. *Revista Faccea*, 7(1) 67-73 <http://www.udla.edu.co/revistas/index.php/faccea/article/view/655/658>
- Calvo Giraldo, O. (2018). La gestión del conocimiento en las organizaciones y las regiones: una revisión de la literatura. *Tendencias*, 19(1), 140-163. doi: <http://dx.doi.org/10.22267/trend.181901.91>
- Chiavenato, I. (2004). *Introducción a la teoría general de la administración*. México: McGraw Hill.
- Dalkir, K. (2005). *Knowledge Management in Theory and Practice*. Burlington: McGill University.
- Real Academia Español –RAE–. (2014). *Diccionario de la lengua española*. Madrid: Espasa.
- Drucker, P. F. & Orbegozo, G. (2003). *Harvard Business Review. Gestión del conocimiento*. Bilbao: Deusto.
- Jiménez, A. (1999). Las competencias y el capital intelectual: la manera de gestionar personas en la era del conocimiento. *Boletín Club Intellect*, 2, 2-5.
- La Fé Jiménez, R. Y. & Castellanos Castillo, J. R. (2017). La gestión del conocimiento en empresas cubanas. *Revista Centro Azúcar*, 44(4), 77-87. <http://centroazucar.uclv.edu.cu/media/articulos/PDF/2017/4/8%20Vol.%2044%20No.4%202017.pdf>
- Lage Dávila, A. (2018). *La osadía de la ciencia*. La Habana: Sello Editorial Academia. https://www.clacso.org.ar/cubaenrevolucion/detalle.php?id_libro=1735
- Davenport, T. H. & Klahr, P. (1998). Managing customer support knowledge. *California Management Review*, 40(3), 195-207. <https://doi.org/10.2307/41165950>
- Guerras Martín, L. A. & Navas López, J. E. (1998). *La dirección estratégica de la empresa. Teoría y aplicaciones*. Madrid: Civitas.
- Ortiz Barbosa, M. F. & Pacheco Sánchez, C. A. (2017). Psicología del color: estrategias inmersas en el servicio de las agencias de publicidad. *Revista Científica Profundidad*, 7(7), 39-45. <https://revistas.ufps.edu.co/index.php/profundidad/article/view/2427/2536>
- Peluffo A., M. B. & Catalán Contreras, E. (2002). *Introducción a la gestión del conocimiento y su aplicación al sector público*. Serie manuales, 22. Santiago de Chile: Cepal/Eclac. <https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/5586/S2002617-es.pdf?sequence=1>
- Revilla Gutiérrez, E. (1996). *Factores determinantes del aprendizaje organizativo. Un modelo de desarrollo de productos*. Valladolid: Club Gestión de Calidad.
- Saint-Onge, H. (1996). Tacit knowledge: the key to the strategic alignment of intellectual capital. *Planning Review*, 24(2). <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/eb054547/full.html>
- Sarvary, M. (1999). Knowledge management and competition in the consulting industry. *California Management Review*, 41(2), 95-107. <https://doi.org/10.2307/41165988>

APLICACIÓN DE UN MÉTODO HEURÍSTICO Y MODELACIÓN MATEMÁTICA PARA EL DISEÑO DE RUTAS VEHICULARES EN LA EMPRESA ECO URBAN S.A DE LA CIUDAD DE TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO

APPLICATION OF A HEURISTIC METHOD AND MATHEMATICAL
MODELING FOR THE DESIGN OF VEHICLE ROUTES
IN THE COMPANY ECO URBAN S.A OF THE CITY
OF TOLUCA STATE OF MEXICO



¹H. Paz Orozco, ²I. Flórez Burbano, ³Y. León Campo

¹Docente de ingeniería industrial, Corporación Universitaria Comfacauba – Grupo de investigación Cadenas de Valor.

²Docente de ingeniería industrial, Corporación Universitaria Comfacauba – Grupo de investigación Cadenas de Valor.

³Investigadora, Corporación Universitaria Comfacauba – Grupo de investigación Cadenas de Valor.

Recibido: 20-04-2020 Aprobado 10-06-2020

RESUMEN

El problema de ruteo vehicular, VRP (Vehicle Routing Problem) propone alternativas de solución para Eco Urban S.A. una empresa mexicana encargada de la recolección de material PET (polietileno tereftalato) posconsumo en diferentes puntos de acopio dispersos en la ciudad de Toluca, estado de México; teniendo en cuenta que la empresa no posee un estudio de VRP que le permita elegir de manera eficiente el trayecto a seguir para la recolección del material. Por tal razón se propuso el diseño de una ruta vehicular para la recolección de PET que minimice los costos de transporte asociados a la operación realizada por la empresa, para ello se caracterizó el sistema de recolección actual identificando aspectos relevantes como la capacidad, distancias de recorrido desde la bodega de almacenamiento hasta los puntos de acopio. Luego, se formula el modelo matemático definiendo índices, variables, parámetros y restricciones que limitan la función objetivo para obtener la ruta óptima. Se define y desarrolla el método heurístico de barrido. Finalmente, se analizan y comparan los resultados arrojados por los modelos de estudio y el sistema actual de recolección, exponiendo la mejor ruta vehicular para la recolección de PET que opere al mínimo costo.

Palabras clave: ruteo vehicular, recolección, método heurístico, costo, transporte, PET.

¹ hpaz@unicomfacauba.edu.co, orcid.org/0000-0003-4661-8538.

² iflorez@unicomfacauba.edu.co, orcid.org/0000-0002-1270-7981.

³ yesikaleon@unicomfacauba.edu.co, orcid.org/0000-0002-7321-5892.

ABSTRACT

The Vehicle Routing Problem, VRP (*Vehicle Routing Problem*) proposes solution alternatives for Eco Urban SA, a Mexican company in charge of collecting post-consumer PET (*Polyethylene Terephthalate*) material at different dispersed collection points in the city of Toluca, State of Mexico., taking into account that the company does not have a VRP study that allows it to efficiently choose the path to follow to collect the material. For this reason, the design of a vehicle route for the collection of PET was proposed, which minimizes the transportation costs associated with the operation carried out by the company. To do this, identifying relevant aspects such as capacity, travel distances from the storage warehouse to the collection points characterized the current collection system. Then, the mathematical model is formulated defining indices, variables, parameters and constraints that limit the objective function to obtain the optimal route. The heuristic sweep method is defined and developed. Finally, the results of the study models and the current collection system are analyzed and compared, exposing the best vehicular route for the collection of PET that operates at minimum cost.

Keywords: Vehicle routing, Collection, Heuristic method, Cost, Transport, PET.



1. INTRODUCCIÓN

La caracterización de las cadenas productivas es una actividad fundamental para la gestión eficiente de las cadenas de suministro (García Cáceres & Escobar, 2016). Por tal motivo, la creación de instrumentos para la caracterización de tales cadenas es una actividad previa indispensable (Ramanujan, Bernstein, Chandrasegaran & Ramani, 2017; Bimpikis, Candogan & Ehsani, 2019).

Así diferentes estudios exploran la construcción de herramientas e instrumentos para medir el desempeño de las cadenas (Banomyong & Supatn, 2011), o para la recolección de datos primarios (Oncioiu *et al.*, 2019; Huff *et al.*, 2015).

Un ejemplo de esto es la gestión de la cadena de suministro o SCM (Supply Chain Management) al incluir todas las actividades relacionadas con el flujo y transformación de bienes y productos, desde que se recoge la materia prima hasta que llega al consumidor final (Tavasszy & Friedrich, 2019). El transporte es un área de decisiones clave en la mezcla de la logística, pues incluye la selección del modo de transporte, el tamaño del envío y el diseño de rutas (Xiao *et al.*, 2012). La programación de vehículos y la consolidación de envíos, mejora la eficiencia mediante la máxima utilización de equipos y personal. Lo que es trascendental para disminuir los costos (Galindres Guancha, Toro Ocampo & Escobar

Zuluaga, 2015; Zhang, *et al.*, 2015), de los cuáles los de transporte normalmente se hallan entre un tercio y dos tercios de los costos logísticos totales (Gayialis, Kostantakopoulos & Tatsiopoulos, 2019).

Actualmente, empresas manufactureras como PetStar, planta de reciclaje PET marca aliada de Coca-Cola FEMSA México, enfocan esfuerzos organizacionales para integrar un sistema de logística inversa dentro de la SCM que permita lograr una sostenibilidad ambiental para utilizar como materia prima productos posconsumo, con la finalidad de reintegrarlos a la cadena de valor (Abdel-Basset *et al.*, 2020).

Para abastecerse de material suficiente en cantidades constantes, la empresa ha subcontratado la operación de recuperación de PET a empresas locales, dedicadas a la recolección de residuos sólidos, especialmente PET grado alimenticio. Sin embargo, la empresa de este estudio, realiza esta actividad de forma empírica, no existe una planeación o ruta vehicular para transportar el producto de forma efectiva desde los centros de acopio hasta la bodega donde se almacena el material compactado; lo que ha ocasionado continuos incumplimientos al momento de recoger material en los centros de acopio dispuestos por los socios proveedores.

El problema de ruteo vehicular (VRP) es un problema clásico de optimización combinatoria integrado en varias aplicaciones (Sharma, Routroy & Yadav, 2018). Se tiene un centro de almacenamiento, un conjunto de nodos o proveedores dispersos geográficamente y un vehículo para la recolección de producto (PetStar, 2018). Esta investigación caracterizó, diseñó un modelo matemático y evaluó una ruta vehicular para la recolección de PET que minimice los costos de transporte asociados a la operación realizada por la empresa.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Descripción de la empresa

Eco Urban S.A. es una empresa dedicada al acojo y compactación de materiales posconsumo, especialmente de PET. Actualmente, tiene convenios con trece escuelas Unesco (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura) y 6 centros divididos en sector público y privado quienes actúan como socios proveedores de PET.

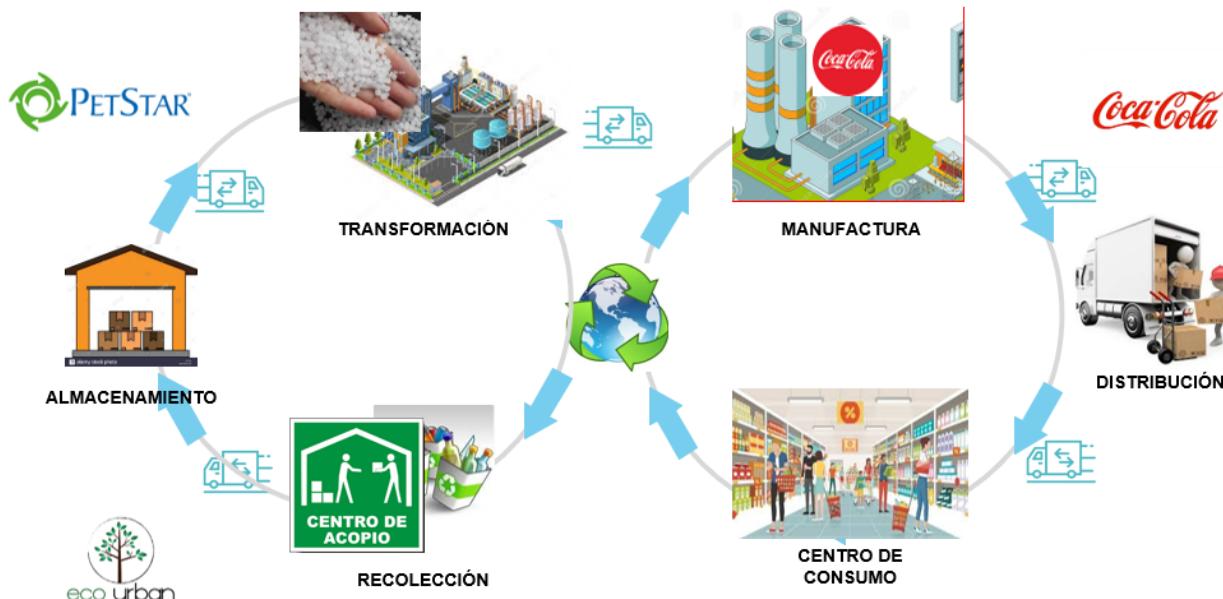


Fig. 1. Cadena de suministro para Eco Urban S.A.

2.2. Costos asociados al transporte de producto reciclado

Para el caso de estudio, los costos asociados se realizan en un vehículo de una capacidad de carga de 700 Kg, estos son: costo de mano de obra, combustible, mantenimiento, depreciación (Tabla 1). Se establece que el vehículo se mueve a una velocidad promedio de 30 km/h para la zona urbana, teniendo en cuenta que el máximo permitido para dicha zona es de 40 km/h.

El costo por kilómetro recorrido es definido por la siguiente ecuación:

$$\frac{USD}{km} = \frac{C_{mo} + C_{comb} + C_{mant} + C_{dep}}{V_{veh}}$$

Tabla 1. Costo por kilómetro recorrido

Variable	Unidad	Costo
Costo de mano de obra (2 operarios)	USD/h	3.10
Costo de combustible	USD/h	2.49
Costo de mantenimiento	USD/h	3.11
Costo de depreciación	USD/h	2.80
Velocidad promedio	Km/h	30
Costo total	USD/km	0.383

2.3. Características del sistema de recolección actual

La empresa realiza la recolección de forma empírica, confiando en la experiencia del conductor para mover y recolectar material por los 19 centros de acopio que deben ser visitados una vez a la semana.

La recolección se realiza durante la jornada de 8:00 am a 5:00 pm que equivalen a 8 horas de trabajo y una hora para descanso. El tiempo promedio de carga de material es de 15 minutos para cargas de 35 kg y 25 minutos para cargas de 70 kg en cada punto de acopio.

Para efectos del caso estudio, se tendrá en cuenta la recopilación de datos sobre tres rutas empíricas que generalmente son recorridas por el vehículo de la empresa, de acuerdo a la cercanía entre los puntos de acopio, los días martes, miércoles y jueves, en donde la bodega de almacenamiento es el punto de origen y llegada para entregar el material recogido y continuar así con los demás procesos logísticos establecidos como recepción, almacenamiento y entrega final (PetStar, 2018).

2.4. Resumen de la ruta de recolección actual

Como se observa en la Tabla 2 las rutas están integradas por 22 paradas en las que recogerá 1.120 kg de PET recorriendo una distancia total de 307 kilómetros, con un promedio de utilización del vehículo de 53%, en un tiempo total de 828 minutos equivalentes a 13 horas y 48 minutos, a un costo total de 117.89 USD.

Ruta 1

Ruta comprendida por las escuelas 1, 4, 8, 10, 13, 15, 17 y 19 que son visitadas el día martes. La bodega de almacenamiento es el punto de origen y llegada.

Nº	Nombre
0	Bodega de almacenamiento
1	Esc. Sec. Ofic. N° 0001 "Miguel Hidalgo"
4	Esc. Sec. Ofic. N° 0004 "Dr. Jorge Jiménez Cantú"
10	Esc. Sec. Ofic. N° 0014 "Primero de Mayo"
13	Esc. Sec. Ofic. N° 0547 "Dr. Gustavo Baz Prada"
15	Universidad Albert Einstein
17	Centro Universitario Liceo Mexiquense - CULM
19	Tienda

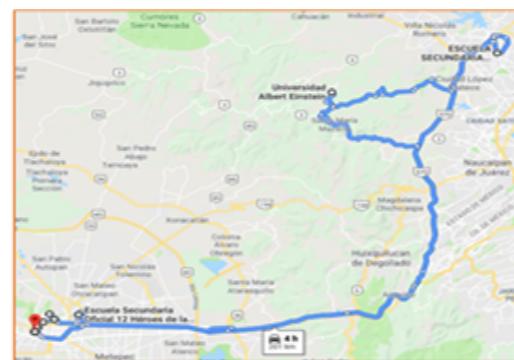


Fig. 2. Puntos de acopio que integran la Ruta 1

Ruta 2

Ruta comprendida por las escuelas 2, 3, 5, 6, 7, 9, y 14 que son visitadas el día miércoles. La bodega de almacenamiento es el punto de origen y llegada.

Nº	NOMBRE
0	Bodega de Almacenamiento
2	Esc. Sec. Ofic. N° 0002 "Adolfo López Mateos"
3	Esc. Sec. Ofic. N° 0003 "Benito Juárez"
5	Esc. Sec. Ofic. N° 0007 "Estado de México"
6	Esc. Sec. Ofic. N° 0009 "León Guzmán"
7	Esc. Sec. Ofic. N° 0011 "Cinco de Mayo"
9	Esc. Sec. Ofic. N° 0013 "Héroes de Chapultepec"
14	Centro de Desarrollo Infantil Valentina Cantón Arjona

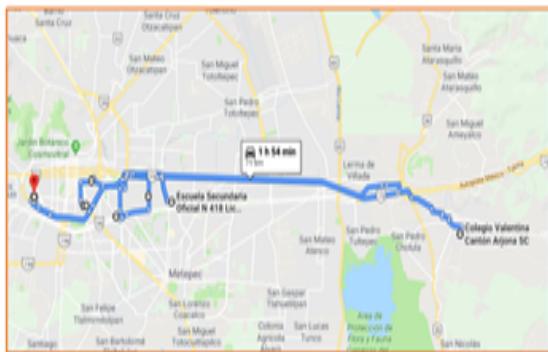
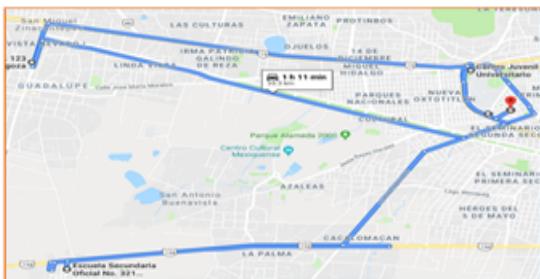


Fig. 3. Puntos de acopio que integran la Ruta 2

Ruta 3



Ruta 3 integrada por las escuelas 11, 12, 16 y 18 que son visitadas el día jueves. La bodega de almacenamiento es el punto de origen y llegada.

Nº	NOMBRE
11	Esc. Sec. Ofic. N° 0123 "Gral. Ignacio Zaragoza"
12	Esc. Sec. Ofic. N° 0321 "Joaquín Baranda"
16	Facultad de Humanidades
18	Centro Juvenil Universitario - CJU

Figura 4. Puntos de acopio que integran la Ruta 3

TABLA 2.

Resumen ruta de recolección actual

Ruta actual empírica	Demanda Kg	Dist. total recorrida Km	Tiempo total min	% Promedio de utilización del vehículo	Costo total ruta USD
Ruta 1	455	201,35	410	65	77,18
Ruta 2	455	70,93	279	65	27,19
Ruta 3	210	35,25	139	30	13,51
Totales	1120	307,53	828	160	117,88

2.5. Matriz de distancias y coordenadas cartesianas

Con el fin de generar el modelo de ruteo de vehículos, se optó por ubicar geográficamente los puntos de acopio y la bodega de almacenamiento para realizar la matriz de distancias entre cada nodo, con distancias reales por carretera obtenidas con Google Maps®, utilizando la herramienta UTM®, se convirtieron las coordenadas geodésicas en coordenadas cartesianas.

Posteriormente, se restan las coordenadas cartesianas de la bodega de almacenamiento a las coordenadas de cada punto de acopio, de acuerdo a su respectivo eje, la bodega tiene coordenadas (0,0) y las coordenadas de los puntos de acopio queden organizadas en función a las que corresponden a la bodega.

TABLA 3.
Coordenadas cartesianas para cada punto de acopio

Nº	Nombre	Demanda	Coordenadas geográficas		Coordenadas cartesianas		Coordenadas respecto a la bodega (0,0)	
			N	W	X	Y	X	Y
0	Bodega de almacenamiento Eco Urban S.A.	N.A.	19,28031	-99,67457	-5937204,2	2092688,7	0	0
1	Esc. Sec. Ofic. N° 0001 “Miguel Hidalgo”	70	19,29399	-99,6563	-5937033,542	2094118,046	170,6581	1429,3461
2	Esc. Sec. Ofic. N° 0002 “Adolfo López Mateos”	70	19,28343	-99,65788	-5937386,352	2093014,702	182,1517	326,0015
3	Esc. Sec. Ofic. N° 0003 “Benito Juárez”	70	19,27705	-99,64974	-5937759,735	2092348,064	555,5354	-340,6363
4	Esc. Sec. Ofic. N° 0004 “Dr. Jorge Jiménez Cantú”	70	19,2864	-99,67294	-5937013,527	2093325,024	190,6727	636,3243
5	Esc. Sec. Ofic. N° 0007 “Estado de México”	70	19,2859	-99,64588	-5937508,816	2093272,782	304,6159	584,0818
6	Esc. Sec. Ofic. N° 0009 “León Guzmán”	70	19,27725	-99,64845	-5937775,259	2092368,962	571,0591	-319,7382
7	Esc. Sec. Ofic. N° 0012 “Héroes de la Independencia”	70	19,28043	-99,61734	-5938207,905	2092701,239	1403,7045	12,5386
8	Esc. Sec. Ofic. N° 0011 “Cinco de Mayo”	70	19,29951	-99,63325	-5937234,041	2094694,767	984,09	2006,0666
9	Esc. Sec. Ofic. N° 0013 “Héroes de Chapultepec”	70	19,27331	-99,63361	-5938178,463	2091957,264	974,2631	-731,4359
10	Esc. Sec. Ofic. N° 0014 “Primero de Mayo”	70	19,29996	-99,66094	-5936736,42	2094741,781	467,7796	2053,081
11	Esc. Sec. Ofic. N° 0123 “Gral. Ignacio Zaragoza”	70	19,2887	-99,73479	-5935834,799	2093565,338	-1369,4011	876,6377
12	Esc. Sec. Ofic. N° 0321 “Joaquín Baranda”	70	19,25253	-99,73039	-5937215,387	2089785,764	-1118,6	-2902,9363
13	Esc. Sec. Ofic. N° 0547 “Dr. Gustavo Baz Prada”	70	19,59017	-99,3929	-5932432,887	2125035,323	4771,3126	32346,6226
14	Centro de Desarrollo Infantil Valentina Cantón Arjona	35	19,26703	-99,46086	-5941416,801	2091301,036	2691,6005	-1387,6645
15	Universidad Albert Einstein	35	19,54684	-99,23598	-5933512,6	2120515,709	3691,6005	27827,0091
16	Facultad de Humanidades	35	19,27968	-99,67742	-5937176,545	2092622,872	-27,6546	-65,828
17	Centro Universitario Liceo Mexiquense - CULM	35	19,29129	-99,66638	-5936953,077	2093835,948	251,1226	1147,2476
18	Centro Juvenil Universitario - CJU	35	19,28719	-99,6796	-5936867,386	2093407,567	-336,8139	718,8671
19	Tienda	35	19,28502	-99,67126	-5937092,934	2093180,835	111,2664	492,1346

3. FORMULACIÓN DEL MODELO DE RUTEO VEHÍCULAR

El objetivo es minimizar la distancia total recorrida y sus costos (Braekers, Ramaekers & Nieuwenhuyse, 2016).

3.1. Supuestos y limitaciones

- Existe un único depósito y cada vehículo inicia y finaliza en él.
- La empresa cuenta con un vehículo para el transporte de material y el vehículo puede o no hacer uso del total de su capacidad de carga.
- Se debe considerar la capacidad del vehículo que es de 700 kg.
- La demanda de cada punto de acopio es conocida, no presenta cambios en el periodo y debe ser atendida en su totalidad por un solo vehículo.
- El tiempo total de la ruta no debe sobrepasar las 8 horas laborales.

- No hay conflicto en los horarios de entrega del producto.
- El tráfico en la ruta asignada es una variable que no se puede controlar ni predecir, por lo tanto, el vehículo estará sujeto al tráfico que pueda existir en la ruta.
- El costo de transporte está asociado a la distancia total recorrida.

3.2. Índices del modelo

Nodos: conjunto de nodos, unión entre puntos de paradas y de depósito, indexados en i y j , donde i difiere de j ($i \neq j$), y en el que cada uno tiene una demanda conocida (Baldacci, Toth & Vigo, 2010).

i: Nodo de partida i {0,1,2,3, ..., 19}

j: Nodo de llegada j {0,1,2,3, ..., 19}

n: Nodos {0,1,2,3, ..., 19}

k: Vehículo o recurso utilizado k {1}

t: Tiempo en semana

TABLA 4.
Notación básica del problema

Conjunto	Clase de elemento	Indexación	Notación básica
BA = {0}	Bodega de almacenamiento	i, j	BA[i,j]
PA = {1, 2, 3, ..., 19}	Punto de acopio	i, j	PA[i,j]
PROD = {p}	PET posconsumo grado alimenticio	P	PROD[p]
PER = {1}	Periodo de tiempo, semana.	t	T
VEH = {1}	Vehículo	k	VEH[k]

3.3. Parámetros

C_{mo} : costo de mano de obra por hora laboral de transportar el producto $p \in \text{PROD}[p]$ en el vehículo $k \in \text{VEH}[k]$ en la ruta desde $i \in (\text{BA} \cup \text{PA}) [i, j]$ hacia $j \in (\text{BA PA}) [i, j]$.

C_{comb} : costo de combustible consumido en una hora por el vehículo $k \in \text{VEH}[k]$ al recorrer la ruta desde $i \in (\text{BA} \cup \text{PA}) [i, j]$ hacia $j \in (\text{BA PA}) [i, j]$.

C_{mant} : costo de mantenimiento por hora laboral del vehículo $k \in \text{VEH}[k]$ en la ruta desde $i \in (\text{BA} \cup \text{PA}) [i, j]$ hacia $j \in (\text{BA} \cup \text{PA}) [i, j]$.

C_{depr} : costo de depreciación del vehículo $k \in \text{VEH}[k]$ en una hora laboral al recorrer la ruta desde $i \in (\text{BA} \cup \text{PA}) [i, j]$ hacia $j \in (\text{BA} \cup \text{PA}) [i, j]$.

V_{veh} : velocidad promedio en kilómetros recorridos en una hora.

DIST_{ij} : distancia en kilómetros desde el punto de partida i hasta el de llegada j .

D_j : demanda en kilogramos del producto $p \in \text{PROD}[p]$ en el punto de acopio $j \in (\text{BA} \cup \text{PA}) [i, j]$.

Q_k : capacidad en kilogramos del vehículo $k \in \text{VEH}[k]$

TR_{ij} : tiempo en horas, de recorrido entre $i \in (\text{BA} \cup \text{PA}) [i, j]$ y $j \in (\text{BA} \cup \text{PA}) [i, j]$.

TS_j : tiempo en horas, de servicio en cada punto de acopio $j \in (\text{BA} \cup \text{PA}) [j]$.

$Tlab$: tiempo laboral, en horas.

T_{ij} : tiempo total de la ruta de recolección, en horas.

3.4. Variables de decisión

Y_{ijk} : variable de decisión binaria que toma el valor

de: 1 si se asigna el vehículo $k \in \text{VEH}[k]$ para recorrer el arco del nodo $\in (\text{BA} \cup \text{PA}) [i, j]$ hacia los puntos de acopio $j \in (\text{BA} \cup \text{PA}) [i, j]$. 0 en caso contrario.

X_{kpj} : variable de decisión binaria que toma el valor de: 1 si se realiza el recorrido en el vehículo $k \in \text{VEH}[k]$ para la recolección del producto $p \in \text{PROD}[p]$ desde $\in (\text{BA} \cup \text{PA}) [i, j]$ hacia los puntos de acopio $j \in (\text{BA} \cup \text{PA}) [i, j]$ en la semana $t \in \text{PER}$. 0 en caso contrario.

3.5. Función objetivo

El objetivo es encontrar una ruta que opere al mínimo costo total de transporte dependiendo, de la distancia recorrida entre cada nodo, por el vehículo, iniciando la ruta de recolección en la bodega de almacenamiento.

$$\begin{aligned} \text{Min } Z = & \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n \left(\frac{C_{mo}}{V_{veh}} \right)_{ij} * DIST_{ij} * X_{kpj} + \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n \left(\frac{C_{comb}}{V_{veh}} \right)_{ij} * DIST_{ij} * X_{kpj} \\ & + \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n \left(\frac{C_{mant}}{V_{veh}} \right)_{ij} * DIST_{ij} * X_{kpj} + \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n \left(\frac{C_{depr}}{V_{veh}} \right)_{ij} * DIST_{ij} * X_{kpj} \end{aligned}$$

3.6. Restricciones

El modelo está sujeto a:

- Restricción que hace **obligatoria la asignación** de un vehículo $k \in \text{VEH}[k]$ a la ruta desde $\in (\text{BA} \cup \text{PA}) [i, j]$ hacia los puntos de acopio $j \in (\text{BA} \cup \text{PA}) [i, j]$, si esta es recorrida.

$$\sum_k^n Y_{ijk} = X_{kpj} \quad \forall i, j$$

- Restricción que asegura que el vehículo $\in \text{VEH}[k]$ **parte** una sola vez de cada origen $i \in (\text{BA} \cup \text{PA}) [i, j]$.

$$\sum_{i=0}^n X_{kpj} = 1 \quad \forall k$$

- Restricción que asegura que el vehículo $k \in \text{VEH}[k]$ **llega** una sola vez a cada destino $j \in (\text{BA} \cup \text{PA}) [i, j]$.

$$\sum_{j=0}^n X_{kpj} = 1 \quad \forall k$$

- Restricción que asegura que la demanda del producto $p \in \text{PROD}[p]$ a recolectar debe ser menor o igual a la **capacidad** del vehículo $k \in \text{VEH}[k]$.

$$\sum_{i=0}^n \sum_{j=1}^n D_i * X_{kpj} \leq Q_k \quad \forall k$$

- Restricción que asegura que Y_{ijk} el tiempo total de la ruta de recolección debe ser menor o igual al **tiempo laboral**.

$$\sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n (TR_{ij} + TS_j) * X_{kpijt} \leq Tlab \quad \forall k$$

- Restricción que asegura que es **binaria**.

$$X_{kpijt} \in \{0,1\} \quad U_i \geq \emptyset$$

- Restricción que **elimina subciclos**, es decir, asegura que el vehículo $k \in \text{VEH}[k]$ no pase dos veces por la misma ruta.

$$U_i - U_j + nX_{kpijt} \leq n - 1 \quad \forall i \neq j \leq n$$

Donde n: número de nodos y U: variable que representa un entero 1 y n.

- Restricción que asegura que es **binaria**.

$$Y_{ijk} \in \{0,1\} \quad U_i \geq \emptyset$$

4. RESULTADOS

4.1. Diseño de rutas por GAMS

La ruta general está integrada por la suma de las dos rutas obtenidas por el software GAMS que recoge 1.120 kg de PET recorriendo una distancia de 250,90 kilómetros y un tiempo de 10 horas y 55 minutos con un costo total de 96,178 USD, como se muestra en la Tabla 5.

TABLA 5.

Resumen de la ruta de recolección arrojada por el software GAMS

Modelo matemático - GAMS	Demanda Kg	Distancia recorrida Km	Tiempo total min	% Promedio de utilización del vehículo	Costo total ruta USD
Ruta 1	700	26,7	316	100	10,235
Ruta 2	420	224,2	439	60	85,943
Total	1120	250,9	755	80	96,178

4.2. Aplicación del método heurístico de barrido

La ruta general está integrada por la suma de las dos rutas arrojadas por el método de barrido y por la secuencia de paradas obtenidas

por el software Logware, que recogen 1.120 kg de PET recorriendo una distancia total de 281,15 kilómetros en un tiempo total 11 horas y 23 minutos con un costo total de 107,774 USD, a continuación, se presentan los datos.

TABLA 6.

Resumen de la ruta de recolección generada por el método de barrido y el software Logware

Heurístico de barrido - Logware	Demanda Kg	Distancia recorrida Km	Tiempo total min	% Promedio de utilización del vehículo	Costo total ruta USD
Ruta 1	595	202,2	454	85	77,51
Ruta 2	525	78,95	339	75	30,26
Total	1120	281,15	793	80	107,77

4.3. Análisis y comparación de resultados

La reducción de la distancia recorrida, porcentaje de utilización y reducción de costos es significativa en comparación a la situación actual de ruteo de la empresa, lo que corrobora que la heurística de barrido es una alternativa válida para este caso. Sin embargo, la

tabla permite identificar que la mejor es la derivada del modelo matemático validado, en la que recorre una distancia de 250.9 km, en un tiempo de 10 horas y 55 minutos, costo de 96,178 USD siendo este 11% al costo de la ruta generada por la heurística de barrido, los resultados son presentados en la Tabla 7.

TABLA 7.

Comparación de la ruta actual y la ruta generada por la modelación propuesta

Descripción	Número de rutas	Demanda Kg	Distancia total recorrida Km	Tiempo total recorrido min	% Promedio utilización del vehículo	Costo total USD	Costo total anual USD
Método de recolección actual	3	1120	307,53	828	53	117,96	6133
Modelo matemático de ruteo vehicular	2	1120	250,9	755	80	96,178	5001
Método heurístico de barrido	2	1120	281,15	793	80	107,774	5604

4.3.1. Análisis de distancia

La distancia de la ruta generada por el modelo en el software GAMS es de 250.9 km, lo que significa una reducción de 19% en la distancia recorrida comparado con la ruta de recolección actual, y un 11% menor a la distancia de la ruta generada por el método heurístico de barrido.

4.3.2. Análisis de tiempo

El tiempo empleado para recorrer la ruta generada por GAMS es de 755 minutos, siendo 9% menor al tiempo empleado en la ruta actual, y un 5% menor al tiempo empleado para recorrer la ruta generada por el método heurístico de barrido.

4.3.3. Análisis de costos de transporte

El costo total de la ruta generada por el modelo en el software GAMS es de 96,178 USD, 19% menor al costo que genera recorrer la ruta actual y 11% menor al costo presentado por la ruta arrojada por el método heurístico de barrido.

La ruta de recolección empírica genera un costo anual de 6.133 USD que, con respecto al costo anual de 5.000 USD de la ruta encontrada por el modelo matemático, representa una reducción de 19% en los costos de transporte.

CONCLUSIONES

Esto valida que resolver problemas de ruteo vehicular, para establecer la mejor forma de recolección de producto, resulta extremadamente útil no solo en problemas relacionados con el reparto y recogida de productos, sino también en una gran variedad de problemas reales ligados a la logística del transporte y la distribución de bienes teniendo en cuenta que, el costo de productos o servicios depende en gran medida en la forma en las que estos se mueven a través del canal de distribución.

Con la ruta de recolección actual el recurso vehicular es usado al 80% pero, se estima que al modelo se pueden añadir un máximo de cuatro puntos de acopio que representen en conjunto 280 kg de material a recolectar, así la capacidad del vehículo será usada al 100%.

Las propuestas fueron planteadas según la capacidad del vehículo, debido a que este puede transportar como máximo 700 kg de material PET generando así dos rutas que satisfacen la recolección de material en su totalidad.

Se evidencia la necesidad de que la empresa haga un análisis de viabilidad económica para la recolección de material PET en los puntos de acopio 15 y 13 ubicados, pues al ser los puntos más lejanos generan costos

de transporte muy superiores al valor del producto recolectado por lo que se recomienda analizar la posibilidad de buscar nuevos puntos de acopio cercanos a la zona que hagan viable, económicamente, el recorrido hasta ese lugar.

El modelo matemático de ruteo vehicular puede ser modificado dado el caso en que la empresa decida ampliar los puntos de acopio o el número de vehículos manteniendo una flota homogénea; para que en estudios futuros se tomen en cuenta más variables y se evalúen las soluciones que estas generen.

REFERENCIAS

- Abdel-Basset, M., Mohamed, R., Sallam, K. & Elhoseny, M. (2020). A novel decision-making model for sustainable supply chain finance under uncertainty environment. *Journal of Cleaner Production*, 269(1), 122324. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.122324>.
- Baldacci, R., Toth, P. & Vigo, D. (2010). Exact algorithms for routing problems under vehicle capacity constraints. *Annals of Operations Research*, 175, 213-245. <https://doi.org/10.1007/s10479-009-0650-0>
- Banomyong, R., & Supatn, N. (2011). Developing a supply chain performance tool for SMEs in Thailand. *Supply Chain Management*, 16(1), 20-31. <https://doi.org/10.1108/13598541111103476>
- Bektas, T. & Laporte, G. (2011). The Pollution-Routing Problem. *Transportation Research Part B: Methodological*, 45(8), 1235-1250. <https://doi.org/10.1016/j.trb.2011.02.004>
- Bimpikis, K., Candogan, O. & Ehsani, S. (2019). Supply Disruptions and optimal network structures. *Management Science*, 65(12), 23-24. <https://doi.org/10.1287/mnsc.2018.3217>
- Braekers, K., Ramaekers, K. & Nieuwenhuyse, I. V. (2016). The vehicle routing problem: State of the art classification and review. *Computers & Industrial Engineering*, 99, 300-313. <https://doi.org/10.1016/j.cie.2015.12.007>
- Bussieck, M. (2004). Sistema de modelado algebraico general (GAMS). En: Kallrath J. (ed.). *Modelado de lenguajes en optimización matemática. Optimización Aplicada*, vol. 88. Boston, MA: Springer.
- Clarke, G. & Wright, J. W. (1964). Scheduling of Vehicles from a Central Depot to a Number of Delivery Points. *Operations Research*, 12, 561-568.
- Chacón Rangel, J. G., Flórez Fuentes, A. S. & Rodríguez Fernández, J. E. (2015). La inteligencia artificial y sus contribuciones a la física médica y la bioingeniería. *Mundo FESC*, 5(9), 60-63. <https://www.fesc.edu.co/Revistas/OJS/index.php/mundofesc/article/view/59>
- Galindres Guancha, L. F., Toro Ocampo, E. M., & Escobar Zuñiga, A. (2015). Solución del problema de ruteo capacitado considerando efectos ambientales mediante una técnica híbrida. *Scientia Et Technica*, 20(3), 207-216. <https://www.redalyc.org/pdf/849/84943818002.pdf>
- García Cáceres, R. G. & Escobar, J. W. (2016). Caracterización de las problemáticas de la cadena de abastecimiento. *DYNA*, 83(198), 68-78. <https://doi.org/10.15446/dyna.v83n198.44532>
- Gayialis S.P., Konstantakopoulos, G. D. & Tatsiopoulos, I. P. (2019). Vehicle Routing Problem for Urban Freight Transportation: A Review of the Recent Literature. *Semantic Scholar*, https://doi.org/10.1007/978-3-319-95666-4_7
- Golden, B. L., Magnanti, T. L., & Nguyen, H. Q. (1977). Implementing vehicle routing algorithms. *Networks*, 7(2), 113-148. <https://doi.org/10.1002/net.3230070203>
- Hoyt, J., Huq, F. & Kreiser, P. (2007). Measuring organizational responsiveness: The development of a validated survey instrument. *Management Decision*, 45(10), 1573-1594. [10.1108/00251740710837979](https://doi.org/10.1108/00251740710837979)
- Huff, A. G., Hodges, J. S., Kennedy, S. P. & Kircher, A. (2015). Evaluation of the Food and Agriculture Sector Criticality Assessment Tool (FASCAT) and the Collected Data. *Risk Analysis*, 35(8), 1448-1467. <https://doi.org/10.1111/risa.12377>
- Onciu, I., Bunget, O. C., Türkeş, M. C., Căpuşneanu, S., Topor, D. I., Tamaş, A. S., Rakos, I-S. & Hint, M. Ş. (2019). The impact of Big Data Analytics on Company Performance in Supply Chain Management. *Sustainability*, 11(18), 4864. <https://doi.org/10.3390/su11184864>
- PetStar (2018). Planta de Reciclaje PetStar. *Wikipedia*. https://es.wikipedia.org/wiki/Planta_de_reciclaje_PetStar
- Ramanujan, D., Bernstein, W., Chandrasegaran, S. K. & Raman, K. (2017). Visual Analytics Tools For Sustainable Lifecycle Design: Current Status, Challenges and Future Opportunities. *Journal of Mechanical Design*, 139(11), 111-145. <https://doi.org/10.1115/1.4037479>
- Sharma, S. K., Routroy, S. & Yadav, U. (2018). Vehicle routing problem: recent literature review of its variants. *International Journal of Operational Research*, 33(1), 1-31. <https://doi.org/10.1504/IJOR.2018.094229>
- Tavasszy, L. & Friedrich, H. (2019). Supply Chain elements in freight transport modelling. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 121, 1-3. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2018.11.009>
- Xiao, Y., Zhao, Q., Kaku, I. & Xu, Y. (2012). Development of a fuel consumption optimization model for the capacitated vehicle routing problem. *Computers & Operations Research*, 39(7), 1419-1431. <https://doi.org/10.1016/j.cor.2011.08.013>
- Zhang, J., Zhao, Y., Xue, W. & Li, J. (2015). Vehicle Routing Problem with Fuel Consumption and Carbon Emission. *International Journal of Production Economics*, 179(part A), 234-242. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2015.09.031>

BENCHMARKING EN LA IMPLEMENTACIÓN DE ERP SAP EN LAS ALCALDÍAS DE CALI Y MEDELLÍN, DESDE LA PERSPECTIVA DEL CENTRO DE COMPETENCIAS

BENCHMARKING IN THE IMPLEMENTATION OF SAP ERP
IN THE MAYOR'S OFFICE OF CALI AND MEDELLÍN, FROM
THE PERSPECTIVE OF THE COMPETENCE CENTER



Alex Roberto Taborda Betancur

Universidad Nacional de Colombia, sede Manizales.

Recibido: 27-03-2020 Aprobado 30-04-2020

RESUMEN

El presente artículo consiste en la realización de un análisis por medio de la herramienta benchmarking sobre el modelo de gestión del centro de competencias en la implementación de ERP en las Alcaldías de Cali y Medellín. Este trabajo pretende ser una guía a las alcaldías que deseen implementar un centro de competencias al momento de incorporar ERP, un sistema de información que permite la integración de ciertas operaciones dentro de una organización, por lo cual la herramienta benchmarking comparara los dos centros de competencias con el propósito de saber sus mejores prácticas y sus metodologías, para lo cual se abarcarán temas característicos de los centros de competencias relacionados con SAP:

- Selección de SAP
- Equipo de trabajo para la implementación
- Creación centro de competencias
- Principios, políticas y lineamientos
- Capacidad organizacional
- Estructura organizacional
- Catálogo de servicios
- Gestión del conocimiento
- Gestión del cambio

Palabras clave: benchmarking, centro de competencias, ERP SAP.

ABSTRACT

The present article consists of the realization of an analysis through the Benchmarking tool on the management model of the competence center in the implementation of ERP in the Mayor's Offices of Cali and Medellín.

¹ artabordab@unal.edu.co, orcid.org/0000-0003-1293-2051

This work intends to be a guide to the mayors who wish to implement a competence center when incorporating (ERP) an information system that allows the integration of certain operations within an organization, so the Benchmarking tool will compare the two centers of competencies with the purpose of knowing their best practices, their methodologies, for this, topics characteristic of the SAP-related competence centers will be covered:

- SAP selection
- Work team for implementation
- Creation of a competence center
- Principles, policies and guidelines
- Organizational capacity
- Organizational structure
- Service catalog
- Knowledge management
- Change management

Keywords: Benchmarking, Competence Center, ERP SAP.



1. INTRODUCCIÓN

Los sistemas de información en el sector público son una herramienta esencial que coadyuvan al cumplimiento de los objetivos institucionales, apoyan las funciones, los procesos transversales y la toma de decisiones de políticas públicas, a la vez que ofrecen servicios a los ciudadanos con información sistematizada, relevante, confiable y oportuna. En los últimos años empresas del sector público han venido desarrollando proyectos de implementación de sistemas ERP (Enterprise Resource Planning), incurriendo para ello en considerables inversiones.

La Alcaldía de Cali y la Alcaldía de Medellín también han sido partícipes de este proceso, logrando realizar implementaciones exitosas para sus sistemas de ERP, razón por la cual se utiliza el método benchmarking para evaluar los resultados que han obtenido. El análisis se hará sobre la implementación de sistemas ERP SAP, orientado a obtener una idea global de lo que se ha realizado en estas dos alcaldías con las múltiples variables que conlleva cada proceso, con el fin de identificar claramente las fortalezas, debilidades y riesgos.

La información recopilada en la matriz de benchmarking no solamente fue obtenida de documentos

confiables suministrados por las propias alcaldías, sino también a través de entrevistas a los principales autores en su desarrollo, con el fin de conocer de manera directa, los resultados obtenidos en la implementación de la solución ERP SAP.

2. GLOSARIO

Para el total entendimiento de este documento se mencionarán las siguientes definiciones:

2.1 Benchmarking

Proceso sistemático y continuo para evaluar los productos, servicios y procesos de trabajo de las organizaciones que son reconocidas como representantes de las mejores prácticas, con el propósito de realizar mejoras organizacionales.

2.2 Centro de competencias

Es una estructura organizacional utilizada para coordinar las competencias en una institución; aportando su experiencia al programa de apoyo, actuando como depositarios de conocimiento y de los recursos para múltiples áreas de trabajo.

2.3 ERP (Enterprise Resource Planning)

Una solución en Planificación de Recursos Empresariales (ERP) es un sistema de gestión integrado por la información y los procedimientos clave de una empresa; cuenta con varios módulos dentro de los que se incluyen ventas, entregas, pagos, producción, inventarios y almacenes, contabilidad, finanzas, recursos humanos, mercadeo, análisis de indicadores de gestión, entre otros.

2.4 Facilitador funcional

Es un servidor público designada/o por el líder del proceso para prestar el soporte de primer nivel en un módulo de SAP, cumpliendo con las funciones asignadas a este nivel y velando por la seguridad de la información relacionada con el módulo que lidera a través del manejo adecuado de los roles y perfiles. Se entrena también para realizar parametrizaciones asociadas con el módulo.

2.5 Facilitador técnico de módulo de centro de competencias SAP

Es un servidor adscrito al centro de competencias SAP en el cargo de asesor, quien tiene la función principal de liderar un módulo específico de SAP así como los proyectos y procesos de evolución técnica del mismo, ejecutando actividades técnicas relacionadas como configuraciones, parametrizaciones e intervenciones sobre el módulo de su competencia.

2.6 Módulos de un sistema ERP

Un sistema del tipo ERP ((Benvenuto Vera, 2006), está formado por un conjunto finito de módulos que pueden adquirirse total o parcialmente. Hay en general tres grandes grupos, el primero correspondiente al área financiera, un segundo grupo al área logística y el tercero al área de recursos humanos.

2.7 Programas Z

Son programas específicos y adaptados dentro del entorno SAP a través de la programación ABAP.

2.8 SAP

Líder mundial en el desarrollo de sistemas de gestión, SAP fue fundada en 1972 caracterizada por ofrecer integrales y accesibles soluciones de negocio, con más de 12 millones de usuarios, 1.500 partners y 69.700 implementaciones, SAP cuenta con las mejores prácticas y experiencias de uso e implementación de sistemas de gestión empresarial.

2.9 Soporte ON SITE

Actividades de soporte SAP que se realizan en sitio (tales como acompañamiento en análisis, pruebas y reuniones) por parte de la consultoría, de los facilitadores técnicos y/o facilitadores de apoyo.

3 Revisión de la literatura

3.1. Benchmarking

El benchmarking es una herramienta encargada de la medición de procesos tanto internos como con otras instituciones, con el fin de buscar estándares con que comparar la gestión propia. El benchmarking no significa espiar o solo copiar. Está encaminado a conseguir la máxima eficiencia en el ejercicio de aprender de los mejores, y ayudar a observar donde uno está y hacia dónde quiere llegar.

Existen 5 áreas claves que pueden ser sometidas al proceso del benchmarking como; productos y servicios, procesos de trabajo, funciones de apoyo, desempeño organizacional y estrategias corporativas o funcionales y todas estas áreas se pueden analizar dentro de 3 tipos de benchmarking.

TABLA 1.
Tipos de benchmarking

Tipo de benchmarking	Definición	Ventajas	Desventajas
Interno	Comparación de actividades similares en diferentes sitios o departamentos de la compañía.	Los datos suelen ser fáciles de recopilar, buenos resultados para las compañías diversificadas.	Campo de visión limitado, sujeta a prejuicios internos.
Comparativo	Comparación de nuestra empresa con nuestro competidor más directo.	Información concerniente a los resultados del negocio. Prácticas o tecnologías comparables.	Dificultad para la recopilación de datos, problemas de ética, actitudes antagónicas.
Funcional	Comparación con organizaciones acreditadas por tener lo más avanzado en productos, servicios o procesos.	Alto potencial para descubrir prácticas innovadoras, tecnologías o prácticas fácilmente transferibles, resultados estimulantes.	Dificultad para transferir prácticas a un medio diferente, alguna información no es transferible.

Fuente: elaboración propia del autor.

3.2 Centro de competencias

Cabe recalcar que no existe una metodología o fórmula única para la implementación de los centros de competencias, esta se construye según las características propias de la entidad, sin embargo, con base en dos tipos de fuentes se pueden obtener puntos en común entre las entidades con el fin de analizar sus procesos y aprender de ellos.

De acuerdo con ERP SAP, toda la estructura de gobierno y de administración de cambio, administración de metodologías, conocimientos, roles, documentación de procesos, entre otros, se desarrollan en el centro de competencias. Entre otras funciones, el centro de competencias:

- Soporta la operación.
- Administra proyectos según el método de negocio.
- Asegura que las áreas involucradas participen en la toma de decisiones.

- Dotación de una metodología.
- Prioriza requerimientos.
- Comunica los avances de mejora continua.

En general el centro de competencias se conforma a partir de un grupo de personas con diferentes habilidades que definen las tareas, roles, responsabilidades y procesos a nivel técnico y estratégico para el desarrollo de la organización.

3.3 Ventajas y desventajas al implementar un sistema tipo ERP

Cuando en una organización se toma la decisión de implementar un sistema ERP, se espera obtener unas ventajas, sin desconocer la existencia de algunas desventajas de estos sistemas:

TABLA 2.
Ventajas y Desventajas de implementar ERP

Ventajas	Desventajas
La empresa dispone de una solución integrada para que las diversas funciones y departamentos trabajen de una forma más eficiente.	
La empresa tiene acceso a información fiable debido al uso de una sola base de datos, la calidad de los datos y las mejoras en los reportes que genera el sistema.	Costos: este es uno de los inconvenientes más importantes que enfrenta una empresa durante la etapa de implantación de una ERP. Además de los costos propios al producto existen costos como los de capacitación, implementación, configuración y adquisición de infraestructura tecnológica. Posteriormente a la implementación, se suman los costos por concepto de soporte y mantenimiento.
El máximo beneficio de la implantación de un sistema ERP se obtiene cuando todas las aplicaciones de la empresa están totalmente integradas, incluidos sus proyectos de comercio electrónico, y cuando esta integración se realiza en el menor plazo de tiempo posible.	
Un ERP se compone de un determinado número de módulos, todos ellos adaptables a las necesidades de cada empresa y escalables, al permitirse adicionar nuevas funcionalidades.	Tiempo y complejidad de implementación: la implementación de un sistema ERP es un proceso intensivo en el uso del tiempo, lo que puede afectar la eficiencia temporal de las operaciones de la empresa.
Disponibilidad y accesibilidad de los datos en las diferentes áreas de la empresa y sitios geográficos.	
Conectividad del software: poderse conectar de la manera más sencilla con otras aplicaciones de terceros (departamentales, funcionales, de negocio, etc.) que se ejecutan en entornos muy distintos.	Personal: un sistema ERP automatiza muchas tareas ejecutadas por personas, si éstas no están bien entrenadas y no tienen habilidades para el manejo del sistema ERP, la organización se verá afectada como un todo.
Conectividad del software: poderse conectar de la manera más sencilla con otras aplicaciones de terceros (departamentales, funcionales, de negocio, etc.) que se ejecutan en entornos muy distintos.	
La empresa puede incrementar la productividad mejorando la gestión con el uso de un sistema integrado.	Son totalmente inadecuados para proveer información complementaria para la toma de decisiones: la toma de decisiones requiere información complementaria para el logro de los objetivos. No permiten a los usuarios diseñar reportes con independencia del área de sistemas; difícil acceso a la historia de saldos; datos como saldos en inventarios, cuentas por pagar, y costos de productos son parámetros que el sistema calcula cada vez que éstos se requieren, y sólo se guarda el dato de cierre del período. Esto dificulta modificar los indicadores ante cambios en el entorno del negocio.
Los sistemas ERP ofrecen un enorme potencial de ahorro tangible e intangible, aportan un incremento en cantidad y calidad de información.	
Los sistemas ERP permiten ver y gestionar la red extendida de la empresa, sus proveedores, alianzas y clientes como un todo integral. Se crea una visión unificada de los negocios y sus departamentos.	Son totalmente inadecuados para proveer información complementaria: para la toma de decisiones: La toma de decisiones requiere información complementaria para el logro de los objetivos. No permiten a los usuarios diseñar reportes con independencia del área de sistemas: Difícil acceso a la historia de saldos: Datos como saldos en inventarios, cuentas por pagar, y costos de productos son parámetros que el sistema calcula cada vez que éstos se requieren, y sólo se guarda el dato de cierre del período. Esto dificulta modificar los indicadores ante cambios en el entorno del negocio.
Las soluciones tipo ERP permiten a las empresas mejorar su gestión interna y sus procesos, así como reducir y controlar los costes en las diferentes áreas, mediante el argumento de la eficacia y simplificación de los procesos de negocio.	
Las transacciones requieren de menor tiempo. Por eso se pueden invertir más tiempo realizando trabajos con mayor valor agregado.	

Fuente: Benvenuto Vera, 2006.

3.4 Sistema ERP en el sector público

Alejandro Barros, académico y consultor de organismos internacionales en temáticas de políticas públicas de desarrollo digital, manifiesta que “el desafío que presentan los Estados para modernizar su gestión de las finanzas públicas es mayúsculo y en función de aquello es que hace ya varios años que diversos organismos multilaterales, tales como BID, Banco Mundial y Fondo Monetario Internacional (FMI), han impulsado el desarrollo de plataformas de gestión financiera” (Barros, 2012).

Según el Banco Interamericano de Desarrollo, “los proyectos tecnológicos tienen singularidades propias dentro del sector público, las cuales deben ser atendidas y analizadas al momento del diseño y análisis del mismo. Estas características se han agrupado en tres áreas, gobierno, tecnología y gestión” (Barros, 2012).

Entre los beneficios que se derivan de la implementación de un ERP en la administración pública es asegurar la legalidad y el control de los procesos internos, los actos administrativos y contables, y permitir compartir información hacia el exterior con ciudadanos, contribuyentes, empresas y otras administraciones (Artiaga, 2009).

4. PROCEDIMIENTO METODOLÓGICO

La herramienta fundamental es la investigación, en conocer por medio del benchmarking la implementación y funcionamiento del centro de competencias dentro del modelo de gobernanza de la Alcaldía de Cali y la Alcaldía de Medellín, en la implementación del Planeador de Recursos Empresariales ERP (Enterprise

Resource Planning) basado en SAP. Para profundizar en el tema se tuvieron varias miradas:

- Explicativa: permitió explicar las causas que llevaron a las alcaldías a implementar el ERP SAP.
- Exploratoria: se utilizó para obtener información sobre las alcaldías, las condiciones anteriores y posteriores a la implementación del ERP SAP.
- Descriptiva: este tipo de investigación se utiliza para recolectar información de los procesos administrativos, anterior y posterior a la implementación de ERP SAP.
- Correlacional: se realizaron comparaciones entre las características de la Alcaldía de Cali y la Alcaldía de Medellín por medio del benchmarking.

Realizar un benchmarking implica una metodología que requiere la adecuada organización y planificación de un conjunto de etapas, fases, actividades y/o tareas. Se trata de desarrollar una dinámica que permita consecuentemente medir el nivel de gestión que presentan las dos alcaldías en la implementación de ERP basado en SAP.

Se realizaron visitas a las dos alcaldías para detectar las mejores prácticas, se recogieron datos, se hizo una comparación donde se identificó aquellos aspectos comunes que llevaron a las dos alcaldías a ser destacadas en la implementación y desarrollo del ERP basado en SAP. Estos datos servirán de insumos para realizar el modelo del centro de competencias.

5. Benchmarking

5.1 Objetivo y alcance del proyecto (Implementación de ERP SAP)

TABLA 3.
Implementación de ERP SAP

Tipo de benchmarking utilizado: funcional cualitativo	
Referente analizar: objetivo y alcance de implementar ERP SAP	
Alcaldía de Cali	Alcaldía de Medellín
<p>Procesos/Actividades: en la alcaldía de Cali, se realizó un diagnóstico en el año 2002 por parte del Ministerio de Hacienda y Crédito Público, y se evidenciaron situaciones como: debilidad en la organización administrativa, dispersión en procedimientos administrativos, inconsistencia de conceptos financieros, sistemas no portables ni escalables y con funcionalidad limitada y diversidad de software en las diferentes dependencias de la entidad que generaban obstáculos en la consolidación. Así las cosas, se dio inicio a la primera fase del proyecto (21 de octubre de 2002), entre el Ministerio de Hacienda programa FOSIT y el municipio de Santiago de Cali.</p> <p>En el año 2006 se planteó la necesidad de reestructurar sus procesos de negocio, por cuanto la implementación del proyecto del Sistema de Gestión Financiera Territorial SGFT-SAP inició en 5 entidades territoriales piloto, (Antioquia, Caldas, Cundinamarca, Valle del Cauca y Santiago de Cali).</p> <p>El proyecto SGFT inició en el municipio de Cali el 2 de mayo de 2005 y salió en vivo el 4 de junio de 2006.</p> <p>Información consultada en: (Muñoz Galvis , 2016)</p> <p>Información consultada en: (Alcaldía de Santiago de Cali, 2000-2012)</p>	<p>Procesos/Actividades: en la alcaldía de Medellín, en el año 2002 se abrió un proceso licitatorio y fue declarado desierto porque quienes se presentaron no cumplieron requisitos habilitantes. (Se presentaron 4 empresas, todas presentaron SAP como ERP propuesto). Se abrió entonces un nuevo proceso, por invitación, se presentaron 3 empresas y se le adjudicó a la Unión Temporal Red-Synapsis (Red Colombia y Synapsis Chile).</p> <p>En el 2003 la Alcaldía de Medellín, da inicio a la ejecución de un sistema financiero unificado por medio de ERP, dando inicio con el módulo de compras MM, formulación de proyectos PS, FM que es el presupuestal, FI financiero contable, PSCD módulo de administración de deudas y recaudo, HCM de nómina e implementación de módulos Z con los módulos de predial, módulo de industria y comercio, modulo SD para la generación de facturas de otros impuestos y servicios para integrarse todos los módulos completamente a SAP en el 2008. Para el año 2011 se activaron otros módulos como CNM, CLM y BW. Claramente desde su implementación se fueron incorporando nuevas funcionalidades que no estaban en el alcance inicial (como gestión de proyectos).</p> <p>Información consultada en: entrevista realizada a Juan Camilo López. Subdirector de Gestión Humana y Servicio a la Ciudadanía, 2019.</p>

Fuente: elaboración propia del autor.

5.2 Selección de SAP

TABLA 4.
Selección de SAP

Tipo de benchmarking utilizado: funcional cualitativo	
Referente analizar: selección de SAP	
Alcaldía de Cali	Alcaldía de Medellín
<p>Procesos/Actividades: para la Alcaldía de Cali, el Ministerio de Hacienda y Crédito Público buscó en el mercado una herramienta apropiada para el manejo de la información financiera de las entidades del orden territorial involucradas inicialmente en el proyecto Sistema de Gestión Financiera Territorial (SGFT). El proceso de búsqueda dio como resultado la herramienta tecnológica SAP, un ERP el cual se ajustaba a las necesidades de los entes territoriales y las particularidades del sector público en Colombia.</p> <p>El Ministerio de Hacienda llevó a cabo un proceso de licitación pública internacional (LPI-004-20029), en la cual se determinó implementar el Sistema de Información Integrado SAP directamente con el fabricante del software, quien acogió el contrato de manera integral y se responsabilizó de la entrega de la implementación.</p> <p>Información consultada en: Alcaldía de Cali. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). Informe de proyecto: Programa para el fortalecimiento del Sistema de Información Financiero Territorial – FOSIT Periodo febrero 2000 hasta marzo 2012.</p> <p>Información consultada en: (Alcaldía de Santiago de Cali, 2017)</p>	<p>Procesos/Actividades: en la Alcaldía de Medellín, se programaron talleres con los representantes de los ERP más reconocidos en el que los líderes funcionales de la organización tenían una inmersión en ellos (JD Edwards, Oracle, People Soft, SAP). Se conoció el proceso de FOSIT y se estudiaron los RFP y los pliegos de la licitación (LPI-004-20029) realizada por el Ministerio de Hacienda para seleccionar el ERP.</p> <p>Se toma la decisión de implementar el ERP SAP versión ECC 6.0, después de analizar otras alternativas y considerando que en la primera licitación del año 2002 las tres empresas que se presentaron para implementar un ERP presentaron a SAP como la alternativa más viable. En el 2006 Synapsis Colombia fue seleccionado por el municipio de Medellín para la construcción, instalación, personalización y puesta en servicio de la plataforma tecnológica SAP.</p> <p>Información consultada en: El Tiempo, 2006.</p> <p>Información consultada en: (Entrevista realizada a Juan Camilo López. Subdirector de Gestión Humana y Servicio a la Ciudadanía, 2019)</p>
<p>Resultados/Mejoras: con la puesta en marcha del ERP SAP en Cali y Medellín se ha realizado un avance en la parametrización de este software con el sector público en Colombia, y se ha desarrollado un modelo estándar para el manejo de la información, por tanto, se recomienda revisar con SAP Colombia los requerimientos realizados por estas dos alcaldías para aprovechar el camino recorrido. En la Alcaldía de Cali se desarrolló un módulo Plusvalía y en la Alcaldía de Medellín se tienen también desarrollos Z.</p> <p>Adicionalmente se ha contribuido a la modernización del sector público, mejorar la gestión de las finanzas públicas y se dispone de información financiera oportuna, confiable y única, que proporciona mayor autonomía y capacidad para la toma de decisiones.</p>	

Fuente: elaboración propia del autor.

5.3 Equipo de trabajo para la implementación de ERP SAP

TABLA 5.
Equipo de trabajo para la implementación

Tipo de benchmarking utilizado: funcional cualitativo	
Referente analizar: equipo de trabajo para la implementación de SAP	
Alcaldía de Cali	Alcaldía de Medellín
<p>Procesos/Actividades: para la implementación de ERP SAP en la Alcaldía de Cali se contó con tres grupos:</p> <p>El primer grupo era el funcional, que se componía de personal que conocía las reglas de negocio, (compras, contabilidad, la mayoría de personas eran de hacienda), los funcionarios fueron designados de las diferentes dependencias para que trabajaran físicamente con dedicación exclusiva en el proyecto.</p> <p>El segundo grupo era el de los técnicos que manejan las bases de datos.</p> <p>El tercer grupo eran los consultores de SAP. El grupo funcional y técnico estaba 100% dedicados a la implementación del SAP, el grupo era de 43 personas. La directora del Departamento Administrativo de Hacienda Municipal del momento, firmó la Resolución No. 264 octubre 14 de 2005 “por medio del cual se conforma el equipo del proyecto, que se encargará de la ejecución de las actividades requeridas para la adopción e implantación en la Administración Municipal del Sistema de Gestión Financiera Territorial –SGFT”.</p> <p>Entre los funcionarios de la Alcaldía que asumieron el reto de participar en el proyecto, se encontraban profesionales con alto conocimiento y experiencia en el manejo de las finanzas públicas, conocían los procesos de cada una de sus dependencias y contaban con capacidad de decisión sobre asuntos clave durante el desarrollo del proyecto.</p> <p>Los funcionarios y contratistas fueron separados de sus actividades cotidianas y ubicados en un espacio físico adecuado con la infraestructura informática requerida.</p> <p>Con el fin de asegurar el compromiso de los contratistas asignados al proyecto, en sus respectivos contratos se estipularon cláusulas de permanencia durante el tiempo que se desarrolló el proyecto.</p> <p>Inicialmente, el equipo recibió charlas sobre los comportamientos requeridos en un proyecto de implementación de un sistema integrado de información en las que se incluyeron temas sobre comunicación efectiva, manejo de la información, el trabajo integrado de acuerdo a los objetivos empresariales y la orientación hacia resultados</p> <p>Acto seguido, los líderes funcionales de cada una de las entidades piloto fueron convocados a varias reuniones en Chinauta, corregimiento de Fusagasugá, (Cundinamarca), con el fin de plantear y unificar las características y los entregables requeridos del sistema financiero, para lo cual se conformaron grupos de acuerdo a cada proceso (tesorería, presupuesto, activos fijos, inventarios, cuentas por pagar y contabilidad, etc.).</p> <p>Información consultada en: (Muñoz Galvis, 2016)</p>	<p>Procesos/Actividades: para la implementación de ERP SAP en la Alcaldía de Medellín se contó con un equipo interdisciplinario encargado de implementar, optimizar, mantener y actualizar el sistema SAP, prestando la asesoría, soporte y capacitación a los usuarios en la utilización del sistema.</p> <p>Se establecieron tres niveles de implementación:</p> <p>Nivel 1: conformado por líderes funcionales por cada módulo, quienes conocían muy bien el proceso y eran de diferentes profesiones, la mayoría contadores públicos.</p> <p>Nivel 2: conformado por técnicos, centro de competencias SAP, en este grupo se encontraban ingenieros de sistemas y personal experto en SAP.</p> <p>Nivel 3: consultores externos SAP.</p> <p>Para la implementación de cada módulo se contó con: un líder funcional, un técnico y un consultor.</p>

IMAGEN 4.
Coordinación Centro de competencias SAP



Fuente: Presentación CCSAP. Juan Camilo López, 2016.

Para la estructuración de la mesa de ayuda se realizó un contrato con UNE.

IMAGEN 5.
Estructura de consultoría



A través de contrato con UNE

Fuente: Presentación CCSAP. Juan Camilo López, 2016.

Se estableció un plan de capacitación para el equipo de trabajo.
Información consultada en: (Centro Administrativo Municipal - CAM, 2013)

Información consultada en: entrevista realizada a Juan Camilo López. Subdirector de Gestión Humana y Servicio a la Ciudadanía, 2019.

Tipo de benchmarking utilizado: funcional cualitativo
Referente analizar: equipo de trabajo para la implementación de SAP
Resultados/Mejoras: tanto la Alcaldía de Cali como la Alcaldía de Medellín realizaron la implementación del ERP SAP teniendo en cuenta a tres grupos de apoyo (funcional, técnico y expertos). Han logrado mediante la definición de unos requerimientos específicos en los perfiles de cargo asegurar la retención del personal en el Centro de Competencias.
En Cali y Medellín parte del personal funcional y técnico que estuvo en el equipo desde el inicio, hoy todavía pertenecen al Centro de Competencias de SAP, ellos han continuado administrando la parametrización, que es la base del funcionamiento del sistema y una de las tareas más críticas y con alta probabilidad de error en este tipo de proyectos. También han continuado administrando datos maestros de crucial importancia, y realizando actividades para la proyección del sistema como el análisis de nueva normatividad, evolución en la tecnología y el uso de herramientas adicionales.

Fuente: elaboración propia del autor.

5.4 Capacitación / Gestión de conocimiento

TABLA 6.
Capacitación / Gestión de conocimiento

Tipo de benchmarking utilizado: funcional cualitativo	
Referente analizar: capacitación / gestión de conocimiento	
Alcaldía de Cali	Alcaldía de Medellín
<p>Procesos/Actividades: la Alcaldía de Cali durante la implementación del ERP SAP desarrolló un plan de capacitación de usuarios finales. Para esta actividad los líderes funcionales recibieron asesoría por parte de los consultores de SAP, sobre cómo hacer presentaciones en público, cómo capacitar a los usuarios operativos y la metodología a utilizar. También se utilizaron plantillas y herramientas computarizadas para simulación proporcionadas por la firma SAP.</p> <p>Objetivos del curso: se describen aspectos que serán capaces de realizar una vez finalice el curso.</p> <p>Ubicación dentro del plan de capacitación: con un esquema de los módulos de SAP y una nota que dice “la capacitación a usuario final está orientada a los roles de usuario final SAP”.</p> <p>Macro proceso Tesorería Gestión de Caja – PAC.</p> <p>Integración, Resumen, Preguntas y Respuestas.</p> <p>Evaluación: en esta parte se efectuaba la evaluación a los usuarios y con base en los resultados de ser necesario se programaban nuevas capacitaciones y sesiones de retroalimentación.</p> <p>Actualmente la Alcaldía de Cali no cuenta con plan de capacitación ya que el 95% del personal del centro de competencias son contratistas.</p> <p>Información consultada en: (Muñoz Galvis, 2016)</p> <p>Información consultada en: (Boletín informativo Doble Click, 2010 - 2016)</p>	<p>Procesos/Actividades: la Alcaldía de Medellín no tiene registros de las capacitaciones realizada durante la implementación.</p> <p>La mayor parte de las personas que conforman el Centro de Competencias son contratadas por una entidad externa.</p> <p>En Medellín realizan un Plan de capacitación que permite garantizar una efectiva gestión de información y conocimiento, para lo cual el Municipio proporciona las aulas, conexiones, equipos de cómputo, accesos a ambientes de calidad, con el fin de:</p> <p>Transferencia de conocimiento a través de creación y/o actualización de manuales técnicos y/o instructivos, documentación de casos en formatos y procedimientos definidos por la Alcaldía de Medellín soportados en la herramienta de gestión. Igualmente, apoyará al Centro de Competencias en la formulación de acciones de mejora que permitan optimizar los procesos documentados en el Sistema de Calidad.</p> <p>Transferencia de conocimiento a través de un uso adecuado de la información, así como la custodia de la misma en el servidor que para el efecto disponga el municipio de Medellín, de acuerdo con las directrices y procedimientos que imparte la Subsecretaría de Tecnología y Gestión de la Información. Igualmente, una adecuada entrega de información con el nivel de detalle necesario para identificar los productos entregados durante el desarrollo del objeto del soporte.</p> <p>Información consultada en: entrevista realizada a Juan Camilo López. Subdirector de Gestión Humana y Servicio a la Ciudadanía, 2019.</p>

Resultados/Mejoras: la capacitación asegura no solamente la adecuada configuración del ERP SAP, sino su manejo integral; SAP tiene actualizaciones permanentemente, por tanto, es muy importante mantener un plan de capacitación adecuado y actualizado. El centro de competencias en la Alcaldía de Medellín ha sido contratar al personal a través de una entidad externa. Se recomienda considerar esta alternativa y organizar diferentes tipos de capacitación a nivel operativo, táctico y estratégico.

Fuente: elaboración propia del autor.

5.5 Gestión del cambio

TABLA 7.
Gestión del cambio

Tipo de benchmarking utilizado: funcional cualitativo Referente analizar: gestión del cambio	
Alcaldía de Cali	Alcaldía de Medellín
<p>Procesos/Actividades: el modelo utilizado en la Alcaldía de Cali estaba conformado por cuatro ejes transversales, orientado a cuatro frentes de acción para el alcance del proyecto en la Entidad Territorial, según como se muestra en la siguiente gráfica:</p> <p>Imagen 7. Elementos gestión del cambio</p> <p>Fuente: Archivo documental municipio.</p> <p>Movilización organizacional: este frente consistía en asegurar que en el momento de inicio del proyecto y en la salida en vivo los funcionarios de la entidad territorial contaran con:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Infraestructura física, tecnológica, logística y de conocimiento requerida. • Una estructura organizacional acorde a los procesos que adopten las mejores prácticas de negocio. • Perfiles de acción requeridos en torno a los procesos que adopten las mejores prácticas de negocio. <p>Durante el desarrollo del proyecto se identificó que las personas jóvenes estaban más dispuestas al cambio, mientras que los funcionarios nombrados con varios años de antigüedad en el municipio y que manejaban los sistemas de información anteriores mostraron resistencia al cambio. También se identificaron las personas que tenían gran apertura hacia el proyecto y que se convirtieron en facilitadores o gestores de cambio para replicar en sus áreas información sobre las bondades del proyecto.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar los factores donde se percibe mayor satisfacción o insatisfacción en las áreas impactadas. • Determinar la brecha existente entre la cultura actual y la requerida a futuro por la implementación del sistema. • Contemplar y orientar en la fase de diseño de procesos (Business Blueprint -BBP) desde la dimensión de gente y cultura, factores críticos a tener en cuenta para un plan de cambio orientado a visualizar aquellas actividades que se deberán hacer para cumplir los objetivos propuestos: <p>La estrategia para la sensibilización al cambio tuvo en cuenta las diferentes dimensiones que tienen las personas para aprender, es decir, visual, auditiva y kinestésica. En este sentido, para la divulgación de la información y las noticias del proyecto se utilizaron: folletos, plegables, carteles, correos electrónicos y presentaciones en PowerPoint.</p> <p>Información consultada en: (Muñoz Galvis, 2016).</p> <p>Información consultada en: (Alcaldía de Santiago de Cali, 2010).</p>	<p>Procesos/Actividades: la Alcaldía de Medellín con respecto a la gestión del cambio definido de acuerdo a una metodología para ejecutar de forma paralela las demás actividades del proyecto y tuvo en cuenta los siguientes aspectos:</p> <p>Imagen 8. Involucrados</p> <p>Fuente: Archivo documental municipio.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. La entidad objeto de cambio es vista como un todo integrado, lo que se desarrolle en una de las áreas impactadas es relevante para las demás partes de la organización. 2. La gestión del cambio dirige sus acciones a facilitar los cambios en torno al conocimiento y habilidades requeridas para la operación del sistema, teniendo presente la importancia de las actitudes, y los comportamientos que se transforman al cambiar las premisas de trabajo a un sistema integrado. 3. El respaldo administrativo, político y estratégico es fundamental, para que la gestión del cambio logre alinear las necesidades de los frentes de acción: tecnológicos, funcionales, datos maestros, procesos, cultura y personas objeto de cambio. 4. El agente de cambio, es una persona que da asistencia metodológica, facilita las acciones, tiene una mirada integrada de lo que está cambiando y propende por asegurar que las tácticas y estrategias que se van ejecutando estén ajustadas hacia las necesidades de una exitosa salida en vivo del sistema. 5. En conclusión la gestión del cambio planificada ayudará y modelará las acciones requeridas para la implementación de la solución, sin embargo, se debe tener presente que la consolidación del cambio es un esfuerzo a largo plazo que debe permanecer de forma continua, por esto es tan importante que las personas propias de la entidad territorial (analistas de gestión del cambio y líderes funcionales). <p>Los cambios fundamentales impactaron los siguientes aspectos: las áreas funcionales, procesos, roles, responsabilidades, habilidades requeridas y procedimientos.</p> <p>Sensibilización para el cambio: este frente estuvo encaminado a realizar acciones para estimular en los funcionarios y los equipos de trabajo de la entidad territorial, los comportamientos requeridos para trabajar en un sistema integrado, tratando de garantizar que las variables de la cultura organizacional para el momento de salida en vivo estuvieran alineadas con:</p>

Alcaldía de Cali	Alcaldía de Medellín
	<ul style="list-style-type: none"> • Aporte individual de cada persona en cuanto a la adaptación del cambio. • Compromiso para la consecución de los objetivos del cambio y del proyecto. • Preparación, fomento y monitoreo del equipo en torno al cambio y control del avance. <p>Información consultada en: entrevista realizada a Juan Camilo López. Subdirector de Gestión Humana y Servicio a la Ciudadanía, 2019.</p>

Resultados/Mejoras: el proceso de gestión del cambio ha sido muy importante para las dos alcaldías y para llevar a cabo este proceso se han contratado entidades externas. Medellín invirtió más de 1.000 millones de pesos en gestión del cambio, según entrevista realizada a Juan Camilo López y Juliana Ramírez, Subdirector de Gestión Humana y Servicio a la Ciudadanía.

Fuente: elaboración propia del autor.

5.6 Creación del centro de competencias

TABLA 8.
Creación del centro de competencias

Tipo de benchmarking utilizado: funcional cualitativo	
Referente analizar: creación centro de competencias	
Alcaldía de Cali	Alcaldía de Medellín
<p>Procesos/Actividades: una de las funciones asignadas a la Unidad Coordinadora del Programa FOSIT fue crear la mesa de ayuda para garantizar la sostenibilidad de la implementación del ERP SAP.</p> <p>En la Alcaldía de Cali se enrolaron desde el comienzo del proyecto a los líderes de proceso, liberándolos de sus funciones de manera temporal, para que estén disponibles al 100%. Una buena práctica de la Alcaldía de Cali, fue crear la mesa de ayuda desde el inicio de la implementación de SAP.</p> <p>La directora del Departamento Administrativo de Hacienda Municipal del momento, firmó la Resolución No. 264 octubre 14 de 2005 “por medio del cual se conforma el equipo del proyecto, que se encargará de la ejecución de las actividades requeridas para la adopción e implantación en la Administración Municipal del Sistema de Gestión Financiera Territorial –SGFT”.</p> <p>Información consultada en: (Muñoz Galvis, 2016)</p> <p>Información consultada en: entrevista realizada a Roger González. Subdirector de DATIC, 2019.</p>	<p>Procesos/Actividades: en la Alcaldía de Medellín se estableció un equipo interdisciplinario conocedor de las características de los procesos organizacionales para conformar el grupo funcional en la implementación del ERP SAP. Los miembros del grupo funcional se encargaron del levantamiento de información, definición, desarrollo e implementación de funcionalidades e integración con otros sistemas de información corporativo y de recaudo, de conformidad con las necesidades de la organización.</p> <p>El centro de competencias de Medellín, ha establecido que parte del equipo de trabajo debe ser personal contratado directamente por un contratista y/o filiales en caso de ser un grupo empresarial y deberán cumplir con los perfiles mínimos exigidos por el municipio de Medellín; ceñirse estrictamente a las políticas de la Subsecretaría de Tecnología de Gestión de la Información y a las normas y estándares definidos por el municipio de Medellín. El contratista siempre deberá contar con el recurso humano de acuerdo con los perfiles exigidos para la prestación del servicio. El equipo de trabajo es de absoluta responsabilidad y control del contratista.</p> <p>Información consultada en: entrevista realizada a Juan Camilo López. Subdirector de Gestión Humana y Servicio a la Ciudadanía, 2019.</p>
<p>Resultados/Mejoras: el modelo de implementación de centros de competencias no es una metodología única e inflexible para aplicar en empresas con solución SAP, ni una “llave mágica” que funcionará de la misma manera para todas las empresas. El modelo de implementación de centros de competencias es un procedimiento básico que debe ajustarse de acuerdo con la empresa donde está siendo implementada. Debe ser un punto de comunicación entre las necesidades de la organización y la empresa SAP, en aspectos técnicos, contractuales e incluso comerciales.</p>	

Fuente: elaboración propia del autor.

5.7 Catálogo de servicios del centro de competencias

TABLA 9.
Catálogo de servicios

Tipo de benchmarking utilizado: funcional cualitativo	
Referente analizar: catálogo de servicios del centro de competencias	
Alcaldía de Cali	Alcaldía de Medellín
<p>Procesos/Actividades: la mesa de ayuda SGFT de la Alcaldía de Cali cumple las siguientes funciones:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Los usuarios finales comunican sus peticiones y problemas a la Mesa de Ayuda. • Las peticiones se reciben telefónicamente, personalmente o por radicación en el sistema SARA. • Las solicitudes son clasificadas a los diferentes líderes que componen la Mesa de Ayuda. • El líder funcional una vez informado revisa la información de la Mesa de Ayuda. • Una vez revisada y analizada la información, el líder funcional se contacta con el usuario para solicitar más detalles de la solicitud. • Solucionada la incidencia, el líder funcional o soporte procede a comunicar al usuario para que realice las pruebas pertinentes. • Se capacita constantemente a los usuarios. • Se notifica a los usuarios sobre el estado de las solicitudes de servicio. • Continuamente se hacen mesas de trabajo. <p>Información consultada en: (Catálogo de Servicios DATIC. Alcaldía de Santiago de Cali, 2019)</p> <p>Información consultada en: (Alcaldía de Santiago de Cali, 2016)</p> <p>Información consultada en: (Contraloría General de Santiago de Cali, 2017)</p>	<p>Procesos/Actividades: el Centro de Competencias de la Alcaldía de Medellín cumple las siguientes funciones:</p> <p>Soporte técnico: este soporte incluye no sólo actividades técnicas sobre la plataforma SAP Netweaver sino también actividades asociadas al apoyo en proyectos de unidades como infraestructura de TI y seguridad informática, en relación a actividades de sistema operativo, actualizaciones de bases de datos y de hardware, cambios en herramientas de apoyo.</p> <p>Entrenamiento y capacitación: los contratistas deben brindar asesoría y entrenamiento a los facilitadores técnicos y a los usuarios finales en los casos que se requiera.</p> <p>Gestión de soporte de negocio: las solicitudes de servicio asociadas a los soportes on-site tales como asesoría, acompañamiento en actividades claves para los procesos de negocio, acompañamiento en pruebas, definiciones y demás asociadas al sistema de información SAP.</p> <p>Gestión de proyectos e implementaciones: la Subsecretaría de Tecnología y Gestión de la Información a través del Centro de Competencias, atiende las diferentes áreas que formulan proyectos de inversión con componente tecnológico SAP.</p> <p>Gestión de incidentes y requerimientos: el objetivo es asegurar que los casos presentados sean resueltos por el personal especializado bajo los criterios de atención definidos y que sus causas sean investigadas para prevenir que vuelvan a suceder.</p> <p>Información consultada en: (Centro Administrativo Municipal , 2018)</p>
<p>Resultados/Mejoras: la gestión del centro de competencias de SAP busca lograr la sostenibilidad del ERP en la organización, cumpliendo con las siguientes funciones: resolver actividades del día a día, retención de clientes, gestión de requerimientos de mesa de ayuda, enfoque general en estabilidad y estructura.</p>	

Fuente: elaboración propia del autor.

5.8 Estructura organizacional centro de competencias

TABLA 10.

Estructura organizacional

Tipo de benchmarking utilizado: funcional cualitativo	
Referente analizar: estructura organizacional del centro de competencias	
Alcaldía de Cali	Alcaldía de Medellín
Procesos/Actividades	Procesos/Actividades
El área técnica está organizada por: 1er. Nivel soporte funcional, 2do. Nivel técnico, 3er. Nivel Proveedor o consultor especializado.	Soporte on site: actividad de soporte técnico SAP que se realiza en sitio, está organizada por: 1er. Nivel facilitadores funcionales, 2do. Nivel facilitadores técnicos, 3er. Nivel consultoría externa, Servicio On-line Support Service (OSS) de SAP o cualquier modalidad con conocimiento avanzado en atención de casos.
El DATIC en la Alcaldía de Cali, como mesa de ayuda operacional de SAP cuenta con un grupo de 6 personas, conformado por el director del Departamento Administrativo de TIC, subdirector de Tecnología Digital, subdirector de Innovación Digital, jefe de Unidad de Apoyo a la Gestión del Departamento, auxiliar administrativo / Despacho Datic, secretario ejecutivo / Centro de correspondencia, este grupo de trabajo cuenta con la plataforma Solution Manager (SOLMAN) para operar y optimizar el funcionamiento de SAP. Información consultada en: (Boletín informativo, Doble Click, 2010 - 2016) Información consultada en: entrevista realizada a Roger González. Subdirector de DATIC, 2019.	El centro de competencias está integrado en cada grupo por asesores, profesionales universitarios y técnicos de la subsecretaría de Tecnología y Gestión de la Información. Formando 11 grupos de trabajo o células agiles: <ul style="list-style-type: none">• Célula Ágil predial,• Célula Ágil ICA/RETEICA,• Célula Ágil Catastro,• Célula Ágil HCM,• Célula CML,• Célula Ágil FI/BCM,• Célula Ágil TRM/SD,• Célula Ágil ICA,• Célula Ágil PSCD,• Célula Ágil proyectos ICA,• Célula Ágil portal. Información consultada en: entrevista realizada a Juan Camilo López. Subdirector de Gestión Humana y Servicio a la Ciudadanía, 2019.
Resultados/Mejoras: se recomienda introducir metodologías agiles cuando se decida conformar un centro de competencias tal como lo está haciendo la Alcaldía de Medellín, esto garantizará la identificación de las necesidades de los interesados y facilitará la gestión del cambio.	

Fuente: elaboración propia del autor.

5.9 Principios, políticas y lineamientos para la operación del centro de competencias

TABLA 11.
Principios, políticas y lineamientos

Tipo de benchmarking utilizado: funcional cualitativo	
Referente analizar: principios, políticas y lineamientos del centro de competencias	
Alcaldía de Cali	Alcaldía de Medellín
Procesos/Actividades	Procesos/Actividades
Las políticas del manejo del servicio están regidas por las normas ISO 20000-1.	La Subsecretaría de Tecnología y Gestión de la Información realiza un autocontrol, con los estándares de buenas prácticas que tenga la organización para el buen uso de los recursos tecnológicos. (Alcaldía de Medellín, 2007).
La seguridad de la información está regida por las normas ISO/IEC 27001 (confidencialidad, integridad, disponibilidad).	La Subsecretaría de Tecnología y Gestión de la Información expide las políticas relacionadas con los recursos informáticos del municipio. “Sensibilizar a las altas direcciones de la organización de la importancia de implementar estas políticas para el éxito de las mismas” (Alcaldía de Medellín, 2007).
El área de Subdirección de Tecnología Digital debe prestar el servicio y su respectivo soporte según lo establecido en los acuerdos pactados con los usuarios.	La Secretaría de Gestión Humana y Servicio a la Ciudadanía autoriza y oficializa la expedición de estas políticas. Y los entes de evaluación de control auditán su cumplimiento. (Alcaldía de Medellín, 2007).
Resultados/Mejoras: el éxito en la documentación de principios, políticas y lineamientos para la operación del Centro de Competencias en Medellín ha sido tercerizar la operación del Centro de Competencias y exigirle al contratista la documentación de estas, con la ayuda del personal.	

Fuente: elaboración propia del autor.

6. CONCLUSIONES

- La solución tecnológica adoptada (SAP) puede afirmarse que más que “integrada” es una solución informática “integrable”, en el sentido que diferentes módulos se integran alrededor de un módulo principal (core financiero) y existen otros componentes (aun de diferentes proveedores) que podrían también agregarse gradualmente a la solución existente, dando una mayor flexibilidad durante la implementación.
- Para Cali y Medellín fue muy importante contar con patrocinadores con autoridad para tomar decisiones en la implementación del ERP SAP. En Cali se tuvo como patrocinador al Ministerio de Hacienda, el BID y el alcalde. En Medellín el alcalde se empoderó al 100% del proyecto. Es importante involucrar a funcionarios directivos en el proyecto.
- En la actualidad SAP se encuentra entre los proveedores de software más importantes del mundo, siendo utilizado por todo tipo de corporaciones, no sólo privadas sino también públicas, entre las que se encuentra el municipio Santiago de Cali, el municipio de Medellín, EPM, fundaciones, organizaciones sin ánimo de lucro, etc.
- Es importante definir un escalamiento interno del control de calidad que vaya desde los niveles de analista funcional y consultor, pasando por el gerente de proyecto.

7. RECOMENDACIONES

Se recomienda a las entidades que deseen implementar SAP, establecer un indicador que le permita hacer un control periódico sobre la gestión de relaciones con el usuario y la relación costo-beneficio con la finalidad de conocer la evolución en el rendimiento general de la alcaldía y generar estrategias de mejora continua. Dichos indicadores servirían como una herramienta para mostrar resultados en los beneficios del uso y apropiación de SAP.

Tanto para la Alcaldía de Cali, como para la Alcaldía de Medellín ha sido muy importante contar con personal certificado en SAP, para garantizar la sostenibilidad del ERP SAP, ya que los costos de SAP son extremadamente altos. Es clave contar con personal certificado y que conozca muy bien que se puede hacer y que no se puede hacer utilizando SAP.

Al implementar (ERP- SAP) la administración debe contar con el respectivo mapa de riesgos que garantice una adecuada protección de la información y garantizar la correcta evaluación y seguimiento de la gestión organizacional y definir y aplicar medidas para prevenir los riesgos, detectar y corregir las desviaciones que se presenten en la organización y que puedan afectar el logro de sus objetivos.

8. REFERENCIAS

Alcaldía de Medellín. (5 de Noviembre de 2007). Decreto 1719 de 2007. Por medio de la cual se establecen unas políticas de seguridad y privacidad en los sistemas de información en el Municipio de Medellín y se dictan otras disposiciones. Medellín : Biblioteca jurídica Virtual del Municipio de Medellín. https://www.medellin.gov.co/normograma/docs/d_alca-med_1719_2007.htm

Alcaldía de Santiago de Cali. (2000-2012). *Programa para el fortalecimiento del sistema de información financiero Territorial FO-SIT*. Cali.

Alcaldía de Santiago de Cali (Septiembre de 2017). Sistemas de gestión y control integrados. Guía para la implemetación de sistema de información. <https://www.cali.gov.co/tic/loader.php?lServicio=Tools2&lTipo=descargas&lFuncion=descargar&idFile=34289>

Alcaldía de Santiago de Cali. (20 de junio de 2016). *Mesa de ayuda SGFT*. https://www.cali.gov.co/hacienda/publicaciones/32010/grupo_de_sistemas/

Alcaldía de Santiago de Cali (31 de marzo de 2010). Mesa de ayuda SGFT. Departamento administrativo de hacienda municipal. www.cali.gov.co/descargar.php?id=27349

Artiaga, J. I. (2009). Claves para la imlemetación de ERP en la administración pública. *Estrategia Financiera*, 259, 38-43.

Barros, A. (2012). Modelo de Análisis Costo-Beneficio para Sistemas Integrados de Administración Financiera . *BID, Banco Internacional de Desarrollo*. <https://publications.iadb.org/es/publicacion/15043/modelo-de-analisis-costobeneficio-para-sistemas-integrados-de-administracion>

Benvenuto Vera, Á. (2006). Implementación de sistema ERP, su impacto en la gestion de la empresa e implemetacion con otras TIC. *Capiv Review*, 4 <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2573348>

Boletín informativo Doble Click. (2010 - 2016). *Oficina de Sistemas del Departamento Administrativo de Hacienda Municipal*. https://www.cali.gov.co/hacienda/publicaciones/32361/boletin_doble_click/

Centro Administrativo Municipal. (2018). *Servicio Integral de Soporte Tecnológico a la Plataforma SAP*. Alcaldía de Medellín. <https://community.secop.gov.co/Public/Archive/Retrieve-File/Index?DocumentId=20543629>

Centro Administrativo Municipal - CAM . (12 de julio de 2013). *FO-ADQU Estudios Previos*. Alcaldia de Medellín. https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/PortalMed-PRD/licitaciones_y_contrataciones/Seleccion_Abreviada/SecServAdministrativos/0009005888/2.%20Etapa%20Pre-contractual/Estu_Prev_SAMC_Mtt_Obr_Civil_Elect_SedEXT_1125.pdf

Chrissis, M. B. (2009). *Guía para la integración de procesos y la mejora de productos*. Madrid: Addison-Wesley.

Contraloría General de Santiago de Cali. (25 de julio de 2017). *Auditoría gubernamental con enfoque integral AGEI a sistemas de información SAP en el municipio Santiago de Cali*. <https://www.cali.gov.co/cinterno/loader.php?lServicio=Tools2&lTipo=descargas&lFuncion=descargar&idFile=31392>

El Tiempo. (30 de noviembre de 2006). Alcaldía de Medellín elige a Synapsis. *El Tiempo*. <https://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-2295890>

Forero Mendoza, A., Forero Mendoza, L. & Cerquera, H, (2017). La auditoría financiera y su influencia en el sector empresarial. *Revista Faccea*, 7(1) 50-57. <http://www.udla.edu.co/revistas/index.php/faccea/article/view/653/65>

García Sandoval, M. G., Ariza Torrado, H. D., Pinzón, M. L., & Flórez Fuentes, A. S. (2016). Buenas prácticas aplicadas a la implementación colaborativo de aplicativos web. *Mundo FESC*, 5(10), 27-30. <https://www.fesc.edu.co/Revistas/OJS/index.php/mundofesc/article/view/67>

- González, R. (octubre de 2019). Entrevista realizada a Roger González. Subdirector de DATIC, A. d. Mesa de ayuda SGAFT. (J. L. MBA, entrevistador).
- Khoshgoftar , M., & Othman, B. (2009). Comparison of Maturity Models. 2nd IEEE International Conference on Computer Science and Information Technology. *IEEE*. <https://ieeexplore.ieee.org/document/5234402?section=abstract>
- López, J. C. (2019). Entrevista realizada a Juan Camilo López, subdirector de Gestión Humana y Servicio a la Ciudadanía, A. d. (octubre de 2019). Coordinación Centro de Competencias SAP, Alcaldía de Medellín. (J. L. MBA, entrevistador).
- Muñoz Galvis , C. P. (2016). *Impacto administrativo de la implementación tecnológica del proyecto SGFT-SAP en la subdirección de tesorería de rentas del municipio de Santiago de Cali*. Tesis de grado, Universidad del Valle, Cali.
- Pasian , B. (2011). *Project Management Maturity: A Critical Analysis of Existing and Emergent Contributing Factors*. PhD Thesis, University of Technology: Sydney.
- Polanía-Muñoz, J. T., Córdoba-Beltrán, M. A. & López de Parra, L. (2015). Uso de las TIC por parte de los profesores. *Estado del Arte* (2009-2015). *Revista Faccea*, 5(1) 84-93. <http://www.udla.edu.co/revistas/index.php/faccea/article/view/417/411>
- Tjie, J. M. (2007). *A framework for the comparison of Maturity Models for Project-based Management*. Capgemini: Utrecht University.
- Velásquez-Moreno, J. R., Larrañaga-Rincón, G. M. & Sarmiento-Linares, Á. (2016). La importancia de formalizar empresa con potenciales emprendedores de la localidad de Bosa, bajo un entorno de globalización económica y desarrollo social. *Mundo FESC*, 6(11), 80-90. <https://www.fesc.edu.co/Revistas/OJS/index.php/mundofesc/article/view/85>

Lineamientos Generales

DESCRIPCIÓN GENERAL

La Revista Especializada en tecnología e ingeniería, órgano de divulgación científica de la Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería – ECBTI, de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia-UNAD, tiene una periodicidad de publicación semestral; publica artículos originales evaluados bajo la modalidad de pares doble ciego en temas de las diferentes áreas de tecnología e ingeniería.

La Revista tiene como objetivo facilitar la divulgación del conocimiento científico y aplicado en temas de ingeniería; así como incentivar la visibilidad e impacto de la investigación desarrollada en el ámbito nacional e internacional en las áreas de la ingeniería de manteniendo como propósito la construcción de redes de conocimiento.

Para efectos de publicación, se reciben las siguientes clases de documento:

- Artículos de resultados de avance parcial o final de proyectos de investigación en el área de la ingeniería, o en el desarrollo de herramientas pedagógicas para la enseñanza de la ingeniería.
- Artículos de reflexión, documento que presenta resultados de investigación desde una perspectiva analítica, interpretativa o crítica del autor sobre un tema específico.
- Estados del arte o artículos de revisión, definido por Minciencias como aquél escrito que sistematiza y analiza los resultados de investigaciones publicadas o no publicadas, sobre un campo del conocimiento.

CARACTERÍSTICAS DE LOS ARTÍCULOS

Los artículos sometidos a publicación deben ser originales o inéditos, no estar postulado para publicación simultáneamente en otras revistas y se debe entregar con carta donde conste la originalidad, firmada por los autores.

POSTULACIÓN DEL ARTÍCULO

El envío de su artículo se efectuará por el sistema OJS <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/publicaciones-e-investigacion/login> con la sesión de derechos y la hoja de vida de los autores en los formatos establecidos para tal fin.

Los artículos producto de investigación no deben exceder de 12 páginas y los review de máximo 20 páginas tamaño carta, a espacio sencillo con márgenes de 3.0 cm a cada lado, fuente para todo el artículo Times New Roman, tamaño 11 puntos y bajo las normas Harvard establecidas.

PROCESO DE EVALUACIÓN

La evaluación, revisión, dictamen o arbitraje de los artículos postulados para publicación deben cumplir las siguientes indicaciones:

- Todo original será sometido al proceso de dictamen, bajo la modalidad de pares doble ciego y una valoración preliminar por el Comité Editorial de la Revista, con el fin de calificar el documento, en cuanto a forma, contenido y cumplimiento de normas de publicación.
- Posterior a esto se enviará el artículo a dos pares ciegos especialistas en el área del artículo. Una vez evaluado y aprobado el documento, se remitirá a los autores para que se realicen las correcciones o aclaren aspectos surgidos del proceso de evaluación.
- El documento debe ser devuelto con los ajustes, para continuar con el proceso de corrección de estilo y posterior edición.
- En el eventual caso de amplias discrepancias en los resultados de la evaluación, el Comité Editorial tomará la decisión final de aceptación o rechazo del mismo. La aceptación definitiva dependerá de las modificaciones que los pares evaluadores propongan al autor y el concepto del Comité Editorial.
- El Comité Editorial se reserva el derecho de introducir modificaciones formales, necesarias para adaptar el texto a las normas de publicación. De no ser aprobado el artículo en la evaluación preliminar o en la evaluación por pares ciegos, se comunicará a los autores la decisión y los motivos de rechazo de la comunicación.

OPEN JOURNAL SYSTEM

Consulte on-line la revista en
<http://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/publicaciones-e-investigacion>

Instrucciones para presentar artículos



Los artículos producto de investigación deben tener máximo de 12 páginas y los review máximo 20 páginas tamaño carta, a espacio sencillo con márgenes de 3.0 cm a cada lado, fuente para todo el artículo Times New Roman, tamaño 11 puntos y bajo las normas Harvard.

1. CONTENIDO EL DOCUMENTO

El artículo contiene unos aspectos formales para su presentación relacionados a continuación:

1.1. Título

El título principal del artículo debe estar en español e inglés; Fuente Times New Roman tamaño 14.

1.2. Detalles del Autor(es)

El nombre del autor o Autores debe estar escrito de acuerdo a la forma de citación orcid, centrado, fuente tamaño 11 puntos y negrita.

1.3. Filiación del Autor(es)

La Universidad o entidad de afiliación, Escuela, Ciudad y País en fuente tamaño 11 puntos y cursiva, los correos y el orcid en tamaño 10 puntos en fuente tipo Courier; Entidad que financia el proyecto (de existir).

1.4. Resumen

El resumen se debe presentar en español e inglés: que no exceda 250 palabras y que describa sistemáticamente el contenido del artículo.

1.5. Figuras y Tablas

Las figuras y tablas deben estar centradas en la columna. Si la figura es muy larga, se puede extender hasta ocupar el espacio de las dos columnas. Cualquier figura o tabla que se extienda más de una columna, pero no ocupe el espacio de las dos columnas debe estar centrada

Los gráficos deben estar en color, de preferencia utilice colores estándar (rojo, azul, verde, amarillo) de manera que puedan ser reproducidos en cualquier sistema, las fotografías deben estar en jpg tif ,eps ps., png.)

Toda figura debe acompañarse de un título en letra de tamaño de 9 puntos, que inicia con

la abreviatura “Fig.” para indicar “Figura” y un número de secuencia.

El nombre de la figura se utiliza centrado en la columna, o página si la figura se extiende fuera de la columna. Si la descripción se extiende más de una línea, se debe mostrar de forma justificada, como en Fig. 1.

1.6. Palabras clave

Las palabras clave deben estar en español e inglés y cursiva, máximo diez palabras clave que den una idea de los temas fundamentales que se encuentran en el artículo. Estas palabras deben ir ordenadas alfabéticamente separadas por comas. Para estandarizar las palabras clave se sugiere buscarla en el siguiente hipervínculo, https://www.ieee.org/documents/taxonomy_v101.pdf



Fig. 1 El ejemplo de un gráfico con colores sólidos que resaltan sobre el fondo blanco.

1.7. Tablas

El título y contenido de las tablas en tamaño 9 puntos.

TABLA 1
Tamaño y fuentes para artículos

Tamaño	Fuente (Times new Roman)		
	Regular	Negrita	Cursiva
14	TÍTULO DEL ARTICULO	negrita	
11	Nombre del autor	negrita	
11	Filiación de los autores		cursiva
10	Correo electrónico (fuente Courier)		
11	Contenido	(Times new Roman)	
11	TITULOS	negrita	
11	Subtitulos	negrita	cursiva
11	Resumen	Cuerpo del Resumen	
11	<i>Abstrac</i>	<i>Cuerpo del abstrac cursiva</i>	cursiva
9	Título de figuras	Negrita solo Fig. No	
9	Título y contenido de tablas	Minúscula negrita solo Tabla No.	negrita
9	Referencias bibliográficas	Referencias	

1.8 Aspectos formales y estructura del artículo

1.8.1 Introducción

En esta sección se incluye una presentación general del tema, lo que el experimento o estudio intenta demostrar; la hipótesis con relación al estado del arte, se debe presentar una visión general de los resultados obtenidos. Problema de investigación y método: planteamiento del problema de investigación y síntesis del enfoque metodológico. Técnicas y estrategias de recolección y análisis de la información (según el caso).

1.8.2 Desarrollo de contenido

En esta sección se desarrollan los contenidos del tema de manera ordenada y secuencial con letras mayúsculas.

Subtítulos

En esta sección se describen temas detallados que forman parte del título principal

Estilo del artículo

El artículo debe presentarse a dos columnas

Viñetas

Si es necesario el uso de viñetas debe utilizarlas siguiendo las instrucciones

- Cuando desea mencionar varias cosas dentro de un tema de un subtítulo
- Cuando necesite crear niveles en una sección utilice las siguientes normas

Primer Nivel. El primer nivel corresponde al de título, por tanto debe estar centrado, numerado con números arábigos y todas las letras en mayúscula.

Segundo Nivel. Un segundo nivel corresponde al subtítulo. Deben estar numerados usando números arábigos seguido por un punto y alineados a la izquierda y en cursiva.

Tercer nivel. Un tercer nivel es el numero del titulo, seguido por el número del subtítulo y el número que corresponda en el nivel separados por comas. Utiliza letra cursiva y negrita, con números arábigos. El cuerpo del ítem debe estar inmediatamente después del encabezado, sin saltos de línea.

2. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Los resultados deben ser presentados objetivamente en forma de gráficos y/o tablas, de ser posible en forma comparativa. Según sea el caso del tipo de artículo.

3. CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Lo principal de esta sección es presentar los principales resultados, fundamentados en los objetivos y en la teoría, deben manejarse como enunciados cortos.

RECONOCIMIENTOS

Esta sección no es de carácter obligatorio obligatoria y se coloca los agradecimientos a personas que colaboraron en el desarrollo del proyecto pero que no figuran como autores. No debe ir numerado.

REFERENCIAS AL FINAL DEL TEXTO

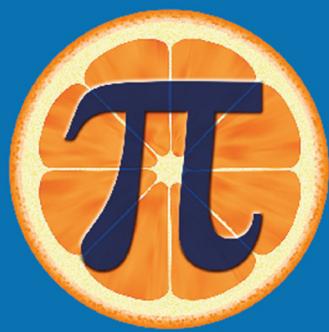
Esta sección no debe tener numeración y todas las referencias se hacen en letra de 9 puntos La lista de las obras citadas se incluye al final del artículo. Se debe referenciar en orden alfabético, según la guía de Norma Harvard <https://www.imperial.ac.uk/media/imperial-college/administration-and-support-services/library/public/Harvard.pdf>

LISTA DE AUTORES

LIST OF AUTHORS



	PAG.
Alex Roberto Taborda Betancur	107
Alicia Maria Vitale Alfonso	55
Andrea Isabel Barrera Siabato	27
Arturo Sanchez Sanchez	43
Candelaria Guzman Fernandez	67
Cruz Garcia-Lirios	43
Eliani Fernandez Vidal	55
German Martinez Prats	67
Helmer Paz Orozco	95
Ivan Florez Burbano	95
Javier Carreon Guillen	43
Jesus Alfonso Torres Ortega	7
Jorge Hernandez Valdes	43
Jose Marcos Bustos Aguayo	43
Jose Sebastian Caicedo Vargas	7
Juan Pablo Avila Moreno	27
Levit De los Santos	67
Margarita Juarez Najera	43
Marian Cabrera Soto	55
Yesika Leon Campo	55



UNIVERSIDAD NACIONAL ABIERTA Y A DISTANCIA
UNAD

www.unad.edu.co

Sede Nacional José Celestino Mutis. calle 14 Sur No 14-23
PBX: 3443700 ext: 1422 - 1333

Escuela de Ciencias Básicas, Tecnología e Ingeniería
<http://hemeroteca.unad.edu.co/Index.php/publicaciones-e-Investigacion/Issue/archive>
publicaciones.investigacion@unad.edu.co
Bogotá. D.C. Colombia