

vía innova

Vol. 10 (1) 2023



**Periodicidad: anual**

Enero – Diciembre de 2023

Open Journal System (OJS):

<http://revistas.sena.edu.co/index.php/RVI/index>

Servicio Nacional de Aprendizaje

Regional Tolima, Centro de Comercio y Servicios

Transversal 1 No. 42-244 Ibagué, Tolima

Grupo de Investigación GESICOM

Gestión Empresarial, Servicios e Innovación Comercial

Copyright

La publicación de los artículos en la Revista Vía Innova es responsabilidad de los autores, los artículos publicados en medio impreso y electrónico están autorizados por los autores mediante cesión de derechos de autor.

Calidad Editorial y Propiedad Intelectual

La revista se acoge a los lineamientos de copyright: Creative Commons 4.0, la política: Atribución-No comercial-SinDerivadas 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0)
(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>)

Este tipo de política suscita el reconocimiento al derecho de autoría de carácter no comercial y que deben compartir la información tal y como está publicado en la página web.



Equipo Directivo

Jorge Eduardo Londoño Ulloa
Director General
Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA

Wilfredo Grajales Rosas
Director de Formación Profesional
Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA

Nancy Briceño Moreno
Coordinadora Nacional SENNOVA
Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA

Álvaro Iván Barrero Buitrago
Director Regional Tolima
Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA

Álvaro Fredy Bermudez Salazar
Subdirector Centro de Comercio y Servicios
Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA

Equipo Editor

Julián Alonso Garzón Quiroga
Co-editor - Dinamizador SENNOVA
Centro de Comercio y Servicios
Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA

José Leonardo Montealegre
Gestor Editorial
Centro de Comercio y Servicios
Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA

Jaime Andrés Morales Saavedra
Editor - Investigador GESICOM
Centro de Comercio y Servicios
Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA

Omar Arley Arenas Quimbayo
Editor - Investigador GESICOM
Centro de Comercio y Servicios
Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA

Joaquín Carrillo
Editor - Investigador GESICOM
Centro de Comercio y Servicios
Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA

Julio César Morales Prado
Diseñador Editorial
Centro de Comercio y Servicios
Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA

Gabriela Maldonado Díaz
Correctora de estilo
Centro de Comercio y Servicios
Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA

Edición

Servicio Nacional de Aprendizaje – SENA

Comité Científico

Nelson Javier Tovar Perilla
Ph.D en Ingeniería
Universidad de Ibagué

Dora Luz González Bañales
Ph.D en Integración de Tecnologías de
Información en las Organizaciones
Instituto Tecnológico de Durango – México

José Julián Nández Rodríguez
Ph.D en Educación
Universidad del Tolima

Luz Adriana Sánchez Echeverri
Ph.D en Ingeniería
Universidad de Ibagué

Carolina Saavedra Moreno
MSc. en Gestión Industrial
Universidad de Ibagué

Karen Nahyr Sierra Ortiz
MSc. en Administración
Universidad del Valle

Tito Mauro Huertas Valencia
MSc. En Pensamiento Estratégico y Prospectiva
Universidad Cooperativa de Colombia

Angélica María Moncaleano Rodríguez
MSc. en Administración
Corporación Universitaria Minuto de Dios

Juan Manuel Estrada Sánchez
MSc. en Administración
Universidad Cooperativa de Colombia

Johann Mauricio Arenas Quimbayo
Master of Business Administration
Universidad Ean

Ana Maria Castro Aristizaba
Master of Business Administration
Universidad Ean

Luis Alejandro Vargas Parga
MSc. en Educación
Instituto Tolimense de Formación Técnica
Profesional



Contenido

Desarrollo de un aplicativo web de gestión de proyectos para el área de investigación sennova.....	5
Caracterización del polialuminio a partir del reciclaje de envases de tetra pak.....	13
Caso del software de gestión febeos: ¿cómo transformar digitalmente un comercio informal y lograr incrementar ventas?	24
Análisis de los estilos de aprendizaje en entornos de simulación clínica en los estudiantes de programa de terapia cardiorrespiratoria, de la universidad manuela beltrán 2021	46
Explorando el potencial vitivinícola del borojó (borojoa patinoi cuatrec.): Un estudio de factibilidad para la elaboración de vino de fruta	59
Graphene and coltan: development opportunity for the electronics industry in Colombia	69
Uso de la biomasa como alternativa de generación eléctrica en zona no interconectada del departamento del Cauca	95
Determinantes de la innovación empresarial en francia: una mirada empírica	113
El salado, un escenario de memoria, recuerdo y olvido social.....	132
Beneficios del uso de los esports o deportes electrónicos como actividad de bienestar en instituciones de educación superior colombianas.....	147
Potencial endógeno de desarrollo y estrategias de desarrollo local en los planes municipales de desarrollo del aburrá sur 2016 - 2019.....	165
Aspectos teóricos relevantes en torno al concepto de innovación abierta	193



Recibido
04-07-2022

Aceptado
18-12-2022

Desarrollo de un aplicativo web de gestión de proyectos para el área de investigación SENNOVA

Development of a project management web application for the SENNOVA research area.

Omar Fernando Chaparro Bayona¹
Javier Andrés Mendoza Cupa²

Cómo citar:

Chaparro, O., Mendoza, J. (2022). Desarrollo de un aplicativo web de gestión de proyectos para el área de investigación SENNOVA. *Vía Innova*, 10 (1), 5-12.
<https://doi.org/10.23850/2422068X.4958>

1 Ingeniero de Sistemas, Maestría en Diseño y Gestión de Proyectos Tecnológicos, Servicio Nacional de aprendizaje SENA, Instructor SENNOVA, ochaparro@sena.edu.co

2 Tecnólogo en Análisis y Desarrollo de Sistemas de Información, Servicio Nacional de aprendizaje SENA, Aprendiz, jamendoza23@misena.edu.co

Resumen

La Gestión de Proyectos, se ha expandido durante las últimas décadas en múltiples industrias en el mundo que, impulsadas por la posibilidad de organizar las actividades y entregables de cada uno de sus proyectos desarrollados, han tenido iniciativas para fomentar herramientas tecnológicas; esto ha generado la necesidad de buscar mecanismos que permitan asegurar la alineación de estas con las estrategias de la organización. Este artículo tiene la finalidad de dar a conocer la metodología aplicada en el desarrollo que puede ser utilizada para proyectos de desarrollo web. Desde años anteriores se han desarrollado proyectos desde el Sistema de Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico (SENNOVA) y a su vez, en las diferentes áreas temáticas y vigencias de cada uno de los centros de formación del Servicio Nacional De Aprendizaje (SENA) de Colombia. En búsqueda del proceso de mejora continua por medio del Centro Agroturístico, se identificó desde su subdirección, la falta de información actualizada de los proyectos con información como cantidad de proyectos por áreas, tipo de proyectos desarrollados y cantidad de proyectos en ejecución, presupuesto asignado, presupuesto ejecutado y evidencias del proyecto (fotos, documentos, videos). Con el desarrollo de esta herramienta, se busca realizar seguimiento según las prácticas de gestión sugeridas en la guía PMBOK del PMI (2017), en específico, los cinco grupos de proceso (inicio, planeación, ejecución, monitoreo y cierre). Por este motivo, la línea de tecnologías virtuales de Tecnoparque nodo Socorro inicia el desarrollo de un aplicativo web de proyectos para aplicar en el Centro Agroturístico San Gil - Santander. Este documento se realiza con el fin de exponer las lecciones aprendidas en el desarrollo del aplicativo según metodología aplicada.

Palabras clave: Aplicación web, firebase, API, PMO, [Vue.js](#), framework.

Abstract

Project Management has expanded during the last decades in multiple industries around the world that, driven by the possibility of organizing the activities and deliverables of each of their developed projects, have had initiatives to promote technological tools; this has generated the need to seek mechanisms to ensure the alignment of these with the strategies of the organization. The purpose of this article is to present the methodology applied in the development that can be used for web development projects. Since previous years, projects have been developed from the System of Research, Innovation and Technological Development (SENNOVA) and in turn, in the different thematic areas of each of the training centers of the National Learning Service (SENA) of Colombia. In the search for continuous improvement through the Agrotourism Center, the subdirector identified the lack of updated information on projects with information such as the number of projects by area, type of projects developed and number of projects underway, allocated budget, executed budget and project evidence (photos, documents, videos). With the development of this tool, we seek to follow up according to the management practices suggested in the PMBOK guide of the PMI (2017), specifically, the five process groups (initiation, planning, execution, monitoring and closure). For this reason, the virtual technologies line of Tecnoparque Socorro node starts the development of a project web application to be applied in the Agrotourism Center San Gil - Santander. This document is made in order to expose the lessons learned in the development of the application according to the methodology applied.

Key words: Web application, firebase, API, PMO, [Vue.js](#), framework.

1. Introducción

En los últimos años el concepto de Cloud Computing o computación en la nube ha marcado tendencia y genera un nuevo paradigma en el procesamiento de la información mediante la utilización de servicios en Internet (Arias, 2015). La gestión de proyectos de diferentes tipos ha aumentado de manera abrupta en los últimos años según (Solarte-Pazos, 2014). Para dar solución a esta problemática y en alineación de los mismos con las estrategias de la organización de proyectos (Marulanda - Echeverry, 2017) se busca la utilización de tecnologías innovadoras, por esto, con el equipo de desarrollo y por parte de la subdirección de Centro Agroturístico se detectó la falencia de una herramienta tecnológica para procesar la información actualizada de los proyectos del Sistema de Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico (SENNOVA), con información como cantidad de proyectos por áreas, tipo de proyectos desarrollados y cantidad de proyectos en ejecución, presupuesto asignado, presupuesto ejecutado y evidencias del proyecto (fotos, documentos, videos). Con el desarrollo de esta herramienta se busca que la información esté disponible para todos los actores del proceso de formulación y ejecución de proyectos de investigación según estructura (Pmbok, 2017). La información que se encuentra disponible en los centros de formación del departamento de Santander Colombia está centralizada y es de difícil acceso, porque no se cuenta con una herramienta medida para la realización de seguimiento y registro de cada uno de estos.

Desde la dirección de SENNOVA a nivel nacional de Colombia, en el cual se desarrollan Actividades tales como la ejecución de proyectos de I+D+i, asesorías, transferencias de conocimiento, asistencia técnica, servicios tecnológicos (laboratorios, pruebas y equipos), acompañamiento a desarrollo de productos y prototipos funcionales, extensionismo tecnológico (Rico, 2019), se emanan de esta estrate-

gia una gran cantidad de proyectos en diferentes áreas del conocimiento.

Por medio de SENNOVA se han diseñado estrategias para realizar seguimiento y control a los proyectos desarrollados, por ejemplo, se utiliza One Drive, herramienta diseñada para el almacenamiento de archivos, siendo funcional, pero presentando menor uso (Caluña, 2017), la ejecución de esta herramienta no tiene la suficientes opciones y accesibilidad para los usuarios involucrados.

Teniendo en cuenta lo anterior, se dio inicio al desarrollo de un aplicativo web de SENNOVA nacional denominado SISTEMA DE GESTIÓN DE PROYECTOS SENNOVA – SGPS (Pinto, 2018), donde se encuentran registrados todos los proyectos formulados en Bancos de proyectos SENNOVA; esta información se encuentra disponible para el rol líder o dinamizador SENNOVA, pero por el momento no es posible realizar el seguimiento de forma fácil y eficiente por parte de los instructores de cada uno de los centros de formación, por tal motivo se busca satisfacer esta necesidad a través de la creación de un aplicativo web que cuente con diferentes módulos para la creación de áreas de proyectos, registros de usuarios, registro de proyectos, seguimiento en cada una de las fases de los proyectos desarrollados (inicio, planeación, ejecución, evaluación y cierre).

Tecnoparque nodo Socorro inició el desarrollo de un aplicativo web de proyectos para aplicar en el Centro Agroturístico San Gil Santander, con aras de poder ser replicado a los demás centros de formación del Servicio Nacional de Aprendizaje SENA de la regional Santander, como una herramienta complementaria al sistema que ya se está trabajando y se está implementando desde SENNOVA, y así poder contar con información en tiempo real para la toma de decisiones, generación de informes y formulación de proyectos futuros desde el centro de formación.

Con la realización de este artículo se busca dar a conocer al lector la manera concisa de cómo se puede desarrollar una idea a través de las nuevas tecnologías involucrando aprendices y los pasos a seguir al programar o desarrollar un aplicativo web, esto con el fin de reforzar la formación en programación como lo fundamenta Zambrano (2017).

Importancia de la programación en los ingenieros de sistemas: este artículo está dividido por secciones las cuales explicarán un tema en específico en el proceso de programación el cual esta subdividido en cinco pilares para el desarrollo del aplicativo web: Análisis, este consiste en recolectar la información necesaria para iniciar con el desarrollo del proyecto. Planificación, en este paso se distribuyen los roles y los tiempos necesarios para programar la aplicación. Diseño, en esta fase se consolidan los prototipos de las interfaces de usuario que servirán de guía a la hora de programar. Desarrollo, aquí está implícito todo el proceso de programación y, por último, Implementación y evaluación, aquí se pone a prueba la aplicación y se hacen correcciones a las fallas que se puedan presentar.

2. Metodología:

Para el desarrollo del aplicativo se utilizó SCRUM, una metodología ágil (Cadavid, 2013) utilizada en el desarrollo de diferentes productos, entre ellos, el desarrollo de software.

Se realizó la verificación de los requisitos a desarrollar por medio de mesas técnicas de trabajo e instrumentos de recolección de datos, en este caso, entrevistas. Se evaluó la herramienta y tecnología a utilizar para el desarrollo, se tomó en consideración el conocimiento de la herramienta y en forma colectiva se determinó que la ejecución del proyecto tuviera las siguientes etapas.

1. Análisis: en esta primera etapa del desarrollo se elige el equipo de trabajo y se recolec-

tan todos los requerimientos necesarios para el desarrollo del proyecto, se clasifican los requerimientos funcionales y no funcionales de la aplicación (Sommerville, 2011), se define el tipo de aplicativo a desarrollar (web o móvil) en este caso se seleccionó aplicativo web por la cantidad de información a ingresar y la forma de visualizar los datos. La forma de recolectar la información consistió en reunir todos los datos necesarios para el inicio, realizando entrevistas y mesas técnicas de trabajo a los involucrados en el centro agroturístico.

2. Planeación: para esta segunda fase, se identificó el grupo de trabajo basado en la metodología SCRUM. Se asignaron roles a trabajar, se elaboró un cronograma con fundamento en los requerimientos obtenidos, priorizando las historias a implementar con su respectivo desarrollador. Seguido a esto, se llevó a cabo la investigación de requerimientos del proyecto para seleccionar la arquitectura y lenguaje de programación que se usarán para el desarrollo.

3. Diseño: en esta tercera fase, nos enfocamos en la parte visual del software, en construir el prototipo utilizando herramientas del mercado como [Proto.io](#) y XD, esto con el fin de que la funcionalidad del aplicativo tenga usabilidad, cualidad de la página web de ser sencilla de usar porque facilita la lectura de los textos y que sea amigable a la vista del usuario. En este punto se trabaja todo el contenido multimedia que iría alojado en la aplicación como imágenes, logotipos e iconos.

4. Desarrollo del aplicativo: después de tener definida la arquitectura y los diseños del software, lo siguiente es la creación del entorno de trabajo según el lenguaje de programación que se vaya a destinar para el desarrollo (Mohedano, 2012), seleccionando el lenguaje de programación y base de datos a trabajar mediante un editor de código fuente implementando cada uno de los requerimientos funcionales o historias.

5. Implementación y Evaluación: en la última fase se realizaron las respectivas pruebas de usabilidad y pruebas de estrés con los datos de los proyectos recolectados con información real del centro de formación.

3. Resultados

1. Análisis: se inició con la conformación de equipos de desarrollo en los cuales se involucra aprendiz del programa Análisis y desarrollo de sistemas de información, y el experto de la línea de tecnologías virtuales nodo Socorro. se recolectan todos los requerimientos necesarios por medio de mesas técnicas de trabajo por medio del subdirector de centro, líder Sennova e instructores investigadores, identificando los siguientes roles y características a desarrollar dentro del aplicativo:

Roles Administrador, Editor (subdirector, líder Sennova, Instructor Investigador), Visitante (Instructor).

Módulos (Áreas de proyecto, Proyectos, Seguimiento, Estadística y Reportes).

2. Planeación: para esta fase, se identificó el grupo de trabajo basado en la metodología SCRUM, se elaboró un cronograma de trabajo con fundamento en los requerimientos obtenidos y actividades identificadas, priorizando las historias de usuario con su respectivo desarrollador y tiempo, seguido a esto se llevó a cabo el prototipo a mano alzada de cada uno de los requerimientos o historias del proyecto, se continuó con la selección de la arquitectura y lenguaje que se usarán para el desarrollo.

3. Diseño: en esta tercera fase, el enfoque o esfuerzos fueron la creación de prototipos digitales del software mediante herramienta XD y se inició el maquetado web verificando que el aplicativo fuese responsivo para que la visualización de los datos, opciones e interfaces, fuesen amigables con el usuario. En este punto se eligió todo el contenido multimedia que iría

alojado en la aplicación como imágenes, logotipos e iconos.

4. Desarrollo del aplicativo: después de tener definida la arquitectura y los diseños del software, lo siguiente es la creación del entorno de trabajo según el lenguaje de programación que se vaya a destinar para el desarrollo, en este caso JavaScript utilizando el Framework [vue.js](#) (Saks, 2019).

Para la creación del Backend se eligió la herramienta de Google Firebase en donde se vincularon los servicios de base de datos y la validación de cuentas para el registro de los usuarios (Yahiaoui, 2017).

Una vez se generó la base del Backend del aplicativo, se llevó a cabo la creación del Frontend del software usando el Framework [vue.js](#) con complementos como Vuetify, Axios y Vuex. En esta fase del desarrollo, se continuó con la implementación de la interfaz visual del aplicativo web, la cual se encargó de desplegar en pantalla las diversas interfaces, entre ellas, la de creación de áreas de proyecto. En esta se encuentra una serie de controles como botones y textos que, en conjunto, enriquecen la interfaz HTML para la creación, actualización, eliminación y cambio de estado de activo a inactivo. (Figura 1)

Figura 1. Creación de Proyectos por área

Opciones	Nombre	Descripción	Estado
	CIENCIAS SOCIALES	ciencias sociales	Activo
	INDUSTRIAS CREATIVAS	industrias creativas	Activo
	CIENCIAS VETERINARIAS	ciencias veterinarias	Activo
	CIENCIAS AGRICOLAS	ciencias agrícolas	Activo
	HUMANIDADES	humanidades	Activo
	CUARTA REVOLUCION INDUSTRIAL	cuarta revolución industrial	Activo
	CIENCIAS MEDICAS Y DE SALUD	ciencias médicas y de salud	Activo
	CIENCIAS NATURALES	ciencias naturales	Activo
	INGENIERIA Y TECNOLOGIA	ingeniería y tecnología	Activo

Fuente: Elaboración Propia

Se continuó con la interfaz de creación de proyectos mediante una vista amigable al usuario, que permite la creación de proyectos con información como: Fecha de formulación, Fecha de ejecución, Área, Título, Objetivo General, Objetivo Específico 1, Objetivo Específico 2, Objetivo Específico 3, Objetivo Específico 4, Productos Esperados, Responsables (nombre formulo, nombre ejecutor, nombre de Cuentadante, teléfonos), Evidencias de Resultados imágenes, archivos .pdf (Figura 2).

Figura 2. Creación de áreas de proyecto

Opciones	Código	Nombre	Área	Nombre formulo	Nombre ejecutor	Nombre cuentadante	Fecha formulación	Fecha ejecución	Valor asignado	Anexos
/	8896	Modernización del ambiente de Producción de Medios Audiovisuales del Centro Agroturístico para la implementación de un sistema de producción de contenidos digitales que fomenten de la CTV	INDUSTRIAS CREATIVAS	Juan Harvey Sánchez	Juan Harvey Sánchez	por definir	2020-10-01	2020-10-18	100000000	0
/	1234up	características de la población mundial	CIENCIAS SOCIALES	carlos duran	tomás bermúdez	sandro rojea	2019-02-21	2019-10-16	20000000	0
/	pruebaReporte	Yo efecuo desueros, virgenes, intactos y sencillos, para mis delicias y el placer de mis amigos, estas ríochas andres vividos, soñados y traducidos sobre su tierra natal y sobre el agua	HUMANIDADES	Pedro Cadenas	Valeria Torres	Maria Días	2019-02-09	2021-05-02	30000000	0
Vídeo Actualizado	Proyecto	Modernización del ambiente de Producción de Medios Audiovisuales del Centro Agroturístico para la implementación de un sistema de producción de contenidos digitales que fomenten de la CTV	CIENCIAS VETERINARIAS	Juan pablo prieto	Juan pablo prieto	Sandro hernandez	2020-11-01	2020-10-18	60000000	0

Fuente: Elaboración Propia

Se procedió con las creaciones de usuarios los cuales pueden se creados a partir de su rol. El sistema iniciará un registro (Documento, Nombre, Correo), esta opción solo la pueden desarrollar los roles de Administrado y Editor.

Después se generó el informe o reporte de la aplicación en la cual se identifican todos los campos del proyecto registrados previamente (Figura 3).

Figura 3. Informe del proyecto

Nombre	Descripción
202134L	
Código	202134L
Nombre del Proyecto	Modernización del ambiente de Producción de Medios Audiovisuales del Centro Agroturístico para la implementación de un sistema de producción de contenidos digitales que fomenten de la CTV
Área	CIENCIAS VETERINARIAS
Nombre formulo	Juan pablo prieto
Nombre ejecutor	Juan pablo prieto
Nombre cuentadante	Sandro hernandez
Teléfono formulo	321456421, 321456789
Teléfono ejecutor	321456789
Teléfono cuentadante	321456789

Fuente: Elaboración Propia

En este informe también se muestra cada una de las imágenes o fotos de evidencia de la ejecución del proyecto ingresado (Figura 4).

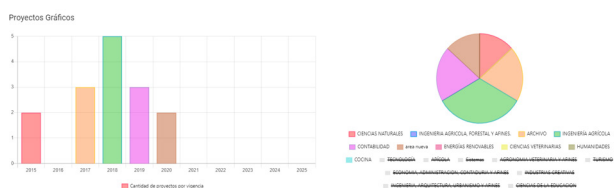
Figura 4. Evidencia fotográfica del proyecto



Fuente: Elaboración Propia

Para la toma de decisiones e información actualizada, se desarrolló el módulo de estadísticas el cual envía un conjunto de información recolectada, por ejemplo, proyectos desarrollados por cada una de las vigencias o años, o cantidad de proyectos por área en cada una de las vigencias o años (Figura 5).

Figura 5. Estadística del proyecto



Fuente: Elaboración Propia

En esta fase del desarrollo del aplicativo en cuanto a generación de la funcionalidad del aplicativo web, fue donde se ocupó gran parte del tiempo, dando como resultado cada una de las vistas que se implementaron en el software.

5. Implementación y Evaluación: en la última fase se hicieron las respectivas evaluaciones funcionales mediante pruebas exploratorias de usabilidad y pruebas de estrés con los datos de proyectos recolectados, con totalidad de 50 proyectos añadidos por los diferentes roles.

Pruebas de usabilidad: En esta primera actividad se realizaron pruebas de usabilidad del software para determinar si todas sus interfaces y funciones eran funcionales y otorgaban buena experiencia de usuario.

Se ingresaron cada uno de los proyectos implementados en el centro agroturístico, para su posterior seguimiento y futuras mejoras al aplicativo.

4. Conclusiones

Se evidenció que el lenguaje de programación seleccionado por medio del Framework presentó una serie de dificultades en la generación de informes y estadísticas, se eligió manejar **Vue.js**, un Framework de JavaScript implementado hace poco y con múltiples versiones, deprecando varias funcionalidades, por ende, la documentación es limitada y esto provocó que se requiriera un tiempo más amplio para la programación. A pesar de esto, se logró el desarrollo total de lo solicitado.

Luego, se realizaron unas pruebas finales para verificar el manejo de cada uno de los roles y la funcionalidad de la aplicación para corregir cualquier tipo de errores que se presentasen a la hora de guardar en la base de datos. Los resultados fueron acorde a lo presupuestado encontrando algunos fallos, dándole prioridad alta para solución inmediata.

La aplicación se encuentra implementada en el centro agroturístico San Gil por el área de SENNOVA y está siendo utilizada por el centro de formación. A futuro, se espera implementarle más funcionalidades para ser utilizada por los diferentes centros de la regional Santander.

Es necesario que este tipo de aplicativos se conozcan y se puedan replicar por los demás centros de formación.

El uso y manejo de la información que se encuentra en el aplicativo es reservado, si en

algún caso se replica, se debe respetar los derechos referenciando al autor.

5. Referencias

- Arias, Á. (2015). *Computación en la Nube: 2ª Edición*. IT Campus Academy.
- Caluña, E. R. (2017). Plataformas Cloud Computing: análisis comparativo Google Drive y One Drive. *Telemática*, 16(1), 28-39.
- Marulanda-Echeverry C. E.-T.-D. (2017). Gobierno y Gestión De Ti en las entidades públicas. *AD-minister*, (31), 75-92.
- Pinto, D. D. (2018). Sistema de gestión de proyectos SENNOVA-SGPS-para la recolección de información en ciencia tecnología e innovación. *Revista Metalnova*, 1, 29-31.
- Pmbok, G. (2017). Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos. *Project Management Institute Inc*.
- Rico, Y. A. (2019). Sistema SENNOVA: Investigación, Innovación y Desarrollo Tecnológico al servicio de Colombia. *Revista Cintex*, 24(1), 10-11.
- Solarte-Pazos, L. &-A. (2014). Gerencia de proyectos y estrategia organizacional: El modelo de madurez en gestión de proyectos CP3M© V5. O. *Innovar*, 24(52), 5-18.
- Zambrano, J. A. (2017). IMPORTANCIA DE LA PROGRAMACIÓN EN LA FORMACIÓN DE LOS INGENIEROS DE SISTEMAS COMPUTACIONALES. *Opuntia Brava*, 94-100.
- Mohedano, J. S. (2012). *Iniciación a javascript*. Ministerio de Educación.
- Saks, E. (. (2019). *JavaScript Frameworks: Angular vs React vs Vue*.
- Sommerville, I. (2011). *Software engineering*. Madrid, SPA.; Software engineering. 9. S.l.: s.n. ISBN 13: 978-0-13-703515-1.
- Yahiaoui, H. (2017). *Firestore Cookbook: Over 70 recipes to help you create real-time web and mobile applications with Firestore*. Packt Publishing Ltd.



Recibido
05-07-2022

Aceptado
17-12-2022

Caracterización del polialuminio a partir del reciclaje de envases de tetra pak

Characterization of polyaluminum from the recycling of tetra pak containers.

Byron Leonardo Serrano Sandoval¹

Cómo citar:

Serrano, B. (2022). Caracterización del polialuminio a partir del reciclaje de envases de tetra pak. *Vía Innova*, 10 (1), 13-23.
<https://doi.org/10.23850/2422068X.4963>

¹ Aprendiz Servicio Nacional de Aprendizaje SENA - Centro de Desarrollo Agroempresarial - Regional Cundinamarca, bserranos@gmail.co

Resumen

El polialuminio es un material obtenido del reciclaje de los envases de tetra pak, el cual puede tener múltiples aplicaciones ya que es muy versátil debido a sus características fisicoquímicas. Lo encontramos en el área de la construcción como láminas contrachapadas que pueden reemplazar materiales ligeros para la realización de muros tales como el *drywall* o el fibrocemento. En este artículo se presentan los resultados de una investigación científica, donde se busca establecer si las láminas comerciales de polialuminio y otras láminas elaboradas por el equipo investigador cumplen con la Norma Técnica Colombiana NTC 2261, la cual brinda los parámetros mínimos de calidad para los tableros de partículas aglomeradas para aplicaciones interiores no estructurales

Palabras clave: Tetra pak, polialuminio, caracterización mecánica.

Abstract

Polyaluminum is a material obtained from the recycling of tetra pak containers, which can have multiple applications as it is very versatile due to its physico-chemical characteristics. It can be found in the construction area as plywood sheets that can replace lightweight materials for the construction of walls such as drywall or fiber cement. This article presents the results of a scientific research, which seeks to establish whether the commercial polyaluminum sheets and other sheets produced by the research team comply with the Colombian Technical Standard NTC 2261, which provides the minimum quality parameters for agglomerated particle boards for interior non-structural applications.

Keywords: Tetra pak, polyaluminum, mechanical characterization.

1. INTRODUCCIÓN

Existe un grave problema a nivel global que compete a todos, el cual no ha tenido la suficiente atención mediática, ni la legislación suficiente. Esta problemática día con día se agrava más, son las basuras, esta es una era de consumismo donde todo lo que se usa en la actualidad se convertirá en basura en los próximos 6 meses a 1 año.

“Colombia no es ajeno a este problema ya que el 56% de los centros urbanos disponen de las basuras en botaderos a cielo abierto y el 5% los arrojan a los ríos. Tan alarmante situación, en virtud de sus graves consecuencias para la salud humana y el medio ambiente, no obstante, la mayor parte de municipios que presentan este dramático cuadro cuentan con menos de 20.000 habitantes, resulta insólito que 13 centros urbanos con más de 50.000 habitantes y 6 con más de 100.000 operen sus botaderos a cielo abierto. Y como si esto fuera poco, la casi totalidad de los denominados rellenos sanitarios presentan graves deficiencias técnicas en su diseño y operación, a estas conclusiones se llegaron luego de analizar 194 municipios en los cuales habita el 60 % de la población nacional” (Rodríguez 2004)¹.

“En Cundinamarca se generan alrededor de 70.000 toneladas de desperdicios que se producen mensualmente. El 70% de los municipios, es decir 79 de ellos, arrojan sus desperdicios en botaderos a cielo abierto. Cerca de 48 de esas 79 poblaciones, situadas en los alrededores de la sabana de Bogotá tienen que llevar sus basuras al botadero de Mondoñedo, situado en Mosquera y considerado como un desastre ambiental” (Silva 2004)².

Una de las alternativas contempladas para mitigar el impacto negativo que se tiene sobre el medio ambiente es el reciclaje, esta es una opción viable ya que se dice que en promedio una persona produce 10 kilogramos de basura a la semana y solo el 12% de esta se recupera.

Uno de los materiales que se pueden recuperar es el tetra pak, el cual está compuesto de cartón, plástico y aluminio. A la hora de separar estos materiales se obtiene un subproducto llamado Polialuminio, el cual está compuesto de polietileno y aluminio que, gracias a un proceso de hidropulpado, se separa del cartón, junto con tapas y otros plásticos.

El polialuminio es un material muy versátil ya que puede ser utilizado en varias industrias y para ello es necesario determinar claramente las propiedades que puede brindar, para esto se deben aplicar pruebas físicas y de composición.

El objeto de este artículo es presentarle al lector los resultados de las pruebas de laboratorio, adquirir láminas de polialuminio obtenidas del reciclaje de tetra pak en el CDA SENA en Chía y hacer un paralelo con los resultados de láminas comerciales de polialuminio. Para ello, se realizaron pruebas de módulo de rotura y módulo de elasticidad, se compararon los resultados con la norma técnica colombiana NTC 2261, la cual da los parámetros mínimos de calidad para los tableros de partículas aglomeradas para aplicaciones interiores no estructurales.

2. METODOLOGÍA

Para la obtención de láminas de polialuminio se debe separar las capas del tetra pak, es decir, el plástico y el aluminio del cartón. Para esto existen varios métodos, el utilizado en este caso es el de hidropulpado, en el cual se obtienen varios subproductos como la pulpa de cartón, las tapas plásticas, una capa de polietileno y el polialuminio.

Una vez separado los subproductos, se procede a secar las hojas de polialuminio, luego son cortadas en cuadros de 2 cm, después son pesadas, se toman dos láminas de polietileno, con ellas se hace un emparedado con los trozos del polialuminio para luego ser puestas en un molde y ser prensadas por una termoprensa eléctrica diseñada y desarrollada especialmen

te para la investigación (se desarrolló en colaboración de Tecnoparque nodo Cazucá, SENA).

Foto 1. Termo Prensa Eléctrica Tecnoparque nodo Cazucá, SENA



Fuente: Elaboración propia

En este paso se tuvo en cuenta el tipo de polietileno que se empleó la cantidad de polialuminio en gramos, que dependen del calibre de la lámina que se desee obtener, el tiempo de prensado en minutos, la temperatura en grados Celsius y la presión en toneladas.

Para el desarrollo de esta investigación se realizaron seis láminas de polialuminio, estas láminas tenían una dimensión de 50cm * 25cm, esto debido a las dimensiones que tiene la termo prensa. De cada una se extrajeron dos probetas, con las dimensiones que exige la norma.

Se adquirieron unas láminas nuevas de polialuminio comerciales las cuales se tomaron como referencia, con una dimensión de 2.44 m * 1.22 m * 4.1 mm; aplicando la NTC 2261 se sacaron unas probetas de control, cada una de ellas fue etiquetada.

Ya que este es un estudio exploratorio, estas probetas se llevaron al laboratorio del Centro de Materiales y Ensayos del SENA en Bogotá, donde se les realizaron las pruebas del módulo de rotura y el módulo de elasticidad. Estas pruebas se realizaron en una máquina de ensayos universal BTM-E.

Foto 2. Probetas de polialuminio



Fuente: Elaboración propia

Para realizar esta prueba se utilizó una máquina universal de tensión y compresión, el modelo de flexión se puede representar en una curva de tensión-deformación que muestre los cambios a la deformación a medida que aumenta la presión.

Foto 3. Máquina Universal De Tensión Y Compresión. Centro de Materiales y Ensayos del SENA



Fuente: Elaboración propia.

Los ensayos de flexión se utilizan principalmente como medida de la rigidez, el parámetro más importante que se obtiene de un ensayo de flexión es el módulo de elasticidad, en él se describe la capacidad de un material a resistir una flexión bajo una tensión.

Durante la prueba, la fuerza se aplica en el centro de la probeta, se empuja hacia abajo, allí se mide continuamente el esfuerzo que puede soportar antes de romperse y se calcula utilizando una fórmula de flexión de tres puntos.

La deformación por flexión se presenta en un elemento estructural en dirección perpendicular a su eje longitudinal, los materiales son sometidos a este tipo de pruebas para medir la resistencia a la flexión de acuerdo con la ASTM D790.

3. RESULTADOS

Lo primero que se hizo fue darle un valor en el laboratorio a cada una de las muestras, posteriormente se tomaron tres medidas de cada una de las probetas (ancho, largo, y espesor) y se promediaron con sus valores, como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 1. Medidas de Probetas

Id Laboratorio	Item	Ancho (mm)				Largo (mm)				Espesor (mm)			
		1	2	3	Promedio	1	2	3	Promedio	1	2	3	Promedio
CME-21-135-01	1A	76,34	75,56	75,88	75,93	171	171	171	171	2,85	3,06	3,26	3,06
CME-21-135-02	1B	74,47	74,54	74,87	74,63	172	172	172	172	2,28	2,02	2,14	2,15
CME-21-135-03	2A	74,76	75,56	75,53	75,28	171	171	171	171	3,5	3,26	2,98	3,25
CME-21-135-04	2B	75,01	74,47	75,16	74,88	170	170	170	170	2,83	2,95	3,06	2,95
CME-21-135-05	3A	74,81	74,21	74,87	74,63	195	195	195	195	3,33	4,01	4,81	4,05
CME-21-135-06	3B	76,06	76,14	74,61	75,60	195	196	195	195,33	4,69	4,67	4,61	4,66
CME-21-135-07	4A	73,34	74,1	73,7	73,71	195	195	195	195	3,56	3	2,16	2,91
CME-21-135-08	4B	76,53	76,72	77,16	76,80	195	195	195	195	2,73	2,98	3,46	3,06
CME-21-135-09	5A	75,23	74,85	75,45	75,18	146	146	146	146	2,52	2,47	2,74	2,58
CME-21-135-10	5B	74,93	75,81	76,21	75,65	147	147	147	147	2,16	3,22	2,47	2,62
CME-21-135-11	6A	74,49	75,12	75,94	75,18	148	147	148	147,7	1,42	2,21	2,67	2,10
CME-21-135-12	6B	74,85	75,04	75,51	75,13	151	151	151	151	2,68	2,87	2,39	2,65
CME-21-135-13	7A	75,87	75,99	76,82	76,23	195	195	194	194,7	3,78	4,74	4,55	4,36
CME-21-135-14	7B	76,34	75,56	75,88	75,93	196	196	196	196	3,53	3,93	4,1	3,85

Fuente: Elaboración propia.

Para el cálculo del módulo de rotura, se toma la distancia entre apoyos, la velocidad de la máquina, la fuerza en Newton y el esfuerzo en megapascuales de la máquina de ensayos, con estos valores se calcula la carga en Newton denominada (P), la distancia entre apoyos en mm denominada (L), el ancho de la probeta en mm denominado (a) y el espesor de la probeta

denominado (e), estos valores se aplican en la Ecuación (1).

$$Mor = \frac{3 * P * L}{2 * a * e^2} \quad (1)$$

El valor del número 3 en el numerador y del número 2 en el denominador son valores constantes. En la siguiente tabla se muestran los valores calculados.

Tabla 2. Cálculo del Módulo de Rotura

Item	Distancia Apoyos	Velocidad Máquina	Fuerza N	Esfuerzo Mpa	P	L	a	e	e^2	MOR	Grado MOR
1A	76,42	1,59	74,30	0,30	74,30	75,00	75,00	3,00	9,00	12,38	MG1
1B	53,67	1,12			0,00	75,00	75,00	3,00	9,00	0,00	
2A	81,17	1,69	86,40	0,30	86,40	75,00	75,00	3,00	9,00	14,40	MG1
2B	73,67	1,53	62,90	0,30	62,90	75,00	75,00	3,00	9,00	10,48	LG
3A	101,25	6,00	138,20	0,60	138,20	100,00	75,00	4,00	16,00	17,28	MGS
3B	116,42	6,00	209,80	0,60	209,80	100,00	75,00	4,00	16,00	26,23	HG
4A	72,67	6,00	37,10	0,20	37,10	100,00	75,00	4,00	16,00	4,64	
4B	76,42	6,00	41,70	0,20	41,70	100,00	75,00	4,00	16,00	5,21	
5A	64,42	1,34	33,50	0,20	33,50	50,00	75,00	2,00	4,00	8,38	LG
5B	65,42	1,36	38,70	0,20	38,70	50,00	75,00	2,00	4,00	9,68	LG
6A	52,50	1,09	45,90	0,30	45,90	50,00	75,00	2,00	4,00	11,48	MG1
6B	66,17	1,38	55,70	0,30	55,70	50,00	75,00	2,00	4,00	13,93	MG1
7A	108,92	6,00	100,00	0,30	100,00	100,00	75,00	4,00	16,00	12,50	MG1
7B	96,33	6,00	116,00	0,40	116,00	100,00	75,00	4,00	16,00	14,50	MGS

Fuente: Elaboración propia.

La probeta 1B, sufrió un incidente en el momento del montaje, esta falla técnica arruina la prueba. El grado de clasificación del módulo de rotura para tableros aglomerados para aplicaciones interiores no estructurales, es así:

Para tableros de grado alto se denominan (HG).

Para tableros medio especial se denominan (MGS).

Para tablero medio 1 se denomina (MG1).

Para tablero de grado bajo se denomina (LG).

Para el cálculo del módulo de elasticidad, se tomó la carga límite proporcional la cual se de-

nominó (P1), la distancia entre apoyos en mm denominada (L), el ancho de la probeta en mm denominado (a) y el espesor de la probeta denominado (e), la deflexión en el límite proporcional la cual se denominó (Y1), estos valores se aplican en la Ecuación (2).

$$MOE = \frac{P_1 * L^3}{4} \quad (2)$$

El valor numérico de 4 en el denominador es un valor constante. En la siguiente tabla se denotan estos valores calculados.

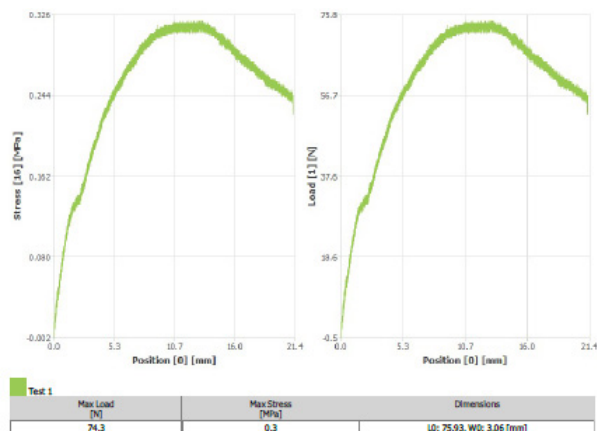
Tabla 3. Cálculo del Módulo de Elasticidad

Item	P1	Y1	e^3	L^3	MOE
1A	74,26	13,15	27,00	421875	294,12
1B			27,00	421875	
2A	84,56	12,56	27,00	421875	350,65
2B	62,88	14,69	27,00	421875	222,94
3A	138,17	18,17	64,00	1000000	396,06
3B	209,79	17,31	64,00	1000000	631,23
4A	37,13	16,58	64,00	1000000	116,64
4B	41,74	18,23	64,00	1000000	119,25
5A	33,50	11,15	8,00	125000	156,48
5B	38,70	9,50	8,00	125000	212,17
6A	45,86	11,69	8,00	125000	204,32
6B	55,67	8,16	8,00	125000	355,33
7A	100,01	10,45	64,00	1000000	498,45
7B	116,00	10,85	64,00	1000000	556,84

Fuente: Elaboración propia.

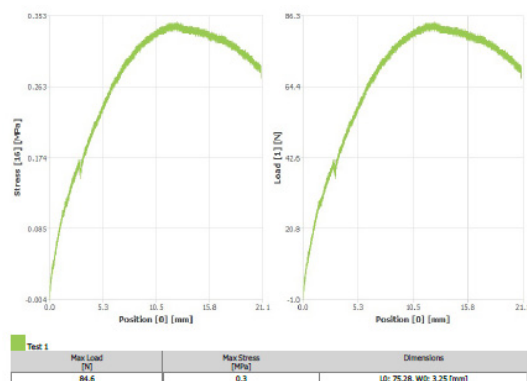
A continuación, se aprecia las gráficas de cada una de las pruebas realizada a cada probeta (Figura 1 a Figura 13).

Figura 1. 1A-CME-21-135-01 Graficas de MOR y MOE



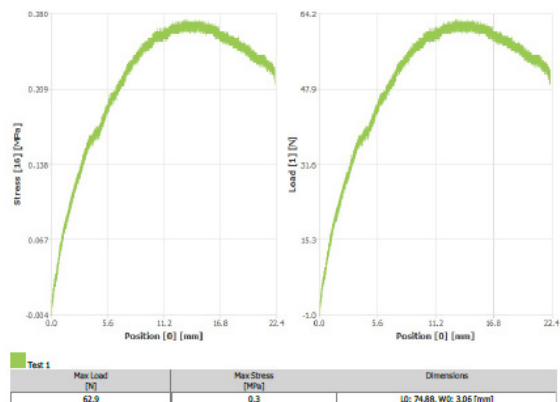
Fuente: Elaboración propia.

Figura 2. 2A-CME-21-135-03 Graficas de MOR y MOE



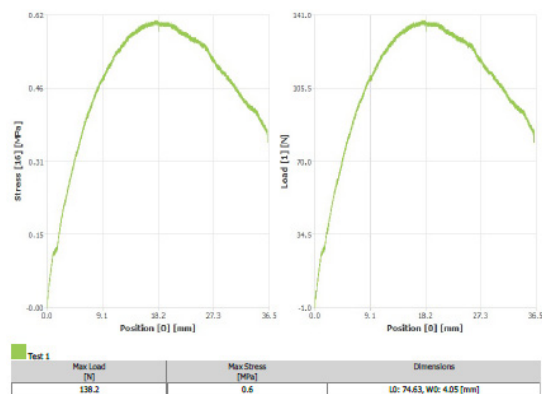
Fuente: Elaboración propia

Figura 3. 2B-CME-21-135-04 Graficas de MOR y MOE



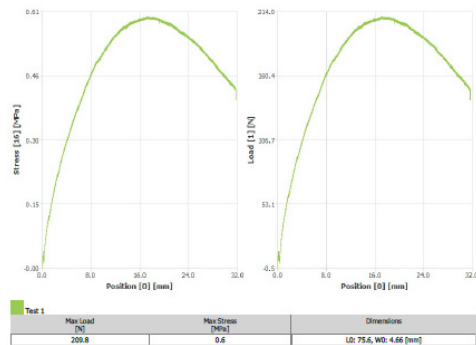
Fuente: Elaboración propia.

Figura 4. 3A-CME-21-135-05 Graficas de MOR y MOE



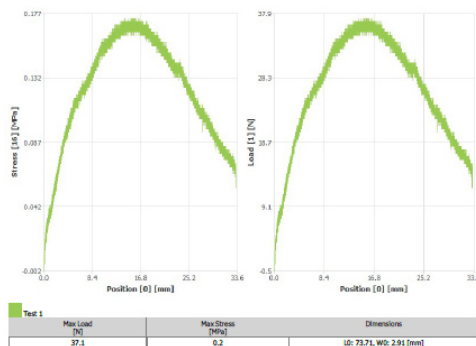
Fuente: Elaboración propia.

Figura 5. 3B-CME-21-135-06 Graficas de MOR y MOE



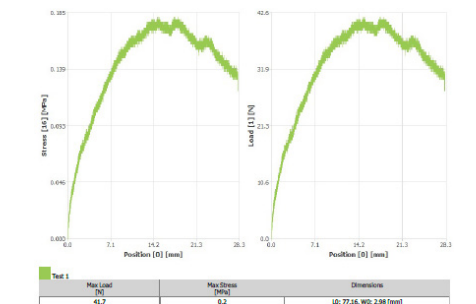
Fuente: Elaboración propia.

Figura 6. 4A-CME-21-135-07 Graficas de MOR y MOE



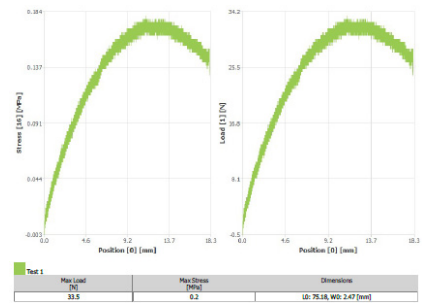
Fuente: Elaboración propia.

Figura 7. 4B-CME-21-135-08 Graficas de MOR y MOE



Fuente: Elaboración propia.

Figura 8. 4A-CME-21-135-07 Graficas de MOR y MOE



Fuente: Elaboración propia.

Figura 9. 5B-CME-21-135-10 Graficas de MOR y MOE

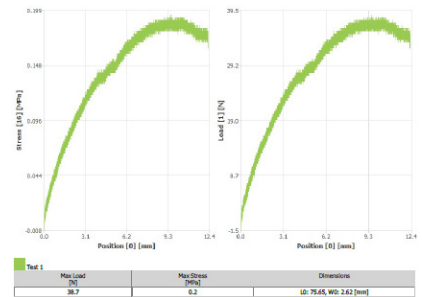
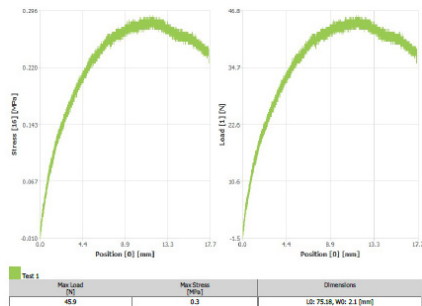
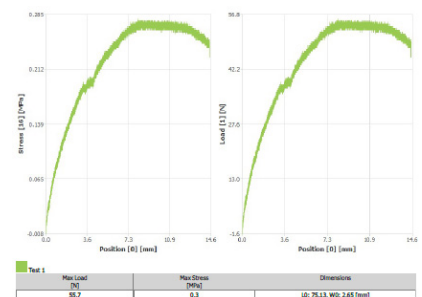


Figura 10. 6A-CME-21-135-11 Graficas de MOR y MOE



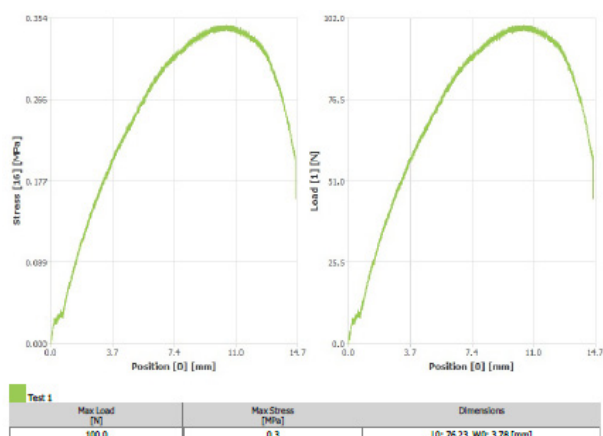
Fuente: Elaboración propia.

Figura 11. 6B-CME-21-135-12 Graficas de MOR y MOE



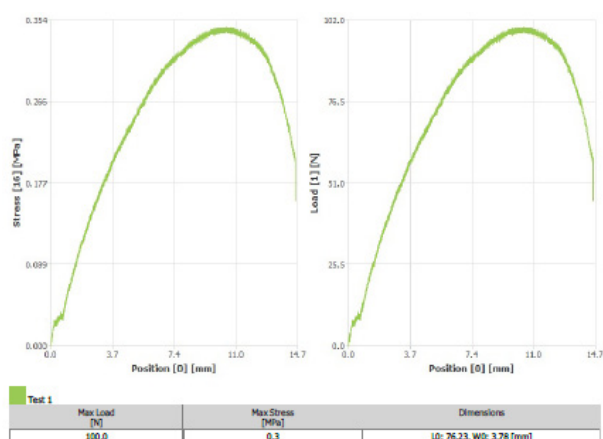
Fuente: Elaboración propia.

Figura 12. 7A-CME-21-135-13 Graficas de MOR y MOE



Fuente: Elaboración propia.

Figura 13. 7B-CME-21-135-14 Graficas de MOR y MOE



Fuente: Elaboración propia.

4. ANÁLISIS DE RESULTADO

4.1 Módulo de rotura

Las dos probetas que se tenían de control (7A y 7B) tuvieron el siguiente desempeño: MG1 tablero medio 1 y MGS tablero medio especial, respectivamente: si bien se sacaron ambas muestras de la misma lámina, denota que en una lámina no todas sus fibras cuentan con el mismo máximo de esfuerzo, la muestra 7A contaba con un espesor en promedio de 4.36 mm y la probeta 7B con 3.85 mm, demostrando que no necesariamente la probeta más gruesa tiene una mejor clasificación.

Para las probetas 1A, 2A, 6A y 6B, obtuvieron una clasificación de MG1 tablero medio 1, estas probetas en particular se hicieron con trozos de polialuminio y con un polietileno de baja densidad calibre 4. Si bien cada muestra tenía un espesor diferente (3.06 mm, 3.25 mm, 2.10 mm y 2.65 mm en promedio respectivamente), esto demuestra que la combinación de polialuminio prensado en polietileno de baja densidad calibre 4, sin importar la cantidad, tiene un máximo de esfuerzo aceptable.

Las probetas 2B, 5A y 5B, obtuvieron una clasificación de LG tablero de grado bajo, estas muestras tenían un espesor de (2.95 mm, 2.58 mm y 2.62 mm), las probetas 5A y 5B fueron prensadas con polietileno de baja densidad calibre 2.

Para las probetas 4A y 4B, no se obtuvo una clasificación válida dentro del estándar de la NTC 2261, ya que sus resultados de módulo de rotura fueron valores muy inferiores (4.64 y 5.21) esto puede ser ocasionado por el tipo de plástico con el que se prensó, ya que para esta lámina se empleó polipropileno calibre 3, sus espesores promedios fueron (2.91 y 3.06). Sus gráficas demuestran que son las curvas que más grado de fluctuación tienen, lo que denota un nivel de resistencia menor.

Las probetas 3A y 3B obtuvieron los mejores resultados, incluso superando los valores de las probetas de control (MGS y HG). Estas fueron prensadas en polietileno bicapa de 36 micras, el polialuminio empleado era “reciclado”, se empleó más material de lo común en las anteriores láminas, teniendo un espesor de (4.05 mm y 4.66 mm) en promedio, el trazo de sus curvas es más definido que el de los anteriores experimentos, lo que confirma que estas probetas tuvieron un nivel de resistencia superior.

4.2 Módulo de Elasticidad

Para esta prueba, el valor mínimo de referencia de la NTC 2261 es la clasificación de LG tablero de grado bajo con 800 N/mm^2 , valores que ninguna de las probetas alcanzó, ni siquiera las de referencia, ya que la más alta fue la probeta 3B con un valor de 631.23 N/mm^2 , seguida por la 7B con un valor de 556.84 N/mm^2 , esto quiere decir que este material tiene un grado de rigidez menor al esperado, o sea que, al aplicarle una fuerza, este se deforma, pero no recupera su forma inicial.

5. CONCLUSIONES:

El polialuminio es un material muy versátil el cual puede ser utilizado en múltiples aplicaciones ya que tiene grandes propiedades como su flexibilidad, es ligero, es impermeable, es un aislante térmico, no es corrosivo, entre otras, pero se demostró que no cumple con la NTC 2261 para tableros de partículas aglomeradas para aplicaciones interiores no estructurales, al menos las láminas de 4 mm o menor de espesor, debido a falta de inelasticidad.

Al realizar las pruebas de laboratorio, se evidenció que la combinación que mejor resistencia presentó frente al módulo de rotura era el polialuminio conformado por polietileno bicapa de 36 micras y polialuminio.

Si bien, las láminas que se probaron no clasificaron entre los estándares de las pruebas del módulo de elasticidad de la NTC 2261 que son los parámetros mínimos de calidad para los tableros de partículas aglomeradas para aplicaciones interiores no estructurales, la carencia de esta propiedad lo hace muy útil en el campo de la construcción, por ejemplo, en la fabricación de tejas y muebles modulares como cocinas integrales.

El polialuminio cuenta con comportamientos y propiedades similares al polipropileno y el polietileno, razón por la cual se puede emplear en procesos de inyección, esto da origen a múl-

tiples productos de uso cotidiano como baldes, papeleras, tapas de cuaderno, masetas, pupitres, mobiliario, entre muchos más.

Todo estudio que lleve a revelar las propiedades que tienen los materiales que se pueden rescatar de los botaderos de basura, mitiguen la huella de carbono y se le dé una segunda vida útil, son esfuerzos que están en pro de una mejor sociedad.

Es posible realizar campañas de reciclaje en el CDA de Chía, que generen nuevos materiales con aplicaciones industriales, así concientizar al cuerpo estudiantil de que es posible dar una segunda oportunidad a la “basura” y demostrar la importancia de realizar proyectos de investigación.

6. AGRADECIMIENTOS

Esta investigación tuvo una duración mayor a la planeada debido a la problemática asociada con el covid 19. Durante estos 5 años, son muchas las personas que han apoyado en este trabajo de investigación, es por ello que hoy queremos hacer una breve mención, con el más sincero cariño.

6.1 Centro de Desarrollo Agroempresarial CDA SENA Chía.

Al ver este artículo finalizado, veo que sin el apoyo constante de nuestros líderes SENNOVA no hubiéramos logrado llegar a este punto, la guía de los diferentes coordinadores SENNOVA nos formaron como investigadores y gracias al apoyo de la dirección se logró gestionar esta investigación.

- **Leonora barragán**
Subdirectora CDA Chía.
- **Juan Francisco Guzmán Zabala**
Coordinador de SENNOVA 2018
- **David Ávila**
Líder SENNOVA investigación GITAE 2018

- **Orlando Castrillón**
Coordinador de SENNOVA 2019
- **Octavio Jaramillo Ossa**
Líder SENNOVA GITAE 2019
- **Lady Johanna Califa Montaña**
Coordinador de SENNOVA 2021

Deseo hacer una mención especial al Profesor **Iván Hernando Bernal Pérez**, Líder SENNOVA investigación GITAE 2019, quien fue la persona que me impulsó y apoyo en los momentos más complejos de la investigación y de igual manera hacer mención a la aprendiz Ángela Pirachican, quien fue parte del equipo de trabajo en su fase inicial.

6.2 Centro Industrial y Desarrollo Empresarial Tecnoparque nódulo Cazucá Soacha.

Hacemos mención especial del Centro Industrial y Desarrollo Empresarial, ya que sin ellos no hubiera sido posible desarrollar la termoprensa, fundamental para la elaboración de las láminas de polialuminio. Muchas gracias a los tutores y aprendices que intervinieron en la creación de esta máquina.

- **Jhorman Jhair Gutiérrez Valderrama**
Dinamizador Tecnoparque
- **Cesar Coronel**
Gestor de Ingeniería
- **Fayardo Hernández Aldana**
Gestor de Ingeniería y Diseño

6.3 Centro de Materiales y Ensayos

Desde el principio del proyecto tuvimos un cálido acompañamiento por parte del personal de los laboratorios y en especial de su coordinador, quien nos inspiró y nos alentó.

- **Mauro Enrique Hernández Castillo**
Coordinador técnico – laboratorios.

7. REFERENCIAS

- Manuel Rodríguez Becerra. Ex ministro del Medio Ambiente. (2004). Basuras: Problema Sin Resolver. 25 09 2017, de El Tiempo Sitio web: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-1550634>.
- Javier Silva Herrera Redacción Cundinamarca. (2004). Basura En Cundinamarca, Un Problema Para 79 Municipio. 25 09 2017, de El Tiempo Sitio web: <http://www.eltiempo.com/archivo/documento/MAM-1572438>.
- Liliana Rosales Hernández. (2016). Caracterización de polialuminio y aluminio (AL), recuperado a partir de envases de tetra Pak por microscopias y análisis térmicos. Tianguistenco, México: Universidad Autónoma Del Estado De México.
- Martha Lucia Quintero Rueda, Paula Andrea Rodríguez Romero. (2015). Caracterización mecánica a flexión Y compresión de elementos cajón armados con láminas aglomeradas de Tetra Pak® considerando los beneficios ambientales de su uso potencial. Bogotá, D.C.: Pontificia Universidad Javeriana.
- Henry Esteban Betancourt García. (2009). Plan de negocios para la creación de una planta de procesamiento de envases usados y desechos posindustriales de Tetra Pak, para la producción de láminas aglomeradas de Tektan. Bogotá D.C.: Pontificia Universidad Javeriana.



Recibido
20/12/2022

Aceptado
31/10/2023

Caso del software de gestión FeBePOS: ¿Cómo transformar digitalmente un comercio informal y lograr incrementar ventas?

FeBePOS management software case: How to digitally transform an informal business and increase sales?

Diego Felipe Betancourt Villa¹
Lina M. Ceballos²

Comó citar:

Betancourt V., Ceballos L. (2023). Caso del software de gestión FeBePOS: ¿Cómo transformar digitalmente un comercio informal y lograr incrementar ventas. *Vía Innova*, 10 (1), 24-45.
<https://doi.org/10.23850/2422068X.5441>

¹ DIEGO FELIPE BETANCOURT VILLA, Magíster, Universidad EAFIT, felipe@febenet.com

² LINA M. CEBALLOS, DOCTORADO (PHD), Universidad EAFIT, lceball4@eafit.edu.co

Resumen

El comercio informal viene en auge en Colombia (Suramérica), impulsado por la desaceleración económica, el aumento en el desempleo, los incentivos del gobierno en activar el comercio, y la aceleración de plataformas digitales de domicilios como Rappi. Este crecimiento implica para los comercios ajustar sus procesos a las realidades de la dinámica actual y conocer las capacidades necesarias para poder garantizar un crecimiento en ventas y la satisfacción de los clientes. En respuesta a esta necesidad de transformación digital en el comercio, se ha desarrollado FeBePOS, un software para la gestión de emprendimientos que ayuda a tener el control del negocio y a aumentar las ventas. Este caso de estudio se basa en una exploración cualitativa y presentan los resultados de la identificación de las capacidades digitales necesarias para el desarrollo del software, así como para la digitalización y el aumento en las ventas de un comercio. Además, se describen las funcionalidades del software desarrollado con relación a los módulos de gestión de los procesos más relevantes, como lo son la gestión de clientes, la segmentación bajo RFM (recencia, frecuencia y monto) y etiquetados, el sistema de envío de mensajería de texto personalizado (SMS) y la gestión de la operación y logística, entre otros.

Palabras clave: Gestión de clientes, CRM, domicilio, PYME, Restaurant Management System (RMS), Transformación digital, Sistema de Gestión.

Abstract

Informal commerce is booming in Colombia (South America) due to the economic slowdown, increased unemployment, government incentives to promote trade, and the acceleration of digital delivery platforms such as Rappi. This growth implies that businesses must adjust their processes to the realities of the current dynamics and know the capacities to guarantee growth in sales and customer satisfaction. In response to this need for the digital transformation of commerce, FeBePOS was created, a software for managing business ventures that helps to control the business and increase sales. This case is based on qualitative research and presents the digital capabilities required for software development and for digitalization and business sales increase. In addition, the functionalities of the software developed concerning the management modules of the most relevant processes are described, such as customer management, RFM segmentation (recency, frequency, and amount) and labeling, the messaging delivery system of personalized text (SMS), and the management of the operation and logistics, among others.

Keywords

Customer Management, CRM, delivery, SME, Restaurant Management System (RMS), Digital Transformation, Management System

1. Introducción

La situación actual de Colombia ha generado un importante crecimiento en la demanda de productos y servicios, tanto en bienes de consumo como en servicios de alimentación, especialmente marcado en los canales de domicilio. Raddar Consumer Knowledge Group reporta que efectivamente los domicilios se han convertido en un canal fundamental de ventas de restaurantes en el país, que debe seguir mejorando; esto se refleja en cifras importantes, incluso en postpandemia, por ejemplo, el 31% de las personas pidieron domicilios durante el mes de septiembre de 2023 (Herrera Mora, 2023). Deloitte adiciona que el 40% de encuestados colombianos prefieren pedir domicilios directamente por medio de los canales virtuales de los restaurantes y el 10% por medio de aplicaciones de terceros (Sectorial, 2022). Esto se suma al auge de las aplicaciones de servicios de domicilios (e.g., Rappi) y las ventas por redes sociales (e.g., Instagram) potencializadas inicialmente por la pandemia.

A pesar de ello, no es fácil emprender en el comercio y permanecer en el mercado, la carencia de tecnología en los procesos impacta más aún. La experiencia demuestra que la digitalización es el camino que deben seguir los comercios. Quienes tardan más en entrar en la onda tecnológica, terminan rezagados, mientras que quienes se digitalizan toman ventaja (Rendón, 2022). A su vez, para el 2024, el 75% de los startups habrá adoptado tecnología de próxima generación desde su inicio (Microsoft,

2022), haciendo más complejo y competitivo el mercado.

La realidad de los sectores de comercio ha evolucionado rápidamente debido a múltiples factores, como la pandemia del COVID-19, lo que obliga a los comercios a prepararse mejor para afrontar esta velocidad de cambios mientras se busca impactar positivamente a los clientes y garantizar su fidelidad. Y adicional a este reto, el comercio debe maximizar su visibilidad y poder estar en la mente del consumidor como primera opción, generando alianzas con marcas estratégicas que potencialicen este crecimiento (Portafolio, 2021).

Como consecuencia, uno de los principales desafíos de los emprendimientos es lograr organizar su operación del comercio. El cliente actual demanda múltiples canales de venta, lo cual exige al comercio (e.g., restaurantes) responder en algunos casos a un alto flujo de pedidos de órdenes, con sus respectivas variantes de configuración de productos. Sumando a esto, la agilidad es algo exigido por los clientes, y si se incrementa esta velocidad, más clientes se podrán atender (Cavusoglu, 2019; Kimes, 2008). También la generación de alianzas con proveedores de Marketplace (e.g., Rappi) viene evolucionando, y se da gracias a las economías compartidas que ayudan a apalancar la operación de los negocios dependiendo de terceros para reducir inversiones (Martínez Velasquez, 2020).

De acuerdo con Vásquez Sánchez et al. (2022) la necesidad de las empresas por sobrevivir las lleva a implementar nuevas estrategias de mercadeo, que se pueden aterrizar en las 4 P

tradicionales de mercadeo (Producto, Precio, Plaza y Promoción) y en cambios en el modelo de negocios, empleando para ello estrategias, tanto *online* como *offline*. Todo esto obliga a actualizar los procesos internos de los comercios e invertir en sistemas de información para poder prestar servicios más ágiles, más organizados, minimizando errores y generando más rentabilidad. Específicamente en Colombia, luego del COVID-19, se presentó un incremento de 300% en las plataformas de *e-commerce* (Forbes, 2020).

Esta dinámica, sumada a la exigencia de los clientes por adquirir sus productos de una forma más inmediata y fácil, impulsa al autor principal a pensar en el desarrollo de una solución digital para controlar los procesos más relevantes de los negocios por medio de un sistema de gestión del comercio, FeBePOS. Este sistema, entre otras herramientas, se presenta entonces como una opción para organizar los emprendimientos y apoyarles con la ardua tarea de incrementar ventas. Con este artículo se busca presentar el caso de FeBePOS, la investigación previa a su creación y los módulos que finalmente se desarrollaron para el sistema. Para esto, se responde a la pregunta: *¿Cuáles son las capacidades digitales que debe tener un comercio para incrementar sus ventas?* Este cuestionamiento se limita al incremento de ventas debido a que en los procesos de un comercio podrán existir unas capacidades digitales adicionales, destinadas principalmente a mejorar la operación logística, los costos asociados a la gestión del personal, entre otras. Sin embargo, el enfoque de este caso busca presentar cómo

el sistema desarrollado apoya el incremento de ventas, el principal interés de los comercios emergentes.

Desde este punto de vista es importante mencionar cuatro habilitadores digitales que siempre deben permanecer: el primero es crear una cultura digital en toda la organización; el segundo, satisfacer las necesidades del cliente; el tercero es contar con toda la capacidad tecnológica posible y necesaria; y el cuarto, la digitalización de los procesos (Avila Rodriguez et al., 2020). Dentro de los grandes retos en la transformación digital de las pymes se identifican los altos costos, la resistencia al cambio por parte de los equipos de trabajo y la falta de competencias de estos, sumado a la ausencia de aliados estratégicos (Pérez González et al., 2018), teniéndose que enfrentar con los recursos que estén al alcance, entre ellos el tiempo. Y este tiempo dedicado al entendimiento de los procesos internos es el que debe apalancar la transformación digital.

2. Metodología

Se seleccionó el método del caso debido a que se está planteando un problema común de los comercios con varios enfoques de fuentes de información, y la metodología enunciada ayuda a unificar las diversas miradas desde cada fuente de datos (Baxter & Jack, 2008). La manera de realizar este reporte permite entonces presentar múltiples facetas del mismo fenómeno de investigación, para ofrecerle al lector tanto las condiciones de la exploración de los procesos y los responsables que los llevan a cabo, como las herramientas tecnoló-

gicas con las que se soportan y con esto, presentar una solución que pueda servir a otros comercios con la misma necesidad puntual de transformación digital. El fin último es generar nuevo conocimiento contextual y a profundidad sobre esta solución desarrollada.

La presentación de la metodología se divide en tres fases: la primera, enfocada a entender el proceso interno del comercio en función de sus procesos y responsables, en donde se exploran los retos digitales de los roles asociados a cada etapa. La segunda fase se relaciona a búsqueda de datos secundarios y entrevistas para realizar un *benchmarking* de la tecnología existente en el mercado, que ayuda en cada uno de los procesos del comercio identificados en la etapa anterior. La tercera fase de análisis busca finalmente definir los módulos que deberá tener el sistema, según lo encontrado en las Fases 1 y 2.

2.1 Fase 1: Identificación Preliminar de Procesos y Roles

Esta fase exploratoria cualitativa se desarrolla en un comercio existente del sector de comidas rápidas de la ciudad de Medellín, donde se hace el ejercicio en todo su alcance y se valida con sus mismos datos el incremento de ventas, luego de la implementación del sistema desarrollado para este fin. Este comercio comparte toda su documentación e informes para detallar la relevancia y exactitud de los incrementos en ventas luego de la implementación. Para la fecha del estudio este comercio tiene tres puntos de venta físicos, uno de ellos con atención a mesas y los otros dos en plazoletas de comidas, todos incluyen canal de ventas por domicilio directo y asociados al servicio de

Rappi. Tiene 11 empleados en roles de bodegueros, manipuladores de alimentos, meseros, administrador y domiciliarios.

Para identificar los procesos y actividades de este comercio se hace un trabajo de observación participante, que incluyó entrevistas cortas y que buscó identificar y entender detalladamente los roles involucrados en los procesos del comercio. El propósito era entender estos roles para poder analizar cómo estos se podrían transformar digitalmente. El acompañamiento buscó principalmente responder las siguientes cuatro preguntas: 1) ¿Cuáles son los roles principales para el funcionamiento del comercio? 2) ¿Cuál es el objetivo de cada rol? 3) ¿Cómo se puede medir este objetivo? y 4) ¿Cómo se relaciona cada rol con el resto de la operación? Estas respuestas hicieron evidentes las prioridades que deberá gestionar el sistema de acuerdo con las capacidades tecnológicas disponibles.

Para esto, el autor principal realizó un acompañamiento a cada equipo y durante una semana para cada rol de trabajo, asumiendo las responsabilidades del cargo durante el trabajo de campo, observando los procesos y funciones. Para llevarlo a cabo se invirtieron seis semanas de observación de los roles y se entrevistó a cada empleado en sus labores. Con esto se logró obtener una visión completa de los frentes a intervenir durante el desarrollo posterior del sistema. Este ejercicio de profundización de roles era clave para determinar los insumos a tener en cuenta en el desarrollo del software.

2.2 Fase 2: Identificación de Tecnología Existente

En esta fase se realizó una investigación de las plataformas disponibles en el mercado y que cubren los procesos identificados en la Fase 1. Se hizo en motores de búsqueda en donde se identificaron los diferentes proveedores, para luego realizar una entrevista con un representante comercial de cada sistema identificado con el fin de entender el alcance y funcionalidades de cada módulo. Se invirtieron más de ocho semanas entrevistando a los diferentes proveedores de tecnología identificados.

2.3 Fase 3: Identificación de los Módulos Necesarios para el Desarrollo

Según lo aprendido en las Fases 1 y 2, en esta última fase de análisis se estructura el proceso de desarrollo, el cual se determina siguiendo el proceso natural de la experiencia del cliente, desde su inicio con una estrategia de mercadeo, luego cómo ingresa a la plataforma digital y genera la orden, cómo esta orden se procesa y, por último, cómo se despacha al cliente.

miento de estas etapas, se deben considerar las mejores prácticas de usabilidad y experiencia de usuario (UX) en el desarrollo y testeo del sistema, teniendo en cuenta que los usuarios serán personas sin experiencia en tecnología ni medios digitales. Esta plataforma toma el nombre de FeBePOS (www.febepos.com) y es creada para ser un sistema de gestión de comercios basado en cuatro módulos estratégicos: módulo de mercadeo, página web, gestor de órdenes y módulo de financiero.

En la Figura 1 se muestra el proceso de investigación. La Fase 1 identifica los procesos y roles (e.g., bodeguero, manipulador) que deben digitalizarse en los comercios (recuadro en la figura llamado Procesos y Roles). La Fase 2 analiza los diferentes módulos (e.g., finanzas, inventarios) y sistemas en el mercado (recuadro de Tecnología), y la Fase 3 identifica los cuatro pilares fundamentales o capacidades digitales del comercio para el desarrollo de la plataforma (e.g., marketing, página web).

3. Resultados

El desarrollo del software se basó en el análisis de los procesos estudiados y sus respectivos retos digitales (Fase 1), junto con las funcionalidades y módulos de los sistemas que se investigaron para cada frente del proceso (Fases 2 y 3). La creación de la plataforma se basó en las etapas de desarrollo de un software (Saeed, 2019): proceso de investigación, planeación, diseño, desarrollo, pruebas, configuración y mantenimiento. Además del segui-



Figura 1. Infográfico del proceso de investigación, desarrollo y funcionalidad de FeBePOS

3.1 Resultados Fase 1: Trabajo de Campo de Observación

De acuerdo con la observación participante, se identificaron los siguientes cinco roles en el comercio, y que se presentan a continuación: 1) Bodeguero, 2) Manipulador de alimentos, 3) Mesero, 4) Administrador y 5) Domiciliario. Cada rol se analiza según las funciones generales, objetivo del rol, indicadores, roles asociados y retos digitales.

3.1.1 Rol Bodeguero

Este rol se encarga de la gestión de productos, materias primas, recepción de inventarios y facturas, almacenamiento de los productos, despachos y transferencias a otros puntos de venta, coordinando surtir insumos y manejo de desechos.

Objetivo: Disponibilidad oportuna y calidad de insumos en los puntos de venta.

Indicadores: Cantidad disponible de cada producto en bodega, porcentaje de disponibilidad desde la última surtida, cantidad de productos adquiridos en la última compra, cantidad de productos transferidos a otras bodegas, cantidad de productos desechados por punto.

Roles asociados: Manipulador de alimentos, Administrador.

Retos digitales:

- Registro de facturas de proveedores con su detalle de insumos e información de medio de pago, fecha y montos. Las facturas se generan una vez se recibe el producto.
- Creación y edición de proveedores con sus respectivos datos.

- Ingreso de inventario a las respectivas bodegas de cada insumo recibido.
- Monitoreo de cantidad de inventario disponible en tiempo real por bodega para un correcto control de gastos y surtidos.
- Transferencia de productos entre bodegas.
- Monitoreo del consumo detallado de cada insumo para garantizar su correcta utilización.

3.1.2 Rol Manipulador de Alimentos

Este rol está en el punto de venta y atiende a los clientes (directa o indirectamente), realiza el armado de productos, incluyendo las diferentes opciones de configuración de productos, maneja la recepción de pagos (e.g., efectivo), registra las ventas, entre otras tareas.

Objetivos: Preparación ágil y con insumos de calidad de los productos que solicitan los clientes, además de la cuantificación del total a facturar haciendo el respectivo cobro y garantizando un correcto arqueo de la caja registradora.

Indicadores: Cantidad de órdenes, medios de pago recibidos, dinero en caja, tiempo de preparación de producto.

Roles asociados: Administrador, mesero, domiciliario y bodeguero.

Retos digitales:

- Gestionar de forma ágil el pedido del cliente con los respectivos detalles de las órdenes.
- Visualizar las descripciones de cada producto para identificar cuál es el más adecuado, según el requisito del cliente.
- Configurar el producto con las opciones establecidas para satisfacer al cliente.
- Visualizar los totales de la orden con sus

respective detalles de configuración.

- Asociar la orden a un cliente con sus respectivos datos de contacto.
- Recibir el pago respectivo de la orden y tipificar el medio de pago.
- Compartir la factura al cliente, bien sea por medio impreso o digital.

3.1.3 Rol Mesero

Este rol tiene la responsabilidad de atender directamente a los clientes, registra el proceso de pedido, entrega los productos una vez preparados con la facturación, así como identifica los platos que salen de la cocina y a qué mesa y comensal corresponden.

Objetivos: Atención al cliente de forma cercana y servicial, garantizando la satisfacción en la oferta y entrega de productos al cliente.

Indicadores: Órdenes recibidas, detalle de productos por orden, cancelación de facturas, asignación de órdenes a las mesas.

Roles asociados: Manipulador de alimentos, Administrador.

Retos digitales:

- Compartir información adicional de los productos y sus preparaciones al cliente.
- Adicionar los productos ordenados con sus respectivas opciones de configuración.
- Solicitar la generación de una orden y visualizar su estado de preparación.
- Adicionar o cambiar productos a una orden.

3.1.4 Rol Administrador

Este rol tiene la responsabilidad de liderazgo del equipo y el control de todos los frentes: personal, insumos, finanzas, cierres de caja, arqueos para validar pérdidas de dinero, pagos de nómina y relación directa con los socios.

Objetivo: Coordinar y garantizar el buen funcionamiento del proceso operativo, responsable del dinero en la caja y solicitud de surtido a los puntos de venta de forma oportuna.

Indicadores: Ventas diarias, cierres de caja, dinero en base, pedidos de productos realizados.

Roles asociados: Manipulador de alimentos, Bodeguero, Contador, Socios.

Retos digitales:

- Visualizar el estado de las ventas de todos los puntos en tiempo real.
- Visualizar el estado de los inventarios para proceder con el proceso de surtido si es necesario.
- Visualizar informes gerenciales de ventas y gastos.

3.1.5 Rol Domiciliario

Este rol es responsable de recibir los pedidos listos para el respectivo despacho a la dirección del cliente en el menor tiempo posible y generar el cobro de la factura.

Objetivo: Transportar los productos al cliente de una manera ágil y segura, recibir el pago de la orden y entregar el dinero en el punto de venta.

Indicadores: Cantidad de domicilios, dinero recibido por el cliente, velocidad en entrega por orden.

Roles asociados: Manipulador de alimentos y administrador.

Retos digitales:

- Visualizar el resumen de la orden que va a despachar.
- Visualizar en un mapa la dirección destino de la orden y conectarla con los sistemas actuales de rutas y situación de tráfico (e.g.,

Waze y Google).

- Contactar al cliente de forma ágil para definir punto de encuentro o dar detalles de la entrega.
- Contactar al punto de venta para solicitar más información.
- Actualizar el estado del despacho de la orden y anotar las observaciones del proceso.

3.2 Resultados Fase 2: Tecnología Existente

Es importante entender los diferentes sistemas antes de diseñar uno nuevo. Para esto hay que considerar la diferencia de sistemas, precios y alcances ya ofertados en el mercado y que cubren algunas capacidades digitales para gestionar comercios. Dentro de la búsqueda realizada se encuentran varias plataformas centradas en procesos digitales, como facturación, manejo de inventarios, manejo y gestión de clientes, comunicación, sistemas de páginas web y sistemas de gestión financiera.

Luego de identificar por medio de motores de búsqueda los sistemas más relevantes, se realiza una entrevista con el representante comercial de cada proveedor de tecnología y se identifica el alcance de cada sistema, sus principales funcionalidades, costos y opciones de configuración. Adicional a esta entrevista se investigaron las reseñas digitales para identificar qué tanto estos sistemas cumplen con lo ofrecido. Estas reseñas se consultaron en el portal www.capterra.com. La Tabla 1 muestra un resumen de lo identificado en cada plataforma, haciendo alusión al proceso principal para el cual es diseñado, e incluyendo sus

tres principales funcionalidades. A su vez, se resume el costo mes promedio (donde se incluyen los costos básicos) y una descripción de su objetivo, así como el respectivo vínculo a su página web para tener más detalle de su alcance y funcionalidades.

Tabla 1. Comparativo de sistemas de información para comercios

Sistema	Proceso	Costo (\$/mes)	Principales funcionalidades*		
VectorPOS	Facturación	\$ 65.000	Pedidos	Inventarios	Domiclios
Descripción Software punto de venta para restaurantes y comercios					
Link https://www.vectorposweb.com/					
CSI S.A.S.	Facturación	\$ 179.000	Pedidos	Inventarios	Comandas cocinas
Descripción Pedidos, facturación ágil, impresión en cocina o visualización en pantallas en cocina, control de inventarios					
Link https://csisasoluciones.com/software-pos/					
Loggro/Pirpos	Facturación	\$ 74.950	Menú digital	Inventarios	Factura Electrónica
Descripción La gestión de tu negocio siempre en tus manos					
Link https://loggro.com/pirpos/					
Alegra	Facturación	\$ 107.910	POS	Contabilidad	Nomina
Descripción Automatiza tu proceso contable con el sistema en la nube y toma el control total de tu negocio					
Link https://www.alegra.com/colombia/					
Siigo Facturación	Facturación	\$ 145.000	Facturación	Contabilidad	
Descripción Sistema administrativo y contable 100% en la nube					
Link https://www.siigo.com/lp-facturacion-empresas/					
ABC Inventory	Inventarios	\$120 USD	Inventarios		
Descripción Supply chain planning built for agility					
Link https://www.netstock.com/product/					
Zendesk	CRM y servicio al cliente	\$49 USD	Servicio al cliente	CRM	
Descripción Todo lo que tu equipo de ventas necesita					
Link https://www.zendesk.com.mx/					
Oddo	CRM	\$34 USD	CRM	Ventas	
Descripción Un CRM totalmente centrado en el cliente. Lleva el seguimiento de leads, cierra oportunidades y obtén pronósticos precisos					
Link https://www.odoo.com/es_ES					
NetSuite	ERP CRM PSA	\$ 1.931.000	Finanzas	Pedidos	Analítica
Descripción Ayuda a las empresas a gestionar sus procesos de negocios con un único sistema totalmente integrado que abarca finanzas, compras, cadena de suministro, CRM, comercio electrónico y mucho más					
Link https://www.netsuite.com/					
KeyBe	CHAT	\$29 USD	Chat	CRM	Comunicación
Descripción Responde conversaciones de WhatsApp Business, Instagram, Facebook y página Web desde una sola App					
Link https://keybe.ai/					
SM Digital	SMS	\$ 750.000	SMS	Redes	
Descripción Agencia digital					
Link https://smdigital.com.co/					
WIX	Página WEB	\$15 USD	WEB	Ecommerce	
Descripción Gestiona e Impulsa tu negocio online con una tienda personalizada, gestión de catálogos y pedidos, envíos, canales de venta integrados y mucho más					
Link https://es.wix.com/					
WordPress	Página WEB	\$45 USD	WEB	Ecommerce	
Descripción WordPress.com le brinda todo lo que necesita para comenzar su sitio web hoy. Alojamiento gratuito, su propio dominio, un equipo de soporte de clase mundial y mucho más.					
Link https://wordpress.com/create/					

* Precios vigentes para agosto del 2022.

Adicional a los valores mensuales descritos en la tabla, existen unos cobros para el proceso de configuración, mas unas tarifas por cantidad de usuarios con acceso al sistema. Es de considerar que si el comercio optase por adquirir diferentes sistemas, deberá tener otra aplicación que los integre para visualizar los diferentes procesos en una única interfase. En dado caso, habría que hacer un proceso de implementación adicional.

En resumen, para poder contar con un sistema de información integrado, basado en las siete plataformas descritas anteriormente, se deberían invertir estos valores aproximados:

- Configuración \$500.000 pesos x 7 = \$3.500.000 pesos.
- Mensualidad promedio \$202,500 (\$45.00 USD) x 7 (aplicaciones) = \$1,417.500 pesos/mes.
- Integrador de aplicaciones \$85.000.000 pesos.
- Total inversión primer año: \$105,510.000 pesos.
- Esta inversión es sin contar con hardware o equipos para el procesamiento de la información.

Para la mayoría de comercios, este valor tentativo puede ser muy elevado, especialmente si se considera que el sector de restaurantes solo invierte el 1% de sus ventas en sistemas de información (Kocaman, 2021). Aunque se ha registrado una mayor inversión de las PYMES en el uso de tecnología (Portafolio, 2022), el principal enfoque de inversión es generalmente la comunicación con sus clientes.

3.3 Resultados Fase 3: Módulos del Proceso del Desarrollo

Al consolidar lo aprendido en las Fases 1 y 2, que se relacionan con los procesos y la tecnología disponible, en la Fase 3 se establece la estructura del software según las capacidades digitales que debe tener un comercio representadas en los siguientes cuatro módulos interconectados (Figura 2): 1) Mercadeo, 2) Página web, 3) Logística y 4) Finanzas. Estos módulos se detallarán a continuación con sus respectivos aspectos y capacidades necesarias. El orden planteado de estos módulos se basa en el trayecto del cliente durante su relación con el comercio y los diferentes procesos y roles que intervienen.

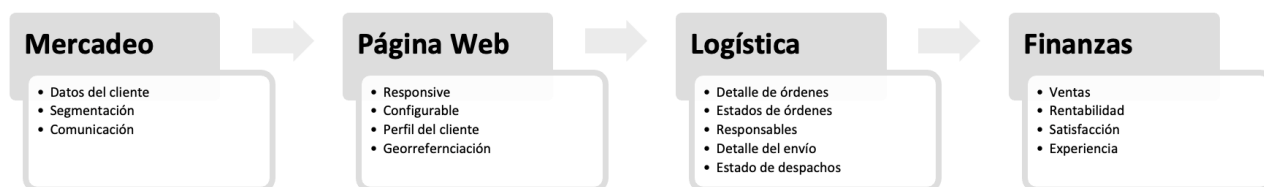


Figura 2. Capacidades digitales requeridas para la gestión de comercios

3.3.1 *Mercadeo*

El primer proceso se relaciona con llevar tráfico de clientes al comercio, bien sea hacia el punto de venta físico o digital, como una página web o red social donde el comercio oferte sus productos. Para esto, se debe tener la capacidad de almacenar la información de los clientes con sus respectivos datos de contacto y dirección, y una capacidad de segmentar estos clientes por sus intereses, preferencias, o algo más específico, como sus hábitos de gasto.

La capacidad de almacenar información de los clientes se materializa a través de un CRM (Customer Relationship Management), cuyo propósito fundamental es la gestión de la relación con el cliente. Esta se basará en el almacenamiento de datos para lograr el continuo conocimiento de los clientes, mantener una relación a largo plazo basada en la confianza y permitir la retención de clientes (Guerola-Navarro et al., 2021). Esto se refiere a lo que en mercadeo se conoce como: personalización a escala mediante tecnología, donde se busca entender a cada cliente como único para aplicar tácticas de mercadeo basadas en las características y comportamientos del cliente (Cherneve & Kotler, 2023).

Dentro de las capacidades del módulo de mercadeo se incorpora la segmentación por RFM como la más indicada, dado que es una poderosa y reconocida técnica, utilizada para identificar cuáles son los clientes de mayor valor, basados en su historial de transacciones y sus hábitos de gasto (Christy et al., 2021). El RFM se basa en tres variables: la recencia (días desde la última compra), frecuencia (veces

que se realiza transacción en el último año) y monto de todas sus compras en el mismo intervalo de tiempo. El objetivo último es poder entregar a estos clientes identificados una oferta de valor diferenciada, que se ajuste a sus gustos e intereses. Para ello, el comercio debe tener el poder de identificar cuáles son los clientes de mayor valor entre todos, y que esto no se confunda con simplemente ver cuál cliente es el que más productos compra al año, sino desde una estructura donde se puedan considerar más variables.

Por último, dentro de las capacidades digitales que deben ser abordadas en la estrategia de mercadeo, está poder comunicarse con los clientes de una forma personalizada y automática, y por medio de mensajes de texto (SMS). Se escoge el SMS sobre el correo electrónico porque, aunque es lo más utilizado por los competidores, la apertura de correos electrónicos por parte de clientes no supera el 20% con un solo 6% de respuesta; mientras que los servicios de mensajería de texto SMS superan 98% de aperturas, con un 45% de respuesta (Gartner, 2019). Una vez se tiene la información de los clientes a impactar, su segmento y sus intereses, el sistema envía un mensaje de texto personalizado, invitándolo a hacer un pedido por medio del sitio web.

3.3.2 *Página Web*

La página web es una herramienta clave de mercadeo para los restaurantes que quieren darse a conocer en el mercado (Daries-Ramon et al., 2019). La estrategia de mercadeo debe estar enfocada a generar visitas en una plataforma digital que tiene como objetivo recibir

a los clientes para que puedan visualizar los productos o servicios disponibles de una forma fácil, detallada y que, de acuerdo con sus intereses, puedan realizar un pedido. En cuanto al pedido, la página web debe permitir la selección del producto, sus diferentes configuraciones o detalles adicionales.

La página debe solicitar el detalle de los datos de contacto del cliente (e.g., dirección, celular, correo electrónico, dirección de envío) para que el sistema pueda identificar la distancia de recorrido del domicilio y que esto sirva para cotizar el valor del transporte. Por último, el sistema deberá ofrecer los medios de pago que se dispongan. Una vez generado un pedido se debe contar con la capacidad de visualizar las órdenes para el comercio como para el cliente. El comercio debe tener claridad del orden de llegada de los pedidos con sus detalles correspondientes. En cuanto al cliente, este debe poder ver detalles del pedido, pago y proceso de despacho. En cuanto a la capacidad requerida de la página web de almacenar los datos del cliente, el sistema debe identificar cuándo un cliente está visitando el sitio web una primera vez o si al contrario es un cliente frecuente. A su vez es requerido que el cliente pueda ingresar a la plataforma y encontrar el historial de sus últimos pedidos con detalles de envío.

Otra capacidad que debe tener una página web es que sea responsiva (en inglés, *digital responsive*) lo cual detalla que la plataforma se ajuste en términos de diseño al tamaño del dispositivo que esté utilizando el usuario (e.g., celular), y que en su pantalla pueda ver toda la información de una forma fácil y clara (Chi-

caiza Baque & Reyna Gallo, 2021) (ver Figura 3). Para lograr esto, la página web también debe permitir la configuración de productos. Esta característica es fundamental para que el comercio pueda decidir los productos que se quieren ofertar, y poder detallar sus condiciones y atributos, así como identificar la cantidad disponible de productos para inactivar o descontar alguno de ellos, dependiendo de su reserva de inventario en la bodega. Dentro de estos atributos se deben incluir:

- a. Nombre del producto.
- b. Categoría relacionada.
- c. Precio al público.
- d. Valor de descuento.
- e. Costo e impuestos.
- f. Imágenes de detalle.
- g. Observaciones y detalle explicativo del producto.

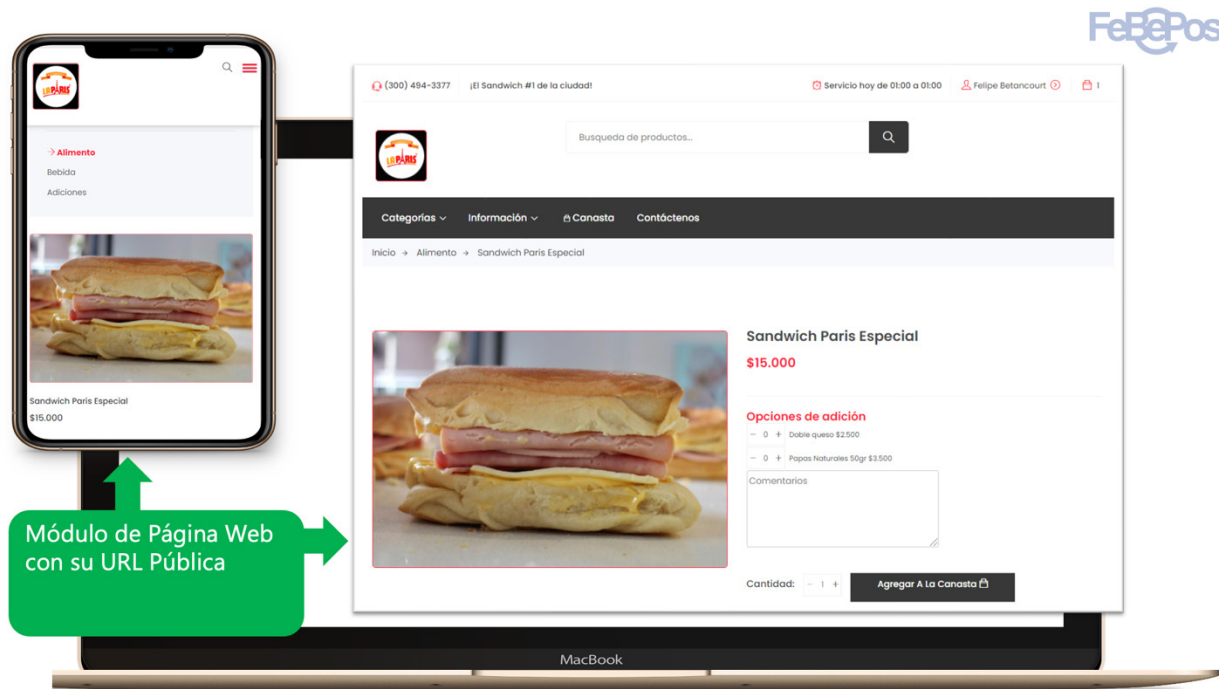


Figura 3. Página web responsiva

Es esencial que en la plataforma digital pueda ofrecer al público información actualizada sobre si hay servicio dentro de un horario específico, incluyendo detalles de días dominicales y festivos, y a su vez una opción de emergencia de alto tráfico que podrá ser activada para notificar a los clientes que por esta novedad no se prestará el servicio por un tiempo determinado o este presentará demoras. La página web debe además ofrecer toda la información relevante del comercio, buscando generar contenido que permita la confianza de los clientes en el comercio. Esto se logra con secciones como “Quiénes Somos”, o “Nuestra Compañía”, y a su vez explicar cómo son los procesos de compra, condiciones de envíos, valores por distancias y políticas de devoluciones y tratamientos de datos, entre otros. Es fundamental también que la página web cuente con varios canales

de contacto porque esto muestra transparencia de comunicación con el cliente y ayuda en el proceso de generar confianza. De estos canales se recomienda tener correo electrónico, formulario de Contáctenos, dirección física del establecimiento y una línea de teléfono o celular y si tiene canal de WhatsApp asociado.

3.3.3 Logística

Para gestionar correctamente las órdenes de los clientes, se define el módulo de gestión de órdenes que se realiza con base en la gestión de logística de pedidos. Con el fin de generar una experiencia rápida y fluida para el cliente, durante la operación de entrega de domicilios de comida se requiere una respuesta en tiempo real que conecte lo demandado por el consumidor y lo suplido por el restaurante y conductor (Gunden et al., 2020). Por tanto, durante esta operación se controla logística del proceso que

planea, ejecuta y controla el almacenamiento, procesamiento y transporte, mientras se controla de principio a fin el pedido del cliente buscando su satisfacción. La logística asociada a los comercios digitales se diferencia de la logística tradicional, ya que para realizar la logística de un comercio pequeño se debe entender que cada destinatario tiene su propia identidad y adicionalmente, su historia con respecto a la marca; por esto la entrega a tiempo, su trazabilidad, la información del estado del pedido, son valores fundamentales en este tipo de contextos (Lopes Martínez et al., 2021).

Esta logística se divide en dos etapas: una es cuando la orden está siendo procesada y otra es el envío al cliente. Para el procesamiento de órdenes, estas deben llegar a una bandeja de entrada organizadas por fecha y hora de generación, en donde se visualice de una forma ágil el cliente y sus atributos, el valor de la orden, el estado, el local a donde fue asignada, el número de consecutivo, y opciones para ver el detalle de la orden. Una vez recibida la orden se debe actualizar el estado y pasarla a “En proceso”, para que tanto el cliente como los responsables de este vean que ya fue recibida y está en proceso, y se adicionarán tantos estados como procesos necesite cada comercio. Estos estados se podrían resumir en: a) Orden recibida, b) Orden en proceso, c) Orden en proceso de empaque, y d) Orden finalizada.

Una vez finalizados los pedidos, pasan al proceso de envío al cliente, en el cual es necesario tener la capacidad de identificar la orden y asignarla a un responsable de despacho (domiciliario o mensajero) (ver Figura 4). Este

proceso debe tener el detalle de la dirección de despacho del cliente con su mapa interactivo para llegar al destino sin contratiempos y a su vez, que esta persona responsable del despacho pueda actualizar el estado del envío, donde podrán estar como mínimo las opciones de “pendiente”, “en ruta”, “entregado” y “devuelto”, para que una vez actualizado, se pueda identificar qué sucede con cada orden por fuera del establecimiento.

Se debe estar también en la capacidad de poder visualizar un detalle de los envíos que ha realizado cada responsable de despachos, con sus respectivos valores de costos para su liquidación. Este proceso deberá también tener un sistema de alertas para notificar al cliente sobre el estado del pedido y su respectiva etapa de envío. Estas notificaciones impactarán positivamente la experiencia del cliente en el proceso, que incluyen el conocimiento del estado del proceso y el nivel de servicio, no solo en la velocidad de entrega del pedido, sino en la calidad de los productos (Punakivi & Saranen, 2001). Estas notificaciones deben ser en tiempo real, ayudando al cliente a saber el tiempo de espera para que su orden esté en su casa y también, notificando las diferentes etapas de preparación, desde que se recibe la orden, se ingresa a la cocina, entra en proceso de empaque hasta que, por último, se le entrega al domiciliario para que la lleve hasta su destino.

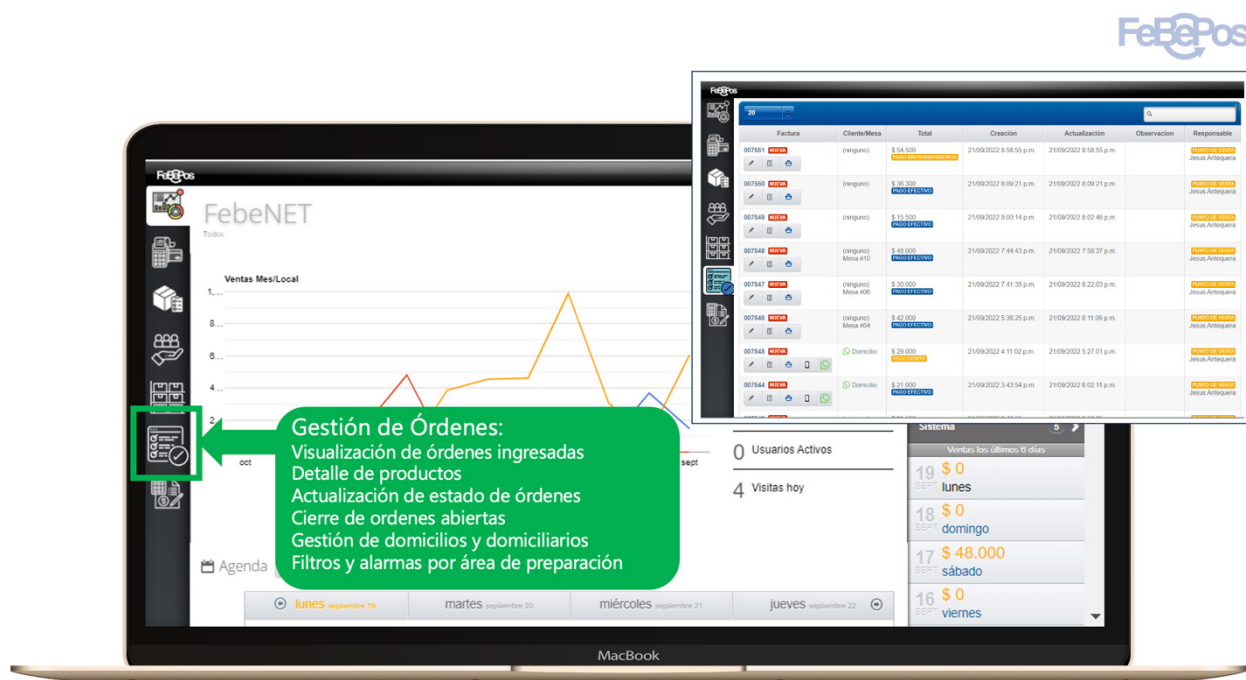


Figura 4. Módulo de logística: detalle de gestión de órdenes

3.3.4 Finanzas

Con los datos generados por los diferentes procesos asociados a cada módulo, se desarrollaron tres submódulos para el manejo de las finanzas del comercio: 1) Analítica, donde se determinan los indicadores de gestión con los datos de las transacciones para hacer seguimiento al crecimiento del comercio, 2) Ex-

periencia del cliente, donde se consolidan las encuestas de satisfacción de los consumidores y sus respectivas interacciones y 3) Función financiera y de operación, para tener el detalle de todas las transacciones, tanto de ingresos como de egresos y poder validar así los balances financieros correspondientes y las respectivas rentabilidades del negocio (Figura 5).

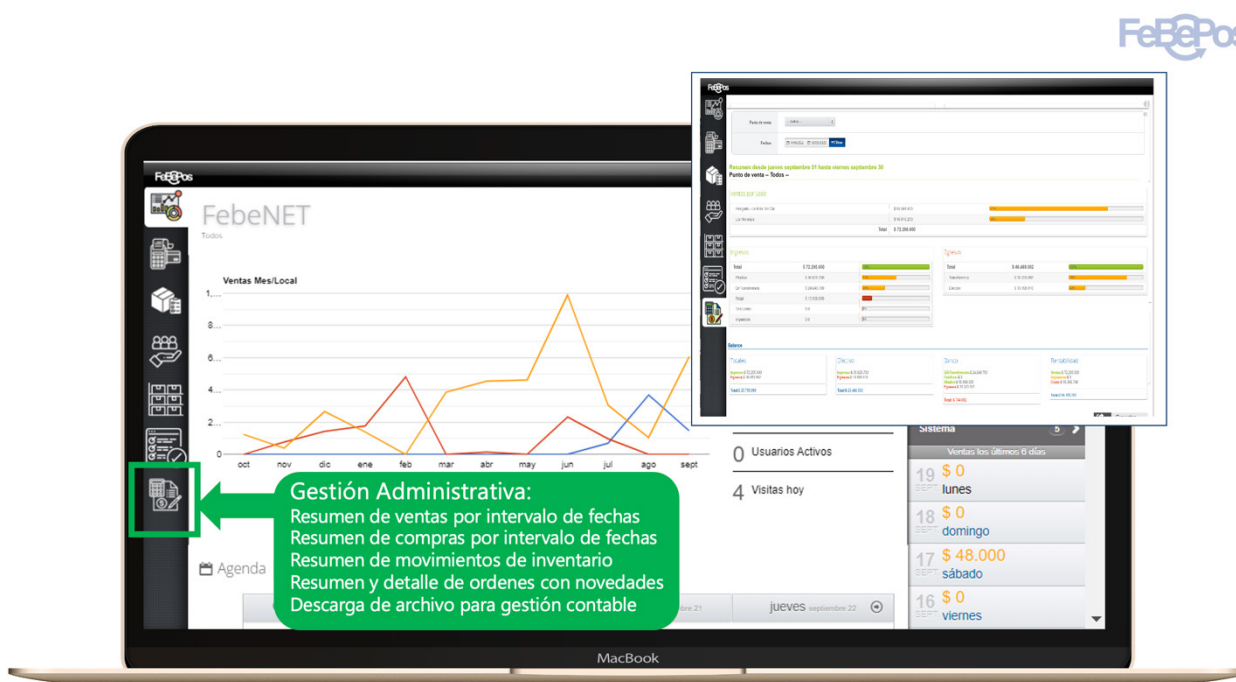


Figura 5. Detalle financiero del submódulo 3 del módulo de finanzas

El objetivo principal de la implementación de un nuevo software como el presentado en este caso, es el incremento de ventas, y desde esta perspectiva se debe confirmar que toda la estrategia esté consolidada (estrategia de mercadeo, la comunicación de la oferta de valor, el proceso digital de la toma del pedido, el proceso logístico de generación de orden y despacho), y que con las capacidades digitales antes descritas incorporadas, se logre que el negocio crezca y pueda soportar nuevos niveles de tráfico. El crecimiento en ventas y utilidades adicionales al comercio se verán entonces potencializadas por la velocidad del servicio, lo que propiciará que a su vez más clientes podrán ser atendidos en menos tiempo por las nuevas eficiencias de la digitalización de los procesos (Kimes, 2008).

La medición de la experiencia del cliente se convierte en un pilar fundamental para saber si se están haciendo las cosas bien, y no solamente debe ser un indicador que se monitorea con frecuencia para saber sus cambios en el tiempo, sino para tener toda la capacidad de impactar procesos que estén causando inconformidades con los clientes. Para esta medición se utiliza el NPS (Net Promoted Score), que es muy simple de medir y lo que busca es saber qué tan probable es que el cliente recomiende a sus amigos o familiares el servicio que acaba de recibir, y dependiendo de esta calificación, se asigna desde 0 a 10, siendo cero una respuesta de no recomendación, y 10 que la probabilidad de recomendación es muy alta. De acuerdo con ello se divide a los clientes en tres grupos: Los promotores, que son los que

califican 9 y 10; neutros, que califican 7 u 8; y detractores, que son los que calificarían de 0 a 6. El NPS será entonces el porcentaje de los promotores menos los detractores (Raassens & Haans, 2017).

Adicional a este indicador de satisfacción, se definen como mediciones adicionales la frecuencia de los clientes en realizar transacciones, su orden promedio y el tiempo entre transacciones para cada uno; estos datos son los que alimentan la campaña de RFM para tener una visión real del impacto de este cliente, basados en sus hábitos de gasto.

Después de implementado el sistema desarrollado y según los datos generados por FeBePOS para finales de agosto del 2022, dentro de los comercios que utilizaban el sistema desde agosto 2021 como herramienta de gestión, el 92% tuvieron crecimientos en ventas sostenidos en los últimos seis meses, y el 35% de comercios ampliaron sus comercios creando nuevos locales comerciales. Adicional a estos indicadores que impactan las finanzas de los negocios, los comercios observados también redujeron costos en operación y procesos por las funcionalidades específicas automatizadas que ayudan con la eficiencia del día a día del personal. A esto se suman unas calificaciones de experiencia de cliente positivamente valoradas y que impulsan compras con mayor frecuencia y valor.

4. Conclusión

La transformación digital es un proceso que todos los comercios deben afrontar. Cuanto más tiempo esperen para llevarlo a cabo,

más lejos estará su competencia y más complejo será actualizar todos sus procesos a esta nueva modalidad. Esta transformación se puede lograr de múltiples maneras. El presente estudio presenta las fases que se llevaron a cabo para el diseño y desarrollo de un sistema de información de gestión para los comercios, FeBePOS. Este caso permite presentar las capacidades digitales que debe tener un comercio para incrementar sus ventas.

En el diseño de este sistema se buscó adquirir un conocimiento detallado de los diferentes procesos y roles involucrados en la gestión de un comercio. Luego se investigaron los retos más críticos de cada uno de estos procesos y roles. Además, se identificaron algunas herramientas de sistemas ya existentes para utilizarlas como benchmarking del desarrollo del nuevo sistema a crear. Una vez consolidados estos hallazgos de los retos digitales de cada rol y la tecnología existente que soporta estos procesos, se desarrolla el software cumpliendo un seguimiento de las fases de desarrollo, sumando a intervenciones en usabilidad (UX) y funcionalidad para entregar una plataforma simple de manejar y que cumpla con el alcance de gestionar los cuatro módulos fundamentales en la gestión de comercios. Estos módulos representan las capacidades digitales que debe tener un comercio para incrementar sus ventas.

El primer módulo de mercadeo permite campañas de tráfico de consumidores fluidas y constantes. El segundo módulo de la página web permite realizar pedidos de forma ordenada y práctica desde cualquier tipo de disposi-

tivo. El tercer módulo de logística organiza la operación y los pedidos por orden con sus respectivas características y detalles de envío. Por último, el cuarto módulo de finanzas resume todo lo solicitado en órdenes haciendo su respectivo detalle contable y financiero y actualizando los inventarios con estas órdenes. Es así como el sistema logra garantizar la fluidez en la experiencia del cliente durante todo su recorrido y su relación con el comercio.

Mediante el caso FeBePOS se busca describir las herramientas necesarias en un sistema de gestión de información de un comercio que le apoye en su transformación digital, a la vez que facilita el crecimiento en sus ventas. Este documento puede interesar a propietarios de comercios, emprendedores o aquellos interesados en digitalizar sus procesos ya que puede ayudarles a comprender los procesos clave del comercio y las capacidades digitales necesarias para abordar los desafíos actuales. Una vez implementados sus modelos de negocio con ayuda de una herramienta de gestión adecuada como la presentada en el caso de estudio de este reporte, los comercios verán cómo conseguir el control de sus negocios y, por lo tanto, aumentar sus ventas.

Referencias

- Avila Rodriguez, S., Vivas Hernandez, R. & Rodríguez Mahecha, A. (2020, septiembre 09). *El desempeño de la transformación digital en las MIPYMES en épocas de pandemia en el 2020* (Trabajo de Grado, Colombia: Fundación Universitaria del Área Andina). <https://digitk.areandina.edu.co/handle/areandina/3796>
- Baxter, P. & Jack, S. (2008). Qualitative case study methodology: Study design and implementation for novice researchers. *The Qualitative Report*, 13(4), 544-559. <https://doi.org/https://doi.org/10.46743/2160-3715/2008.1573>
- Cavusoglu, M. (2019). An analysis of technology applications in the restaurant industry. *Journal of Hospitality and Tourism Technology*, 10(1), 45-72. <https://doi.org/10.1108/JHTT-12-2017-0141>
- Chicaiza Baque, E. Y., & Reyna Gallo, J. T. (2021). *Sistema web adaptativo para la gestión de pedidos de comidas rápidas en el restaurante "Papas John" del cantón La Maná, provincia de Cotopaxi* (Tesis de grado, Ecuador: La Maná: Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC)). <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/8241>
- Chernev, A., & Kotler, P. (2023). *Kellogg on Marketing* (Eds) (3rd edition) [Audiobook]. G&D Media.
- Christy, A., Umamakeswari, A., Priyatharsini, L. & Neyaa, A. (2021, diciembre 26). RFM ranking – An effective approach to customer segmentation. *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, 33(10), 1251-1257. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2018.09.004>
- Daries-Ramon, N., Cristobal-Fransi, E., & Mariné-Roig, E. (2019). Deployment of restaurants websites' marketing features: The case of Spanish Michelin-starred restaurants. *International Journal of Hospi-*

- tality & Tourism Administration*, 20(3), 249-280. <https://doi.org/10.1080/15256480.2017.1383961>
- Forbes. (2020, mayo 29). *El servicio a domicilio se volvió fundamental tras el coronavirus*. <https://forbes.co/2020/05/29/tecnologia/el-servicio-a-domicilio-se-volvio-fundamental-tras-el-coronavirus/>
- Gartner. (2019, octubre 4). *The future of sales follow-ups: text messages*. <https://www.gartner.com/en/digital-markets/insights/the-future-of-sales-follow-ups-text-messages>
- Guerola-Navarro, V., Gil-Gomez, H., Oltra-Badenes, R., & Sendra-García, J. (2021). Customer relationship management and its impact on innovation: A literature review. *Journal of Business Research*, 129, 83-87. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.02.050>
- Gunden, N., Morosan, C., & DeFranco, A. (2020). Consumers' intentions to use online food delivery systems in the USA. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 32(3), 1325-1345. <https://doi.org/10.1108/IJCHM-06-2019-0595>
- Herrera Mora, C. (2023, octubre 11). Entre domicilios y servicio. *Portafolio*. <https://www.portafolio.co/opinion/camilo-herrera-mora/entre-domicilios-y-servicio-columnista-582551>
- Kimes, S. E. (2008). The role of technology in restaurant revenue management. *Cornell Hospitality Quarterly*, 49(3), 297-309. <https://doi.org/https://doi.org/10.1177/1938965508322768>
- Kocaman, E. M. (2021). Operational effects of using restaurant management system: An assessment according to business features. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 25, 100408. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2021.100408>
- Lopes Martínez, I., Marrero Durán, S. P., Feria Martínez, M. A., Grass Santos, A., Espina Martín, Y. & Lugo Almaguer, A. (2021). Impacto de la covid-19 en las cadenas de suministro globales: caso comercio electrónico. *Revista Cubana de Administración Pública y Empresarial*, 5. <https://doi.org/https://doi.org/10.5281/zenodo.5534652>
- Martínez Velasquez, J. G. (2020). *Cómo las empresas de economías colaborativas han utilizado bienes y servicios de terceros como apalancamiento operativo* (Tesis de grado, Bogotá, Colombia: Colegio de Estudios Superiores de Administración). <https://doi.org/http://hdl.handle.net/10726/2488>
- Microsoft. (2022, julio 17). *Las 3 principales tendencias en la digitalización de la pyme*. <https://news.microsoft.com/es-es/2022/06/17/el-70-de-las-pymes-multiplicara-su-inversion-en-tecnologia-para-mejorar-su-resiliencia-y-competitividad/>
- Pérez González, D., Solana González, P. & Trigueros Preciado, S. (2018). *Transformación digital en pymes industriales: Retos y oportunidades*. <https://www.mincotur.gob.es/Publicaciones/Publicacionesperiodicas/EconomiaIndustrial/RevistaEconomiaIndustrial/409/P%C3%89REZ,%20SOLANA%20Y%20TRIGUEROS.pdf>
- Pliego, F. & Mendieta, J. (2020). Covid-19, impactos económicos en México y el mundo. *Veritas Online*. <https://doi.org/https://veritasonline.com/doi/10.2430/veritasonline.v1n1.2020.01.001>

- tasonline.com.mx/covid-19-impactos-economicos-en-mexico-y-el-mundo/
- Portafolio. (2021, enero 20). *El 45% de servicios de comida fueron domicilios*. <https://www.portafolio.co/economia/aplicaciones-rappi-o-ifood-en-2020-el-45-por-ciento-de-servicios-de-comida-fueron-domicilios-548413>
- Portafolio. (2022, abril 11). *Las pymes colombianas están invirtiendo más en tecnología*. <https://www.portafolio.co/negocios/empresas/las-pymes-colombianas-estan-invirtiendomas-en-tecnologia-563969>
- Punakivi, M. & Saranen, J. (2001). Identifying the success factors in e-grocery home delivery. *International Journal of Retail & Distribution Management*, 29(4). <https://doi.org/10.1108/09590550110387953>
- Raassens, N. & Haans, H. (2017). NPS and online WOM: Investigating the relationship between customers' promoter scores and eWOM behavior. *Journal of Service Research*, 20(3), 322-334. <https://doi.org/10.1177/1094670517696965>
- Rendón, O. P. (2022, octubre 2). *Las Pymes hoy se digitalizan o mueren*. *El Colombiano*, p. 16. <https://www.elcolombiano.com/negocios/las-pymes-hoy-se-digitalizan-o-mueren-1118765926>
- Saeed, S. J. (2019). Analysis of software development methodologies. *International Journal of Computing and Digital Systems*, 8(5), 445-460. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.12785/ijcds/080502>
- Sectorial (2022, marzo 31). *Los usuarios prefieren pedir sus domicilios en los canales virtuales de los restaurantes*. <https://www.sectorial.co/informativa-almacenes-de-cadena-itemlist/item/515505-domicilios-en-linea-virtuales>
- Vásquez Sánchez, J. R., Barajas Figueroa, M. A. & Vidrio Barón, S. B. (2022). Retos y oportunidades de los negocios en la nueva normalidad: Estrategias de marketing en tiempos de Covid-19 (Capítulo 3, Parte I). En *Clima Laboral, Estrategias de Medición de la Calidad, Sostenibilidad y Cultura de Innovación Ante la Nueva Normalidad en las Organizaciones* (pp. 37-49). <https://ciisc.mx/wp-content/uploads/2022/06/Clima-laboral-estrategias-de-medicion-e-book-1.pdf>



Recibido
18/08/2023

Aceptado
31/10/2023

Análisis de los estilos de aprendizaje en entornos de simulación clínica en los estudiantes de programa de terapia cardiorrespiratoria, de la Universidad Manuela Beltrán 2021

Analysis of learning styles in clinical simulation environments in students of cardiorespiratory therapy program, Universidad Manuela Beltrán 2021.

Diego Alejandro Gutierrez Gonzalez¹

Diana Carolina Zona Rubio²

Cómo citar:

Gutierrez D., Zona D. (2023). Análisis de los estilos de aprendizaje en entornos de simulación clínica en los estudiantes de programa de terapia cardiorrespiratoria, de la Universidad Manuela Beltrán 2021. *Vía Innova*, 10 (1), 46-58.
<https://doi.org/10.23850/2422068X.5823>

1 Diego Alejandro Gutierrez Gonzalez, Magister en Administración Educativa, Universidad Manuela Beltrán, practica.tcr@umb.edu.co

2 Diana Carolina Zona RubioDiana Carolina Zona Rubio, Magister en Farmacología, Universidad Manuela Beltrán, diana.zona@docentes.umb.edu.co

Resumen

Este estudio se diseñó con el objetivo de analizar los estilos de aprendizaje en entorno de simulación clínica en los estudiantes de Terapia Cardiorrespiratoria de la Universidad Manuela Beltrán en el año 2021. De igual manera se identificaron los factores determinantes en los procesos de aprendizaje, al igual que el estilo que va más acorde con la simulación clínica y con los estudiantes del programa de TCR (Terapia Cardiorrespiratoria) de la Universidad Manuela Beltrán en el 2021.

Para alcanzar dicho objetivo se recurrió a una encuesta tipo cuestionario a través de la plataforma de Google y utilizando el instrumento VARK, donde la población de esta investigación son estudiantes del programa de Terapia Cardiorrespiratoria de la UMB, evidenciando que de 94 estudiantes encuestados, el 61.7% (n=58) tienen un estilo de aprendizaje kinestésico que va acorde con las necesidades de la simulación clínica, siendo un estilo de aprendizaje lento, pero más rápido a comparación de los demás.

Palabras clave: Estilos de aprendizaje, simulación clínica, VARK, kinestésico

Abstract

The present study was designed to analyze the learning styles in a clinical simulation environment in the Cardiorespiratory Therapy students of the Manuela Beltrán University in the year 2021, in the same way, the determining factors in the learning processes were identified, as well as the style that is more in line with the clinical simulation and with the students of the TCR (Cardiorespiratory Therapy) program of the Manuela Beltrán University in 2021.

To achieve this objective, a questionnaire-type survey was used through the Google platform and with the help of the VARK instrument, where the main population of this research are students of the Cardiorespiratory Therapy program of the UMB, showing that of 94 students surveyed, 61.7 % (n = 58) have a kinesthetic learning style that is consistent with the needs of clinical simulation, being a slow learning style, but faster compared to the others.

Keywords: Learning Styles, Clinical Simulation, VARK, Kinesthetic

1. Introducción

Los docentes universitarios, en particular los del programa de Terapia Cardiorrespiratoria de la Universidad Manuela Beltrán, se han preguntado cuál será el método de aprendizaje de los estudiantes y cómo ellos asocian los estilos de aprendizaje con la simulación clínica, siendo su primer contacto casos simulados y atención a personas con alteraciones cardiacas, vasculares y pulmonares.

Por lo anterior, esta investigación busca analizar los estilos de aprendizaje en entornos de simulación clínica en los estudiantes del programa de Terapia Cardiorrespiratoria de la Universidad Manuela Beltrán, lo cual conlleva a estudiar características propias del individuo, los factores que influyen en los estilos de aprendizaje y determinantes acorde con la simulación clínica (Gómez, 2005).

El concepto de estilos de aprendizaje ha evolucionado a partir de diferentes autores, por ejemplo, Kolb menciona cuatro estilos de aprendizaje, Witking menciona dos estilos de aprendizaje, Honey y Mumford mencionan cuatro tipos de estilos de aprendizaje, Gardner menciona ocho estilos de aprendizaje, entre otros. (Rodríguez, 2018)

Por tal motivo, es necesario reconocer cómo los estudiantes de Terapia Cardiorrespiratoria aprenden para luego generar, planear y ejecutar métodos de enseñanza que apunten a las necesidades de los estudiantes, por lo cual cada estudiante desarrolla estilos de aprendizaje según experiencias, factores ambientales y vivenciales entre otros, con lo cual es posible dis-

tinguir la manera en los procesos de metacognición articulados con la simulación Clínica (Mariela et al., 2016).

El Diccionario de la lengua española define la didáctica como propia y adecuada o buenas condiciones para enseñar o instruir. La didáctica para la etimología es la idea de enseñar, su origen griego es “didaskhein” que significa: explicar, enseñar e instruir.

De acuerdo con lo anterior, la didáctica es un método o forma en la cual se equilibran los procesos de enseñanza por parte del docente y el método de aprendizaje del estudiante. Esta tiene dos maneras de contribuir a los procesos de enseñanza: la didáctica general y la específica. La primera se encarga de dar respuesta a las diferentes problemáticas planteadas en el campo del conocimiento o áreas de estudio; mientras que la didáctica específica genera o desarrolla campos sistemáticos del conocimiento a partir de las diferentes necesidades geográfica, territoriales, de edad, religión o de enseñanza (Alicia Camilloni, n.d.).

La didáctica específica en la simulación clínica, es de vital importancia para los estudiantes tanto de medicina como de otras áreas afines de formación, posicionándose dentro de las actividades académicas para mejorar los procesos de aprendizaje y de las personas que están involucradas. De igual manera, el no tener procesos de simulación clínica genera un impacto dentro del aprendizaje de los estudiantes, dado que es uno de los métodos más comunes y efectivos en el área de la salud para la apropiación del conocimiento, generando adherencia a nuevas competencias tanto dis-

ciplinares como laborales, siendo competitivos profesionalmente (Alicia Camilloni, n.d.).

Adicionalmente, la simulación clínica a lo largo de las décadas ha demostrado un sinnúmero de beneficios para la obtención de diferentes estrategias de aprendizaje como por ejemplo, trabajo en equipo, habilidades técnicas y cognitivas, además de habituación a los ámbitos críticos. Por otro lado, la curva de aprendizaje basada en la simulación clínica ha demostrado ser más eficiente que las basadas en el entrenamiento convencional o clásico. Con la simulación clínica como lo menciona el Dr. Cir, se pueden adquirir habilidades cognitivas, esta se define como capacidad de llegar a tener un diagnóstico correcto, toma de decisiones y liderazgo en un grupo interdisciplinario (López Sánchez et al., 2013).

Agregado a lo anterior, en la década de los años 60 y 70 surge el aprendizaje basado en problemas (ABP), en el cual su principal objetivo era satisfacer las prácticas profesionales en estudiantes de medicina en Canadá; dicho aprendizaje es definido como “un método de aprendizaje basando en el principio de usar problemas como un punto de partida para la adquisición e integración de los nuevos conocimientos” (Gómez, 2005). El ABP está centrado en el estudiante donde este es el protagonista de su propio aprendizaje y el docente es un tutor o guía dentro de los diferentes estilos de aprendizaje (Villegas Múnera et al., 2012).

Por otra parte, la psicología educativa y en particular, para el estilo de aprendizaje significativo y en concordancia con el Dr Ausbel, el aprendizaje depende de la organización e in-

terconexión de redes neuronales y organización de las ideas que tiene el ser humano en un área específica del conocimiento y que sin lugar a duda genera una estructura cognitiva (Cataldi et al., 2007).

Asimismo, Gardner define la inteligencia como una destreza, competencia que a través de los años se va alimentando, generando conexiones neuronales que ayudan al conocimiento y adquisición de nuevo conocimiento a través de la educación y experiencias, que marcan o generar impacto en la vida del ser humano. Además de esto, el Dr. Gardner menciona lo ocho tipos de inteligencia que son: Primera: la lógica matemática donde se tiene la capacidad de usar los números de manera apropiada y en el momento indicado. Segunda: la lingüístico - verbal donde se tiene la capacidad y uso de manera adecuada de expresión tanto verbal como escrita. Tercera: corporal – kinestésica, donde se tiene la capacidad de generar movimiento y expresión con el cuerpo humano. Cuarta: espacial, donde se tiene la capacidad de entender y ubicarse a través de un espacio comúnmente llamado esquema corporal. Quinta: musical, donde la persona tiene el dominio y proceso de generar ritmo, tono y timbre a través de las notas musicales. Sexta: interpersonal, donde el ser humano tiene la capacidad de poder interactuar con las demás personas que lo rodean. **Séptima: intrapersonal**, donde se tiene la capacidad de generar percepciones precisas respecto a la vida propia. Octava: naturalista, capacidad de

poder utilizar los recursos del medio ambiente tanto vegetal como animal (Oliver, 2019).

De allí que los docentes jueguen un papel fundamental en los procesos de educación de los estudiantes, usando o desarrollando metodologías educativas que apunten a los tipos de inteligencia que menciona Gardner, pero sobre todo, que el estudiante adquiera las nuevas competencias que se establecen en los planes de curso impartidos dentro de las instituciones de educación.

Debido a lo anterior, surge la necesidad de analizar los estilos de aprendizaje en el entorno de la simulación clínica con el fin de aportar información que permita mejorar las estrategias de enseñanza.

La educación ha tenido que realizar grandes cambios desde los procesos de la didáctica, siendo este un proceso controversial y debatido en diferentes momentos de la educación. Las instituciones educativas han tenido que evolucionar, permeando de manera paulatina en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Esto conlleva a que los docentes jueguen un papel fundamental en las estrategias pedagógicas implementadas, generando innovación de aquellas que se llevan a las aulas de clase para que los estudiantes alcancen a cumplir un sin número de competencias, habilidades y actitudes. La piedra angular sin duda alguna es el papel del docente actual y en cómo la didáctica general como disciplina, puede ser una valiosa herramienta que le sirva para intervenir de forma más efectiva en la mejora del proceso educativo; pero sin duda alguna, también de la didáctica específica hablando en términos

de la simulación, siendo esta una de las herramientas más utilizadas en las instituciones de educación, dado que el estudiante es el protagonista de la apropiación del conocimiento, fortaleciéndolo y mejorándolo. A partir de esto, los estilos de aprendizaje tienen un papel fundamental en la línea del tiempo, pasando así por diferentes autores y modelos dentro de los cuales el ser humano, en este caso el estudiante se acopla al estilo que le permite el aprendizaje de nuevos conceptos y/o competencias (Garrote Rojas et al., 2016).

Debido a lo anterior: este estudio tuvo los siguientes objetivos:

Objetivo General: Analizar los estilos de aprendizaje en entorno de simulación clínica en los estudiantes de Terapia Cardiorrespiratoria de la Universidad Manuela Beltrán en el año 2021.

Objetivos Específicos

- Identificar los estilos de aprendizaje de los estudiantes de Terapia Cardiorrespiratoria de la Universidad Manuela Beltrán en el 2021.
- Describir los factores determinantes de los estilos de aprendizaje en los estudiosos del programa de Terapia Cardiorrespiratoria de la Universidad Manuela Beltrán en el 2021.
- Determinar qué estilo de aprendizaje va más acorde con la simulación clínica como un mecanismo de aprendizaje en los estudiantes del programa de Terapia Cardiorrespiratoria de la Universidad Manuela Beltrán.

2. Metodología de la investigación

Investigación de enfoque cuantitativo debido a las siguientes características: es objetivo, es preciso, es un problema de investigación delimitado y concreto, se realiza una revisión de la literatura acerca del tema, se basa en un análisis y en una recolección de datos que permite comprobar la información y de esta manera llegar a una conclusión (Pérez et al., 2017). Asimismo, tuvo un enfoque observacional dado que no se manipularon las categorías y el objetivo de este es la observación y registro de sucesos sin intervenir en ellos gracias a la encuesta tipo cuestionario. Tiene un enfoque analítico dado que se analizaron los estilos de aprendizaje en torno a la simulación clínica siendo estos la piedra angular en el significado de la experiencia de los diferentes estudiantes del programa de Terapia Cardiorrespiratoria, lo cual constituye y se ve reflejado en los estilos de aprendizaje y su relación con la simulación clínica.

Por otro lado, este estudio es de corte transversal, dado que se van a medir diferentes categorías en un solo momento gracias a la encuesta aplicada por la plataforma de formularios de Google, con la finalidad de identificar los estilos de aprendizaje, describir con precisión los factores determinantes de los estilos de aprendizaje y determinar qué estilo de aprendizaje es más acorde según la simulación clínica para la adquisición de habilidades y competencias en la simulación clínica de los estudiantes del programa de Terapia Cardiorrespiratoria.

De igual manera, la recolección de datos se

realizó a través de una encuesta tipo cuestionario por la plataforma Google, donde los estudiantes respondieron de manera organizada y sistemática las preguntas formuladas, se recolectó la información de dicha manera dado que el 14 de marzo del año 2020 decreta aislamiento preventivo en la ciudad de Bogotá por pandemia de COVID-19 proveniente de Wuhan-China y por esta razón no se pudo hacer la recolección de datos de manera presencial en el segundo semestre del año 2020.

Se seleccionaron los estudiantes del programa de Terapia Cardiorrespiratoria que cumplieran con los criterios de inclusión, se envió el enlace del instrumento en la herramienta de encuestas de Google donde se explicó el contexto de forma clara, el objetivo de la investigación y el uso que tendrán los resultados; también se instruyó al estudiante sobre el diligenciamiento de la encuesta tipo cuestionario. Posteriormente se tabularon los resultados y se prepararon para el análisis estadístico.

Se utilizó una encuesta tipo cuestionario, a través de la plataforma de formularios de Google, donde se encontraron 42 ítems que dan respuesta a los principales factores que afectan los estilos de aprendizaje de los estudiantes del programa de Terapia Cardiorrespiratoria de la Universidad Manuela Beltrán sede Bogotá.

3. Resultados

Se analizaron las características propias de los estudiantes como género, donde se encontró una población total n:94, con mayor prevalencia de mujeres con un total de n:82 y hombres n:12; de igual manera, se pudo discriminar la

edad de los estudiantes, donde se encontró mayor prevalencia entre los 22 a 23 años n:36 y con menor frecuencia, de 28 a 29 años n:2 (Ver Tabla 1).

Tabla 1. Género y edad de los estudiantes

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Hombres	12	12,8%
Mujeres	82	87,2%
Edad 18 a 19	6	6,4%
Edad 20 a 21	35	37,2%
Edad 22 a 23	36	38,3%
Edad 24 a 25	12	12,8%
Edad 26 a 27	3	3,2%
Edad 28 a 29	2	2,1%

De igual manera, se evidencia el semestre en el cual se encuentran los estudiantes, mostrando con mayor prevalencia estudiantes de IX semestre donde la población de estudiantes matriculados para ese semestre es mayor para el año 2020 con un total n:28 y con menor frecuencia IV Semestre: n:4, esto se da por las características propias socioeconómicas para el ingreso a la educación superior (Ver Tabla 2).

Tabla 2. Semestre cursando

Variable	Frecuencia	Porcentaje
IV Semestre	4	4,3%
V Semestre	9	9,6%
VI Semestre	16	17,0%
VII Semestre	14	14,9%
VIII Semestre	23	24,5%
IX Semestre	28	29,8%

Los estudiantes mencionan que existen factores que influyen en el proceso de aprendizaje en el laboratorio de simulación clínica que

aporta a los procesos de metacognición de su objeto de estudio (Ver Tabla 3).

Tabla 3. Factores que influyen en el proceso de aprendizaje

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Oportunidades	2	2,1%
Concentración	2	2,1%
Intervenciones seguras	2	2,1%
Confianza	9	9,6%
Habilidades	14	14,9%
Aplicación de lo aprendido	16	17,0%
Aprendizaje	20	21,3%
Acercamiento a la realidad	27	28,7%
No responde	2	2,1%

De igual manera se demostró que el tipo de aprendizaje de los estudiantes del programa de Terapia Cardiorrespiratoria de la Universidad Manuela Beltrán es el Kinestésico, dado que es un estilo que permite al estudiante movilizarse a partir de su propio esquema corporal, aprender y aprehender a partir de la experiencia, de los casos clínicos que son llevados a la realidad del Siglo XXI; de igual manera, es indispensable después de la simulación clínica realizar un *debriefing* generando dos mecanismos principales en la educación: la relación entre la acción, y los resultados conseguidos a partir del aprendizaje obtenido (Ver Tabla 4).

Tabla 4. Tipo de aprendizaje según el VARK

Tipo De aprendizaje	Frecuencia	Porcentaje
Kinestésico	58	61,7%
Visual	15	16,0%
Auditivo	13	13,8%
Lecto-escriptor	8	8,5%

4. Discusión

Considerando el modelo de los estilos de aprendizaje y con ayuda del instrumento VARK y los resultados de esta investigación, dentro del presente análisis se puede observar que los estudiantes del programa de Terapia Cardiorrespiratoria de la Universidad Manuela Beltrán cuentan con estilo de aprendizaje kinestésico 61.7% (n=58) seguido por el visual 16% (n=15); en tercer lugar, se encuentra el auditivo 13.8% (n=13) y, finalmente, el lecto-escritor 8.5% (n=8).

El análisis de los estilos de aprendizaje de los estudiantes del programa de Terapia Cardiorrespiratoria ha permitido establecer que el 61.7% (n=58) de los estudiantes encuestados tienen estilo de aprendizaje kinestésico, es decir que esto implica que parte de los procesos de cuando se procesa la información, asociándola a sensaciones o movimientos del cuerpo humano; además de esto es un estilo de aprendizaje lento pero el más rápido que los demás estilos (عزام, 2001). De igual manera, se evidencia una mejor aceptación por parte de los estudiantes cuando realizan los procesos de aprendizaje utilizando el esquema corporal, haciendo asociaciones y uniones interneurales que se evidencian en las notas obtenidas en las asignaturas teóricas y teórico-prácticas en comparación de las asignaturas de tipología teórica.

Lo anterior va en concordancia con el Dr. Perla quien menciona que las actividades de salud tienden a tener un estilo de aprendizaje kinestésico y que de igual manera esto ayuda

a la adquisición de nuevas competencias (Jacaranda et al., n.d.); asimismo, dentro de los programas académicos y las instituciones de educación superior que ofrezcan programas de salud, se debe velar por estrategias y resultados de aprendizaje que apunten en dicha dirección para forjar el futuro de profesionales en el área de la salud.

En el 16% (n=15) de los estudiantes encuestados mencionan que tienen un estilo de aprendizaje de tipo visual, por esta razón se puede afirmar que los estudiantes del programa de Terapia Cardiorrespiratoria recuerdan lo que visualizan a partir de gráficos, imágenes, diagramas, mapas conceptuales y demás estrategias pedagógicas que apunten a los procesos de observación, por lo que pueden olvidar fácilmente lo que aprendan de manera verbal, auditiva y lectora.

El 13.8% (n=13) de los estudiantes encuestados es de tipo auditivo, por lo cual, las principales estrategias de aprendizaje para dicha población parten del uso del órgano de la audición, aunque en ocasiones es necesaria la repetición de dichos conceptos, aunque es importante resaltar que dichos procesos son de manera secuencial y ordenada como lo menciona el Dr. Cazua (عزام, 2001).

Y por último, se encuentra que el 8.5% (n=8) de los estudiantes encuestados tienen un estilo de aprendizaje lecto-escritor, para lo cual es necesario el uso de la neurolingüística teniendo en cuenta las conexiones interneurales; de igual manera, dicho tipo de aprendizaje es la segunda habilidad que se adquiere después de nacer, siendo característica de las personas

investigadoras o que les gusta estar en permanente formación académica como lo menciona la Dra. Espinoza (Espinoza-Poves et al., 2019).

Los resultados obtenidos dentro de esta investigación demuestran que los factores determinantes dentro del proceso de aprendizaje para los estudiantes del programa de Terapia Cardiorrespiratoria de la Universidad Manuela Beltrán son cinco y se categorizaron de la siguiente manera: sociodemográficas, emocionales, académicas, ambientales y distractores del medio externo.

Inicialmente se reconoce que los factores sociodemográficos están compuestos por edad, género y semestre, elementos que no tienen gran relevancia en la investigación y no es un factor determinante en el estilo de aprendizaje como lo menciona el Dr. Jano (Jano Salagre & Ortiz Serrano, 2005).

Dentro de los factores emocionales se encuentran: la motivación por la carrera, la meta como terapeutas cardiorrespiratorios, la actitud frente al laboratorio de simulación clínica, el estado de ánimo frente a casos clínicos y la actitud relacionada con el docente, lo cual concuerda con el Dr. Garrote que menciona que las estrategias que utilizan naturalmente las personas para enfrentar y resolver problemas se expresa en los estilos cognitivos y en los estilos de aprendizaje; de igual manera, la motivación es uno de los ejes fundamentales para los procesos comportamentales del ser humano, hecho que va ligado con el desarrollo del aprendizaje. Dicho esto, es importante resaltar los procesos emocionales que facilitan o dificultan el aprendizaje.

Por lo anterior, se puede decir que las emociones contribuyen a los procesos de aprendizaje en dos medidas: agradable o desagradable. De igual manera, el Dr. Garrote menciona que la relación profesor -alumno, enfocándose en la comunicación asertiva genera procesos y sentimientos positivos los cuales desencadenan aprendizajes productivos. (Garrote Rojas et al., 2016).

Dentro de los factores académicos encontramos: la lectura previa al laboratorio de simulación clínica: el estudio se realiza en el mismo lugar, los espacios y escenarios de estudio son factores determinantes en los procesos de aprendizaje como lo menciona el Dr. Jano en su publicación denominada 'Determinación de los factores que afectan al rendimiento académico en la educación superior' donde el hecho de realizar lecturas previas, desarrolla habilidades variables y determinantes en gran medida del rendimiento académico (Jano Salagre & Ortiz Serrano, 2005).

Dentro de los factores ambientales se encuentran: concentración, organización, iluminación natural y artificial, ventilación, temperatura, factores que intervienen en el proceso de enseñanza y aprendizaje como lo describe el Dr. Monsalvo quien asegura que la exposición continua a elevados niveles de ruido puede conllevar un déficit en la atención y en la discriminación auditiva, confundiendo palabras (Monsalvo Vázquez & Girón García, 2011).

Dentro de los distractores del medio externo encontramos: celular, redes sociales, televisor, amigos, hobbies, lo cual va acorde con lo mencionado por el Dr. Ramsden que mencio-

na que no solo el estilo de aprendizaje está influenciado por los procesos del estudiante propiamente dicho ni por los factores extrínsecos del medio, sino que también hay una fuerte influencia de los procesos culturales, similitudes en el entorno, procesos de enseñanza aprendizaje y países desarrollados y subdesarrollados (Ramsden, 1987).

El estilo de aprendizaje que es más acorde a los estudiantes de Terapia Cardiorrespiratoria de la Universidad Manuela Beltrán y de acuerdo con los resultados obtenidos, es el kinestésico, dado que es un estilo que permite al estudiante movilizarse a partir de su propio esquema corporal, aprender y aprehender a partir de la experiencia, de los casos clínicos que son llevados a la realidad del Siglo XXI. De igual manera, es indispensable después de la simulación clínica realizar un *debriefing* generando dos mecanismos principales en la educación: la relación entre la acción, y los resultados alcanzados a partir del aprendizaje obtenido.

Se recomienda replicar este estudio en otras facultades del área de la salud para obtener información que aporte a las diferentes líneas de investigación. Finalmente, esta investigación aporta información importante para las líneas de investigación en educación en ciencias de la salud. Igualmente, en los resultados de esta investigación se evidencia que se deben generar estrategias de enseñanza y aprendizaje enfocadas a los estilos de aprendizajes de los estudiantes de programas de salud; asimismo, se deben considerar los factores determinantes del proceso de aprendizaje y, de esta manera,

mitigar factores que interfieren en el aprendizaje del estudiante para lograr un aprendizaje significativo.

5. Conclusiones

- Se identificaron los estilos de aprendizaje de los estudiantes de Terapia Cardiorrespiratoria de la Universidad Manuela Beltrán en el 2020, reconociendo el kinestésico como el principal estilo de aprendizaje seguido del visual, auditivo y lecto-escritor
- Se describieron los factores determinantes de los estilos de aprendizaje en los estudiantes del programa de Terapia Cardiorrespiratoria de la Universidad Manuela Beltrán en el 2020 reconociendo la práctica, el estar visualizando y la concentración, como ejes fundamentales para llevar con éxito los laboratorios de simulación clínica
- Se determinó el estilo de aprendizaje que va más acorde con la simulación clínica como un mecanismo de aprendizaje en los estudiantes del programa de Terapia Cardiorrespiratoria de la Universidad Manuela Beltrán, siendo este el kinestésico, convirtiéndose en la piedra angular para que los estudiantes aprendan más desde lo práctico, llevando así lo aprendido al laboratorio de simulación clínica para mitigar los errores y tener un acercamiento a la realidad con un porcentaje de 28.7%.

6. Agradecimientos

Primero a Dios por permitirme realizar esta investigación; a mi familia, por estar siempre presentes en mi vida y ser mi motor; de igual manera, a mi pareja, por ser un apoyo, y a los estudiantes, por permitirme ser una guía en su proceso académico.

7. Referencias

- Baeten, M., Kyndt, E., Struyven, K., & Dochy, F. (2010). Using student-centred learning environments to stimulate deep approaches to learning: Factors encouraging or discouraging their effectiveness. *Educational research review*, 5(3), 243-260.4.
- Baker, G. R., Norton, P. G., Flintoft, V., Blais, R., Brown, A., Cox, J., ... & Tamblyn, R. (2004). The Canadian Adverse Events Study: the incidence of adverse events among hospital patients in Canada. *Cmaj*, 170(11), 1678-1686.
- Cataldi, Z., Salgueiro, F., & Lage, F. J. (2007). Predicción del rendimiento de los estudiantes y diagnóstico usando redes neuronales.
- De Camilloni, A. R. W. (s/f). Didáctica General Y Didácticas Específicas. [Palermo.edu](https://www.palermo.edu). Recuperado el 11 de octubre de 2023, de <https://www.palermo.edu/ACI/trabajos/Alicia-Camilloni.pdf>
- De, D. 2277. (s/f). MINISTERIO DE EDUCACION. [Gov.co](https://www.gov.co). Recuperado el 11 de octubre de 2023, de https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-103879_archivo_pdf.pdf
- Del Castillo, S. E. (2012). La situación nutricional de la niñez en Latinoamérica: entre la deficiencia y el exceso, de brecha nutricional a deuda social. *Biomédica*, 32(4).
- Entwistle, N., & Tait, H. (1990). Approaches to learning, evaluations of teaching, and preferences for contrasting academic environments. *Higher education*, 19(2), 169-194.
- Espinoza-Poves, J. L., Miranda-Vílchez, W. A., & Chafloque-Céspedes, R. (2019). Los estilos de aprendizaje Vark en estudiantes universitarios de las escuelas de negocios. *Propósitos y representaciones*, 7(2), 384-414.
- Gajardo, A., Pilar, M., Pardo, C., Paz, M., Suárez, G., Patricia, T., ... & Arlett, S. (2016). Relación entre estilos de aprendizaje con el grado de satisfacción de la simulación clínica en estudiantes de enfermería de la Universidad del Bío-Bío, Chillán 2016.
- Garrote Rojas, D., Garrote Rojas, C., & Jiménez Fernández, S. (2016). Factores influyentes en motivación y estrategias de aprendizaje en los alumnos de grado.
- Garza, M. D. R. R., Salazar, M. F. S., & Olague, R. I. E. (2016). Análisis de los estilos de aprendizaje en estudiantes universitarios del área de la salud. *Revista de estilos de aprendizaje*, 9(17).
- Gómez, B. R. (2005). Aprendizaje basado en problemas (ABP): una innovación didáctica para la enseñanza universitaria. *Educación y educadores*, (8), 9-20.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). Metodología de la investigación (Vol. 6, pp. 102-256). Mc Graw-Hill: México.
- LEY 715 DE 2001. (s/f). [Gov.co](https://www.gov.co). Recuperado el 11 de octubre de 2023, de <https://www.gov.co>

- www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=16669643.
- Marton, F., & Säljö, R. (1976). On qualitative differences in learning—ii Outcome as a function of the learner's conception of the task. *British Journal of Educational Psychology*, 46(2), 115-127.
- Monroy, F., & Pina, F. H. (2014). Factores que influyen en los enfoques de aprendizaje universitario. Una revisión sistemática. *Educación XX1*, 17(2).
- Murillo, M. A. (2008). Variables que influyen en el rendimiento académico en la universidad. Recuperado el, 21.23
- Oliver, M. C., Cabello, A. A., González, C. A., Vélez, T. G., Álvarez, J. L. L., & Ciruelo, J. M. O. Hacia una educación secundaria que impulse el emprendimiento y el liderazgo social responsable: estilos de aprendizaje e inteligencias múltiples.
- P., & Álvarez, S. L. (2013). La simulación clínica como herramienta de aprendizaje Simulation based-training in Medicine: A teaching tool. *Cir. May. Amb*, 18(6), 17.
- Perla Jacaranda, D. D. B., Jazmín, S. M., Rodolfo, S. D. D., & Iván Shultz, S. D. D. (2019, December). Identificación de estilos de aprendizaje en alumnos del área de la salud, estrategias para educar en competencias. In *Edumed-Holguín* 2019.
- Prieto, J. H. P. (2012). Estrategias de enseñanza-aprendizaje: Docencia universitaria basada en competencias. México: Pearson educación.
- Ramsden, P. (1987). Improving teaching and learning in higher education: The case for a relational perspective. *Studies in higher education*, 12(3), 275-286.
- Raúl, M. V., & García, P. G. (2009). Industrias y sus tecnologías. La industria del cemento en México. REPORTE FINAL, 29.
- Riancho, J., Maestre, J. M., Moral, I. D., & Riancho, J. A. (2012). Simulación clínica de alto realismo: una experiencia en el pregrado. *Educación Médica*, 15(2), 109-115.
- Salagre, D. J., & Serrano, S. O. (2003). Determinación de los factores que afectan al rendimiento académico en la educación superior. XII Jornadas de la Asociación de Economía de la Educación, 1-12. 16.
- Siklus : Journal research midwifery politeknik tegal. (s/f). [Poltektegal.Ac.Id](https://ejournal.poltektegal.ac.id/index.php/siklus/index). Recuperado el 11 de octubre de 2021, de <https://ejournal.poltektegal.ac.id/index.php/siklus/index>
- Vargas, G. M. G. (2007). Factores asociados al rendimiento académico en estudiantes universitarios, una reflexión desde la calidad de la educación superior pública. *Revista educación*, 31(1), 43-63.
- Vélez van Meerbeke, A., & Roa González, C. N. (2005). Factores asociados al rendimiento académico en estudiantes de medicina. *Educación médica*, 8(2), 24-32.
- Wma. (2014). Riesgos , costos y beneficios. El diario del colegio americano de dentistas, 81(3), 14.



Recibido
20/08/2023

Aceptado
08/11/2023

Explorando el potencial vitivinícola del Borojó (*Borojoa patinoi* Cuatrec.): Un estudio de factibilidad para la elaboración de vino de fruta

Exploration of the viticultural potential of borojó (*Borojoa patinoi* Cuatrec.): Feasibility study for fruit wine production

Rigoberto Villa Ramirez¹

Lina María Arbeláez²

Cómo citar:

Villa R., Arbeláez L.(2023) Explorando el Potencial Vitivinícola del Borojó (*Borojoa patinoi* Cuatrec.): Un Estudio de Factibilidad para la Elaboración de Vino de Fruta. *Vía Innova*, 10 (1), 59-68.
<https://doi.org/10.23850/2422068X.5826>

¹ Licenciado en Biología y Educación Ambiental, Universidad del Quindío, rivilla@niquindio.edu.co , Armenia.

² Licenciado en Biología y Educación Ambiental, Universidad del Quindío, linar@niquindio.edu.co , Armenia.

Resumen

El Borojó (*Borojoa patinoi* Cuatrec.),  rbol perteneciente a la familia Rubi ceae, florece principalmente en Colombia y Ecuador, en regiones de bosques húmedos, adaptándose hasta 1200 metros de altitud. Sus frutos, ricos y carnosos, se perfilan como una valiosa fuente nutricional, destacando por su versatilidad en la preparación de conservas, vinos y como bebida refrescante, además de su potencial para transformaciones innovadoras.

En el Laboratorio de Investigaciones en Postcosecha de la Universidad del Quindío, se llevaron a cabo ensayos orientados a elaborar vino a partir de la fruta del Borojó. Dos concentraciones de pulpa (10% y 20%) fueron sometidas a pruebas fisicoquímicas y microbiológicas para garantizar la calidad y seguridad del producto.

Los resultados de la caracterización fisicoquímica son notables: el contenido de alcohol alcanzó 12.5% en el primer tratamiento y 10.3% en el segundo, cumpliendo con los estándares establecidos por la Norma Técnica Colombiana 708 para vinos de frutas. Los análisis microbiológicos se mantuvieron dentro de límites aceptables según la Norma Técnica Colombiana NTC 404. Los recuentos de microorganismos, tanto para coliformes como para mesófilos, oscilaron entre 4,000 y 4,450 UFC/g, mientras que mohos y levaduras se situaron entre 1,260 y 1,700 UFC/g.

Estos hallazgos, respaldados por un análisis científico sólido, sugieren un prometedor camino hacia la utilización de Borojó en la producción vitivinícola, enfatizando su potencial transformador en productos de alta calidad.

Palabras clave: Borojó, Composición, Fermentación, Pulpa de fruta.

Abstract

Borojón (*Borojoa patinoi* Cuatrec.) Is an arboreal species belonging to the Rubiaceae family, which grows mainly in Colombia, and Ecuador, especially in humid forest areas and adapts to heights of up to 1200 m; the fruit is fleshy with high nutritional value that positions it as a promising resource, it is used to prepare preserves and wine, but its main use is as a refreshing drink with possibilities for its transformation.

In the Postharvest Research Laboratory of the University of Quindío, two trials were carried out for the production of fruit wine, where concentrations of 10% and 20% borojón pulp were analyzed, and physicochemical and microbiological tests were carried out.

The physicochemical characterization for the two treatments showed an alcohol content of 12.5% for treatment 1 and 10.3% for treatment 2. These results are within the established parameters (Colombian technical standard 708 alcoholic drinks fruit wines), likewise; the microbiological analyzes showed results within the permitted range for the borojón and wine pulp (Norma Técnica Colombiana NTC 404). (nmp <3 and 4,000-4,450 cfu / g, Coliforms and mesophiles, respectively, (1,260 -1,700 cfu / g) for molds and yeasts

Keywords: Borojón, Composition, Fermentation, Fruit pulp

1. Introducción

El borojó (*Borojoa patinoi* Cuatrec.) es un árbol endémico de la familia Rubiáceae que florece principalmente en las regiones de Panamá, Colombia y Ecuador. Su hábitat predilecto se encuentra en los densos bosques húmedos de la región, caracterizados por temperaturas que oscilan entre 24°C y 28°C, y una humedad relativa que ronda el 85% (Ayala et al. 2021). Esta especie arbórea ha sido objeto de creciente interés debido a su singularidad y versatilidad en términos de valor nutricional y aplicaciones tanto en la industria alimentaria como en la medicina tradicional y la investigación científica.

Los frutos del borojó son distintivos por su pulpa carnosa y su alto contenido de nutrientes, lo que los convierte en un recurso valioso. Su versatilidad se manifiesta en diversas aplicaciones, desde la elaboración de conservas y vinos, hasta su transformación en bebidas refrescantes, abriendo así un amplio abanico de oportunidades en el campo de la innovación alimentaria (Lasso, 2020). Además, su riqueza nutricional y sus propiedades medicinales han atraído la atención tanto de las comunidades indígenas locales como de la comunidad científica.

Históricamente, las comunidades indígenas asentadas en las zonas de origen del borojó han utilizado esta especie tanto con fines alimenticios como medicinales. Sus propiedades curativas incluyen la capacidad de cicatrizar heridas, controlar el azúcar en la sangre y la hipertensión. Este fruto es apreciado no solo por

su sabor, sino también por su alto contenido en minerales esenciales (Ayala et al. 2021).

A pesar de su robustez y disponibilidad en su entorno natural, el manejo del borojó presenta desafíos debido a su consistencia y peso. Por lo tanto, se han desarrollado métodos específicos, como el despulpado, para facilitar su manipulación (Mosquera et al., 2011). Además, la pulpa de borojó madura puede conservarse sin aditivos durante hasta seis meses en envases herméticos en refrigeración (Rodríguez et al. 2016).

Desde un punto de vista nutricional, el borojó es destacable debido a su contenido de aminoácidos esenciales, así como por ser una fuente rica de calcio, hierro, fósforo y vitamina C. Sus metabolitos secundarios han despertado el interés de la investigación científica como posibles modelos químicos para nuevos fármacos, y sus propiedades en la medicina tradicional y popular incluyen ser diurético, cicatrizante, afrodisíaco y potencialmente antitumoral (García y Marrugo, 2016).

Estudios previos han investigado las propiedades funcionales de la pulpa de borojó obtenida mediante el secado por aspersión, así como el impacto de la maltodextrina en la estabilidad de la pulpa seca por liofilización (Lasso, 2020).

Este amplio espectro de aplicaciones y potencialidades del borojó, combinado con su relevancia cultural y nutricional, ha llevado a un aumento en su aceptación y comercialización, aunque todavía se enfrenta a desafíos logísticos y de comercialización, incluyendo la pérdida económica debido a la rápida madura-

ción de los frutos y su consiguiente necesidad de transporte en envases especiales (Hincapié et al. 2012).

Dada la creciente atención y demanda de productos relacionados con el borjón, se hace evidente la necesidad de una mayor investigación científica para comprender mejor sus propiedades fisicoquímicas y su potencial en diversas aplicaciones. Esta introducción sienta las bases para explorar más a fondo ese fascinante recurso natural en este estudio.

2. Metodología

Selección y preparación de materia prima

Para llevar a cabo este estudio, se seleccionaron al azar frutos maduros de borjón (*Borojoa patinoi* Cuatrec.) sin daños evidentes en su superficie. Estos frutos fueron adquiridos en el municipio de San José del Palmar, ubicado en el departamento del Chocó, Colombia. Posteriormente, se transportaron en bolsas plásticas Ziploc transparentes al laboratorio de Investigaciones en postcosecha de la Facultad de Ciencias Agroindustriales de la Universidad del Quindío en Armenia. Una vez en el laboratorio, se almacenaron en una nevera portátil a una temperatura constante de 4°C.

Procesamiento de la Materia Prima

Los frutos de borjón fueron pesados y lavados minuciosamente para eliminar cualquier material extraño presente en su superficie. Luego, se procedió a cortar los frutos en mitades longitudinales con el propósito de determinar la cantidad de pulpa obtenida y cuantificar residuos como cáscaras y semillas, lo que propor-

cionó información sobre el rendimiento de la fruta.

La pulpa fue separada de la corteza y las semillas mediante un proceso de despulpado manual. La pulpa obtenida fue envasada en bolsas de polietileno y congelada a una temperatura de -20°C, y se mantuvo en estas condiciones hasta su utilización en los análisis fisicoquímicos subsiguientes.

Preparación del mosto para fermentación

Se procedió a la dilución de la pulpa de borjón mediante licuado, utilizando agua. Para ajustar los grados Brix del mosto, se añadió azúcar según los diferentes tratamientos planificados para la investigación.

El pH se corrigió a 3.5, y se neutralizó la acidez del mosto añadiendo bicarbonato de sodio en una proporción de 1.30 gramos por litro. Se activó previamente la levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) mediante su exposición a una solución de agua azucarada a 40°C, y posteriormente se añadió al mosto y se mezcló de manera homogénea.

Fermentación y control de proceso

La fermentación se llevó a cabo en botellas de vidrio oscuro con capacidad de dos litros para cada condición experimental. Durante un período de ocho días, la fermentación se desarrolló a una temperatura constante de 25°C. Se realizaron mediciones regulares de los grados Brix, pH y densidad para monitorear el proceso.

Trasiego y Filtración

Al concluir la fermentación, se procedió al tra-

siego, que implicó transferir el líquido a otro recipiente limpio y esterilizado con el fin de eliminar los sedimentos formados durante la fermentación. Luego, se filtró el vino utilizando una tela de lienzo y se envasó en botellas de vidrio oscuro de 750 ml previamente esterilizadas.

La actividad de las levaduras se detuvo mediante la pasteurización en un baño de agua a una temperatura de 65°C durante 25 minutos. Posteriormente, el vino se enfrió con agua a temperatura ambiente para inducir un choque térmico que permitió la eliminación de levaduras y otros microorganismos no deseados.

Análisis Fisicoquímicos y Microbiológicos

Se realizaron análisis fisicoquímicos y microbiológicos en triplicado tanto a la materia prima (pulpa de fruta) como al vino de fruta obtenido (Tabla 1).

Tabla 1. Análisis Fisicoquímicos y Microbiológicos

Parámetro	Norma
Grados Brix	NTC 4624 (Jugos de frutas y hortalizas) Determinación del contenido de sólidos solubles. Método refractométrico
pH	NTC 4592 (Productos de frutas y verduras) Determinación del pH.
Acidez Titulable	NTC 4623 (Productos de frutas y verduras). Determinación de la acidez titulable.
Microbiológicos recuento de aerobios mesófilos, coliformes totales, hongos y levaduras	NTC 404 (Frutas procesadas jugos y pulpas)

Fuente: NTC

Resultados y Análisis

El balance de masa realizado sobre el proceso de obtención de la pulpa de borjój, permitió establecer que se obtuvo un rendimiento promedio del 82,3% de pulpa, siendo el resto la parte no comestible del fruto (cáscara y semillas).

La composición de factores fisicoquímicos de la pulpa fresca de borjój mostrados en la Tabla 2, son similares a los reportados por Mosquera *et al.*, 2006, Sotelo y Camelo, 2010 y Díaz *et al.*, 2012 para el contenido de humedad (64%) y grados Brix (29 a 41° Brix). Este contenido de humedad favorece el procesamiento de vino y otros derivados.

Tabla 2. Análisis Fisicoquímicos pulpa de borjój (*Borojoa patinoi*)

Parámetro	Resultado
Humedad %	64.3
Ph	2.7
Acidez Titulable %	2.3
Grados °Brix	28

Fuente: Autores

El pH obtenido es similar a los reportados por otros autores para la pulpa de borjój (Díaz *et al.*, 2012 y /Sotelo y Camelo, 2010).

Las características microbiológicas de la pulpa fresca y vino de borjój (*Borojoa patinoi* Cuatrec.) se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3. Microbiológicos Pulpa de borojó - vino de borojó

Microorganismo	Método Norma	Resultado Pulpa	Vino	
			Trat 1 100g pulpa/1000ml agua	Trat 2 200g pulpa/1000ml agua
Mohos y Levaduras Ufc G	NTC 404	1200 UFC	1.260 UFC	1.700 UFC
Mesófilos Ufc G		3.200 UFC	4.000 UFC	4.450 UFC
Coliformes Ufc G		0	0	0

Fuente: Autores

La pulpa de borojó (*Borojoa patinoi* Cuatrec.) presenta valores inferiores a los hallados en frutos como el noni (*Chan et al.*, 2006), perteneciente también a la familia de las rubiáceas. El pH es importante en el control del desarrollo de poblaciones de microorganismos, de la actividad de sistemas enzimáticos, en el proceso de clarificación de jugos y bebidas, en la estabilidad de los mismos y de otros productos elaborados a partir de pulpa de frutas como jaleas y mermeladas, cuya firmeza, color y sabor están determinados por la concentración de iones de hidrógeno.

El pH y la acidez son elementos cruciales en diversos procesos, ya que desempeñan un papel fundamental en el control de las poblaciones de microorganismos. Además, tienen un impacto significativo en la clarificación de bebidas y la estabilidad de productos derivados de la pulpa de frutas, como jaleas y mermeladas. La concentración de iones de hidrógeno, que está directamente relacionada con el pH y la acidez, juega un papel esencial en la determinación de la firmeza, el color y el sabor de estos productos.

De acuerdo con la Norma Técnica Colombiana (NTC 404), el recuento de coliformes totales

y de mesófilos, tanto para la pulpa como para el producto terminado (vino) los valores (nmp <3 y 4.000-4.450 ufc/g, respectivamente), así como la presencia de hongos y levaduras que son indicadores del deterioro de frutas y vegetales, están dentro de los rangos permitidos en la normativa colombiana (1.260 -1.700 ufc/g). De acuerdo con la norma, el recuento está dentro de los rangos permitidos para la pulpa, cuyos resultados son similares a los obtenidos por Díaz et al., (2012).

Para el caso del vino de frutas no existe una normatividad escrita en la legislación colombiana, razón por la cual se adaptó, y los resultados de esta investigación se compararon con la Norma Técnica Colombiana (NTC 404) que establece también los requisitos microbiológicos para los jugos y pulpas de frutas pasteurizados o no.

Los resultados microbiológicos obtenidos respaldan la conclusión de que la pulpa fresca de borojó bajo estudio exhibió una calidad microbiológica óptima.

La tabla 4, presenta los resultados de la caracterización fisicoquímica del vino de borojó en los dos tratamientos (Trat 1–Trat 2), los análisis no mostraron diferencias en cuanto a la concentración de pulpa de fruta de borojó.

Tabla 4. Resultados físicoquímicos vino de fruta de borojó

MUESTRA	DENSIDAD (g/cm3)	ÍNDICE DE REFRACCIÓN	% ALCOHOL	GRAVEDAD ESPECÍFICA	(%) CENIZAS	ACIDEZ (g DE ÁCIDO TARTÁRICO DE VINO)	PH	% °BRIX
TRAT 1. 100g pulpa/1000ml H ₂ O	0.9923	1.3447	12.5	0.974	0.0003	3.45	3.42	8.1
TRAT 2. 200g pulpa/1000ml H ₂ O	0.9978	1.3419	10.3	0.979	0.0001	5.9	3.1	6.3

Fuente: Autores

Los grados alcoholímetros finales después del proceso de fermentación fueron de $\pm 12.5^\circ$, y 10.3° , los valores de acidez 3.45 y 5.9, respectivamente. El pH de 3.4 y 3.1

Los contenidos de metanol estuvieron por debajo de lo permitido, lo cual no representa peligros para la salud de los consumidores (Sotelo, 2010 y Rodríguez, 2016). Con base en lo anterior, se tiene en cuenta que los valores citados como mínimos y máximos son tomados de la Norma Técnica Colombiana (NTC 708), para vinos de frutas, estos valores y la legislación vigente de bebidas

3. Conclusiones

Los resultados de esta investigación demuestran que es factible producir vino de borojó de alta calidad a través de un proceso controlado y meticuloso. La selección de frutos maduros de calidad, la preparación meticulosa de la materia prima y el riguroso seguimiento de los parámetros físicoquímicos y microbiológicos son fundamentales para obtener un producto final que cumple con las normativas establecidas y que es adecuado para su consumo tanto

como alimento como medicamento.

El vino de borojó es un producto versátil con un gran potencial en el mercado. Su calidad y seguridad lo convierten en un recurso promisorio en las regiones de origen, lo que abre oportunidades para su comercialización y utilización en diversos ámbitos.

4. Referencias

- Álvarez, R.; Manzano, J.; Materano, W.; Varela, A. (2009). Caracterización química y sensorial del vino artesanal de tomate de árbol (*Cyphomandra betaceae*), en: *Revista UDO Agrícola*: 9 (2), 436-441 (2009).
- Asprilla-Perea, J., Díaz-Puente, J.M. & Martín-Fernández, S. Estimating the potential of wild foods for nutrition and food security planning in tropical areas: Experimentation with a method in Northwestern Colombia. *Ambio* 51, 955–971 (2022). <https://doi.org/10.1007/s13280-021-01624-9>
- Ayala, B., Cruz, A. y González, J. (2017). Elaboración de productos a base de borojó (*Borojo patinoi*) y su aplicación en la culinaria [tesis de pregrado, Universitaria Uniagustiniana]. UniAri. <https://repositorio.uniagustiniana.edu.co/handle/document/1000>

- na.edu.co/handle/123456789/16.
- Chan-Blanco, Y.; F. Vaillant, A. Pérez, M.; Reynesc, J.; Brillouet, P. Brat. (2006). The noni fruit (*Morinda citrifolia* L.): A review of agricultural research, nutritional and therapeutic properties. *Journal of Food Composition and Analysis*, 19(6): 645–654. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2005.10.001>
- Chavez Lopez, C., Mazzarrino, G., Rodriguez, A., Fernandez Lopez, J., Perez Alvarez, J. A., & Viuda Martos, M. (2014). Assessment of antioxidant and antibacterial potential of borojo fruit (*Borojoa patinoi* Cuatrecasas) from the rainforest of South América. *Industrial Crops and Products*. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.10.047>.
- Díaz-Ocampo R, García-Zapateiro L, Franco-Gómez JM, Vallejo-Torres C (2012) Caracterización bromatológica, fisicoquímica, microbiológica y reológica de la pulpa de Borojó (*Borojoa patinoi* Cuatrec). *Cienc Tecnol* 5:8. <https://doi.org/10.18779/cyt.5i1.118>
- García Zapateiro, Luis Alberto, Flores Mendoza, Cielo Inés, & Marrugo Ligardo, Yesid. (2016). Elaboración y caracterización fisicoquímica de un vino joven de fruta de borojó (*B patinoi* Cuatrec). *Ciencia, docencia y tecnología*, (52), 507-519. Recuperado en 17 de agosto de 2023, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-17162016000100020&lng=es&tlng=es
- Hincapié Llanos, G. A., Palacio Piedrahíta, J. C., Páez Sierra, S., Restrepo Flórez, C. E., & Vélez Acosta, L. M. (2012). Elaboración de una bebida energizante a partir de borojó (*Borojoa apatinoi* Cuatrec.). *Revista Lasallista de Investigación*, 9(2),33-43. [fecha de Consulta 17 de agosto de 2023]. ISSN: 1794-4449. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69525875015>
- ICONTEC, Norma Técnica Colombiana 404, Establece los requisitos y los métodos de ensayo que deben cumplir los jugos y pulpas de frutas. Quinta Actualización, Bogotá, Colombia ICONTEC, 2007
- ICONTEC, Norma Técnica Colombiana 4592, Productos de frutas y verduras. Determinación del pH, Bogotá Colombia: ICONTEC, 1999
- ICONTEC, Norma Técnica Colombiana 4623, productos de frutas y verduras. determinación de la acidez titulable, Bogotá Colombia: ICONTEC, 1999
- ICONTEC, Norma Técnica Colombiana 4624, Jugos de frutas y hortalizas. Determinación del contenido de sólidos solubles. Método refractométrico, Bogotá-Colombia: ICONTEC, 1999.
- ICONTEC; Norma Técnica colombiana 708, (2000). Norma Colombiana sobre bebidas alcohólicas en: *vinos de frutas*, 5^{TA} actualización 6-10, Bogotá.
- Lasso, R. (2020). El borojó, un fruto con sabor a litoral Pacífico [Ficha técnica PA 002]. <http://www.unipacifico.edu.co:8095/publicacionesunipa/documentos/FichaTecnicaPA-002.pd>
- Mesas, J.M.; Alegre M.T. (1999). El papel de los microorganismos en la elaboración del vino, en: *Ciencia y Tecnología Alimentaria*,

2(4), 174-183.

Mosquera, L. H., Moraga, G., de Córdoba, P. F., & Martínez-Navarrete, N. (2011). Water content–water activity–glass transition temperature relationships of spray-dried borojó as related to changes in color and mechanical properties. *Food Biophysics*, 6, 397-406.

Mosquera, M. L. H.; Ríos, H. A.; Zapata, P. S. (2006). Obtención de una materia prima con valor agregado mediante secado por aspersión a partir del fruto fresco de borojó (*Borojoa patinoi* Cuatr.). En: Revista Institucional Universidad Tecnológica del Chocó, 11:(23), 5-10

Rodríguez, J., Tello, E., Flores, E., Perea, M. d., Vallejo, A., Gutiérrez, G., & Quintanilla, M. (2016). Effect of borojo (*Borojoa patinoi* Cuatrecasas) threephase composition and gum arabic on the glass transition temperature. *J. Sci. Food Agric*, 1027-1036. <https://doi.org/10.1002/jsfa.7190>.

Sotelo D., I., Casas F., N., & Camelo M., G. (2010). Borojó (*Borojoa patinoi*): Fuente De Polifenoles Con Actividad Antimicrobiana. *Vitae*, 17(3), 329-336. [fecha de Consulta 17 de agosto de 2023]. ISSN: 0121-4004. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169815641011>.



Recibido
26/08/2023

Aceptado
11/09/2023

Grafeno y coltán: oportunidad de desarrollo para la industria electrónica en Colombia

Graphene and coltan: development opportunity for the electronics industry in Colombia

Hernán Paz Penagos¹
Esteban Morales Mahecha²
Diego Arturo Coy Sarmiento³

Cómo citar:

Paz H., Morales E., Coy A. (2023). Graphene and coltan: Development opportunity for the electronics industry in Colombia. *Vía Innova*, 10 (1), 69-94.
<https://doi.org/10.23850/2422068X.5835>

¹ Associate Professor, University Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, hernan.paz@escuelaing.edu.co, Bogotá D.C., Colombia.
ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-2692-1989>

² Undergraduate student in Electronic Engineering, University Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, esteban.morales-m@mail.escuelaing.edu.co, Bogotá D.C., Colombia.

³ Master's Student in Electronic Engineering, University Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, diego.coy@mail.escuelaing.edu.co, Bogotá D.C., Colombia.

Resumen

El escenario de las energías limpias y renovables ha atravesado un proceso de transformación con el descubrimiento de nuevas fuentes de generación y dispositivos para su almacenamiento. Se buscan soluciones sostenibles y eficientes para satisfacer la creciente demanda de energía de la población actual. En todo el mundo se reconocen los problemas ambientales relacionados con los combustibles fósiles, pero, para abandonarlos y que las energías renovables puedan cubrir la demanda actual, estas no solo deben entregar la cantidad de energía suficiente, sino que además deben acumularse y transportarse. En esta perspectiva, las baterías desempeñan un papel importante en distintas áreas, desde el almacenamiento de energía, hasta la alimentación de dispositivos electrónicos, vehículos eléctricos, etc. Los dispositivos electrónicos usan relativamente poca potencia, por lo que incluso pequeñas mejoras en las baterías han impulsado grandes cambios en su desempeño y empleabilidad diaria. La funcionalidades del grafeno y del coltán los hacen idóneos para una variedad de aplicaciones, que son al mismo tiempo, oportunidades de desarrollo para Colombia, tales como: purificación y desalinización del agua, sistemas de catalización destinados a la producción de hidrógeno y de espumas para fines de alumbrado y como elemento de calentamiento rápido; el grafeno usado como material de recubrimiento fotocatalítico en edificios inteligentes puede purificar el aire de las ciudades; también es un material prometedor en los campos de la electrónica impresa, los sensores, biosensores de transistores de efecto de campo a base de grafeno (GFET), biosensores ópticos y las celdas fotovoltaicas. Actualmente se estudia la posibilidad de incorporar microchips de grafeno implantados en dientes para la detección bacteriana y la monitorización de la higiene bucal podrá facilitar el estudio y prevención de las enfermedades periodontales en el futuro; en la Universidad de Manchester se obtuvieron nuevos preservativos de grafeno gracias a los polímeros compuestos de grafeno, que brindan mayor tasa de transferencia de calor, mejorando la sensibilidad y la capacidad para dispersar, de forma uniforme, fármacos activos para prevenir enfermedades de transmisión sexual, embarazo o incluso incrementar el placer

sexual. Las láminas de grafeno también han sido utilizadas recientemente para medir los niveles de glucosa en sangre a través del sudor y proporcionar dosis farmacológicas a través de la piel. Esta investigación se enfoca en un estudio de caso: el dimensionamiento de una batería de Litio con grafito en ambos electrodos como alternativa de solución para el mayor almacenamiento de energía. En este proceso se amplía la participación del grafito en ambos electrodos, específicamente en el recubrimiento del cátodo mediante capas para disminuir las pérdidas y con eso mejorar el almacenamiento de la batería. Con esta propuesta tanto el ánodo como el cátodo estarán formados por materiales intercaladores (grafito), distintos al ánodo de litio metálico que resulta peligroso, y el ion Li^{+1} puede viajar de manera reversible entre ellos. Como resultado del trabajo se logra diseñar en el software SolidWorks la estructura de la nueva batería que se construirá y probará en las siguientes etapas de la investigación.

Palabras clave: Grafeno, coltán, baterías, industria electrónica.

Abstract

The clean and renewable energy scenario has gone through a transformation process with the discovery of new generation sources and devices for their storage. Sustainable and efficient solutions are sought to satisfy the growing energy demand of today's population. The environmental problems related to fossil fuels are recognized throughout the world, but to abandon them and for renewable energies to cover current demand, they must not only deliver enough energy but must also be accumulated and transported. In this perspective, batteries play an important role in different areas, from energy storage to powering electronic devices, electric vehicles, etc. Electronic devices use relatively little power, so even small improvements in batteries have driven big changes in their performance and daily use. The functionalities of graphene and coltan make them ideal for a variety of applications, which are at the same time development opportunities for Colombia, such as water purification and desalination, catalyzing systems for the production of hydrogen and foams for lighting purposes, and a rapid heating element; graphene used as a photocatalytic coating material in smart buildings can purify the air in cities; It is also a promising material in the fields of printed electronics, sensors, graphene-based field-effect transistor (GFET) biosensors, optical biosensors, and photovoltaic cells. The possibility of incorporating graphene microchips implanted in teeth for bacterial detection and monitoring of oral hygiene is currently being studied, which could facilitate the study and prevention of periodontal diseases in the future; At the University of Manchester, new graphene condoms were obtained thanks to graphene composite polymers, which provide a higher heat transfer rate, improving sensitivity and the ability to disperse active drugs to prevent sexually transmitted diseases uniformly, pregnancy or even increase sexual pleasure. Graphene sheets have also recently been used to measure blood glucose levels through sweat and deliver pharmacological doses through the skin. This research focuses on a case study: the sizing of a Lithium battery with graphite in both electrodes as an alternative solution for greater energy storage. In this process, the participation of graphite in both electrodes is expanded,

specifically in the coating of the cathode through layers to reduce losses and thereby improve battery storage. With this proposal, both the anode and the cathode will be made up of intercalator materials (graphite), different from the metallic lithium anode, which is dangerous, and the Li^+ ion can travel reversibly between them. As a result of the work, the structure of the new battery that will be built and tested in the following stages of the research was designed in SolidWorks software.

Key Words: Graphene, coltan, electronic industry.

1. INTRODUCTION

Currently, the electronics industry is experiencing technological advances and for its developments, it requires new materials to replace the conventional ones that are exhausted in nature; hence the need to explore new materials that meet the needs. Two minerals in particular, graphene and coltan, have emerged as protagonists in this scenario. These minerals have become key materials for developing electronic devices (photodetectors, biosensors, batteries, etc.) due to their shared physico-chemical properties. On the one hand, coltan, which is a combination of columbite (changed to niobium, valence number of +3 and +5) and tantalite (valence number of +5), has become a fundamental material in the production of capacitors.

On the other hand, graphene, which is a compound of carbon atoms arranged in a hexagonal two-dimensional structure, is used in the manufacture of batteries, integrated circuits, and electronic devices in general. It is predicted that graphene batteries could reach storage levels of the order of six or nine terawatt hours (Quimica.es, 2022) by 2030. The electrical, electronic, thermal, and electrodynamic properties of both materials (superconductivity, effect of ambipolar electric field, high mobility of carriers, and ballistic transport on the submicron scale, etc.) make them attractive for new developments in the industry of digital information and communication technologies.

Currently, both graphene and coltan are essential materials for the electronics industry,

being one of the main raw sources for the manufacture of electronic components such as electrolytic capacitors and components used for the manufacture of mobile phones, televisions, video game consoles, tablets, among others, as well as for the manufacture of batteries (Urcuyo *et al.*, 2020). As evident, most devices dependent on these materials are essential for most of the world's population both in work and personal life, for this reason, obtaining and developing an industry based on these minerals is of great importance and has the potential to be a great boost to economic development for Colombia, in addition to mitigating social and environmental problems that currently arise, such as illegal mining in obtaining coltan in the region (Jiménez *et al.*, 2022). This article aims to improve energy storage technology through batteries in Colombia; It is proposed to implement graphite in the electrodes of a lithium battery to improve its storage capacity. The specific objectives are to present a review of the updated state of the art of coltan and graphene and to propose a first sizing of the batteries through a 3D CAD simulation using the SolidWorks tool.

2. STATE OF THE ART OF RESEARCH

The mineral compositions (niobium + tantalum) that have recently been abbreviated as coltan arose during the scientific identification of “new rare earths” in the late 18th and early 19th centuries. Niobium and tantalum are transition metals that do not appear on Earth as free elements but as components of a wide variety of oxide mineral species. In addition to

columbite $[(\text{Fe}, \text{Mn}) \text{Nb}_2\text{O}_6]$ and tantalite $[(\text{Fe}, \text{Mn}) \text{Ta}_2\text{O}_6]$, whose are classified by the majority composition of niobium or tantalum. After their scientific-chemical discovery, columbite and tantalite rocks only ceased to be rare minerals when they began to be used industrially (TNISC 2013). In 1802, the Swede Ekeberg discovered another new “rare earth” by studying three samples from Sweden and Finland, from which he separated the mineral composition that he named “tantalite” and identified “tantalum” as its predominant element (TNISC, 2013).

Currently in Colombia, it is estimated that since 2008 coltan has begun to be exploited in 35,000 hectares between the Vichada and Guainía areas, and because the exploitation of this mineral is not yet regulated in the country, the exploitation has been carried out extralegally. Additionally, it is estimated that the profits obtained are around 40,000 to 60,000 dollars per ton, evidencing the importance of regulating and obtaining this mineral (Galvis & Fonseca, 2011).

Graphene is a flat, one-atom-thick sheet of carbon arranged in a honeycomb lattice. The carbon atoms form a sp^2 hybridized network with three nearest neighbors, each at 1.42 Å. A p orbital remains unhybridized and perpendicular to the graphene plane. The finite termination of graphene results in two possible edge geometries, which are “zigzag” and “armchair”, where each has its characteristic electrical properties. The “zigzag” geometries have a metallic behavior, while the structure with the “ar-

mchair” geometry presents a semiconductor behavior (Urcuyo *et al.*, 2020).

Graphene has as its main properties a very high electron mobility ($500\,000\text{ cm}^2\text{v}^{-1}\text{ s}^{-1}$), a large surface area of $2630\text{ m}^2\text{g}^{-1}$, a high Young's number of 1 TPa and a thermal conductivity of 5000 Wm^{-1} . This mineral, deposited on the appropriate substrate, has remarkable optical properties, acquiring linear optical absorption. Its characteristic properties are thanks to its characteristic two-dimensional band gap structure (0 eV), turning graphene into a band 0 semiconductor, which allows this mineral to conduct massless charge carriers, described by the Dirac equation (Urcuyo *et al.*, 2020).

Currently, various methods are used to obtain graphene from graphite oxide (solid): a) by chemical reduction, through a thermal treatment that facilitates the reduction of graphite oxide; However, this method has some drawbacks, leaving gaps in the crystal lattice that produce specific defects in the structure. This reduces the conductive capacity of graphene (Castro-Beltrán *et al.*, 2011); b) through micromechanical exfoliation, which is like the adhesive tape method studied by Geim and Novoselov; c) by oxidation of graphite, which consists of introducing oxygen groups between the graphite layers to increase the separation of the graphene layers (increase in the interplanar distance). In this way, the exfoliation process carried out with laser or ultrasound becomes much easier; d) through thermal decomposition of Silicon Carbide (SiC), which has abrasive properties, and is used to produce thin sheets of submillimeter thickness, it can

be obtained by mixing sands rich in quartz with carbon coke fused in ovens at temperatures above 2,000° C. These ingredients allow the production of graphene quickly and more profitably; e) by bacterial reduction of graphite oxide. Studies carried out by Salas *et al.* (2010) demonstrate that the metabolic activity of bacteria from graphene oxide can synthesize graphene. This opens a new field of research for the extraction of this material.

Other procedures for the isolation and transformation of graphene used for gaseous or liquid phases have been proposed in recent years: gas phase, from hydrocarbons and through electrical discharges or the use of certain lasers allows the extraction of nanotubes and carbon films; liquid/solid phase, from an organic precursor such as pitches, polymers, coal or even biomass and depending on whether the material is graphitizable or not, fibers and glassy carbon (active carbons) or even graphite and diamonds can be obtained through the heat treatment in an inert atmosphere, a process called carbonization

The synthesis of graphene from carbon carried out in laboratories has already begun to give its first results, obtaining sheets and quantum dots that have applications in various fields (Zhou *et al.*, 2012; Ye *et al.*, 2013; Brownson and Banks, 2014)

Many patent applications, awards, and scientific publications highlight the multiple scientific achievements regarding the research carried out on coltan and graphene. Abundant information on these materials is found in the literature; most of them focus on the study of

their properties, geological origin, extraction methods, and environmental impact.

For example, Solmeglas (2023) describes some properties of coltan: resistance to high temperatures (double that of iron), high capacity for storing electrical charges, resistance to corrosion and wear, high conductivity (greater than that of copper), is not reactive or harmful to body tissues, and is ultra-refractory. However, the potential uses of coltan and graphene are scarce, among others, the research by Vizbaras *et al.* (2022) stands out, which seeks to improve the efficiency and stability of tera-Hertz detectors, through the implementation of effect transistors. graphene-based field sensors (hereinafter GFETs); these detectors can be used in security, medical imaging, and communications applications. For the study, a semi-empirical model is proposed that uses physical parameters derived from the electrical and electrodynamic characteristics of graphene. The methodology specifies the design of the detectors, the configurations, and the effect of temperature and vacuum on the channel resistance involved, to minimize the losses that are introduced to the detector in tera-Hertz due to the thickness. of the substrate. High-impedance antennas and an oscilloscope were used in the tests. The results showed significant improvements in the efficiency and stability of the GFET detectors at room temperature, achieving a record for tera-Hertz detectors for its optical response of 80 (V/W) without normalization to the effective area of the antenna and a power 111 (pW/√Hz) noise equivalent at 336 GHz; this finding opens the

doors to the world of telecommunications for graphene, as an option for efficiency and stability. In the article “Perspectives and real applications of graphene after 16 years of its discovery”, Urcuyo *et al.* (2021) highlight the potential applications of graphene as the strategic and revolutionary material of this century; analyze the challenges faced by the production and use of graphene, considering factors such as cost and sustainable exploitation techniques. While Sengupta and Hussain (2022) discuss the use of graphene to improve the performance of batteries, touch screens, and transparent memories, among others; and highlight its potential in various fields, due to its high electrical conductivity and optical transmission properties. They claim that graphene could replace indium tin oxide (ITO) in the manufacture of touch screen electrodes because it improves the flexibility and durability of touch screen electrodes. Likewise, the surface area of graphene stands out for its use as a platform for the immobilization of antibodies to the SARS virus.

Sang *et al.*, (2019) in their article entitled “Electronic and Thermal Properties of Graphene and Recent Advances in Graphene-Based Electronics Applications”, highlight the electronic and thermal properties of graphene; they explore the applications of graphene in electronics, to verify the progress in the development of current electronic systems, and they evaluate the possibility of using this material in the implementation of solutions in biomedical engineering, human therapy and environmental protection. In the end, they

conclude that graphene has unique properties, which make it a suitable material to be implemented in sensors, optical devices, and energy management systems; In addition, it can be used in tissue regeneration, cancer treatments, removal of contaminants from water, and the creation of more sustainable materials. While Splitthoff *et al.*, (2020), in their work “Tantalum pentoxide nanophotonic circuits for integrated quantum technology”, show that tantalum pentoxide (an element extracted from coltan) offers significant benefits in isolation for the processing of quantum states. of light in optical waveguides; in addition; describe the fabrication and characterization of integrated photonic circuit components, some examples are waveguides, ring resonators, etc., and compare elements made with tantalum pentoxide with those with silicon, to demonstrate the benefits and its application to quantum technology. The results obtained show that optical grating couplers using tantalum pentoxide improve efficiency and present low signal loss, which leads to the exploitation of Coltan’s established optical properties. For their part, Seyeda & Margalit (2002) explain how the use of niobium and tantalum can improve the properties of electronic ceramics; for which, they review the properties and applications of said electronic ceramics and stop to identify the characteristics that are provided by coltan; Together, some examples of applications in the electronics industry are shown. Likewise, it explains how these elements can be used to improve mechanical resistance. As a result, it was possible to identify

that these elements can improve mechanical resistance, resistance to corrosion, and electrical conductivity. The importance of these ceramics in the industries of the electronics and magnetism sector was also demonstrated, thus materializing the implementation of niobium in super-resistant alloys, in foundry industries, and when used together with tantalum, they contribute to the technological advances of electronic processors and capacitors. Ananias-hvili *et al.*, (2020), in their article “Structure and Properties of Tantalum Coatings Obtained by Electron Beam Technology on Aluminum Substrates”, studies tantalum coatings obtained by electron beam evaporation and the use of tantalum powder on aluminum substrates. The aim was to investigate the effect of surface treatment by argon ions and electron beams on the structure and surface properties of tantalum (an element extracted from coltan). The methodology is based on the analysis of the structure and properties of tantalum coatings through microscopy, scanning, x-ray diffraction, hardness tests, and wear resistance tests. The analysis found that the tantalum coating has a body-centered cubic crystal structure and texture. In addition, the argon ion and electron beam surface treatment improve the adhesion property, increases the density of the tantalum coating, and introduces residual stresses into the tantalum coating, which improves its wear resistance and toughness. Tantalum is also used in the production of capacitors, in the preparation of aluminum substrates by cleaning and polishing, and in the surface treatment of coatings. Finally, Ansari *et al.*, (2018)

study the effect of tantalum on the dielectric and piezoelectric properties of $\text{Pb}0.99(\text{Zr}0.95\text{Ti}0.05)0.98\text{Nb}0.02\text{O}3$ ceramics. Ceramic samples mixed with different levels of tantalum are experimented with, and the dielectric and piezoelectric properties of said samples are measured. As a result, it is identified that the addition of tantalum in the mixture improves the dielectric and piezoelectric constant of the samples, which results in an optimization of the ceramic. Furthermore, it was observed that this improvement also affects the microstructure of the samples, decreasing the densification of the ceramics synthesized by pressure. In the end, it is concluded that the ceramics used and doped with tantalum are suitable for pulsed power devices.

Regarding initiatives in Colombia related to the use and exploitation of coltan and graphene, several technological trends and potential research areas are outlined in the Macrotrends for 2030 proposed by Colciencias (Trujillo *et al.*, 2018). The focus is on nanotechnologies and nanomaterials as primary applications of carbon-based materials, such as coltan and graphene, as well as possible uses of these materials in the electronics industry, particularly in lithium batteries. Multiple areas of potential impact are proposed, including medicine, imaging, energy and hydrogen storage, catalysis, lightweight construction, and protection against ultraviolet radiation. Medicine is emerging as the primary field for the use of nanomaterials, currently having the highest percentage of nano product use in the country. Likewise, the regulation and control of coltan

exploitation in Colombia are proposed, aiming to mitigate current problems and challenges in social, economic, and environmental issues, mainly focusing on illegal mining and unregulated exploitation in indigenous territories, negatively impacting the region.

Regarding batteries, in South Australia, the famous Tesla company, led by Elon Musk, built the world's largest Lithium-Ion battery in 2017, with the capacity to store 100 MWh. With it, the efficiency of the network that had already failed to supply peak demand has been improved, causing blackouts.

3. BIBLIOGRAPHIC REVIEW

3.1 Coltan

Coltan is a mineral compound that has aroused great interest in the electronics industry; It is made up of columbite, niobium oxide with iron and manganese (Nb_2O_6), and tantalite, which in turn is a compound of tantalum oxide with iron and manganese (Ta_2O_6) (García, 2013). Their shared physicochemical properties are resistance to corrosion, very high melting temperature, superconductivity, shape memory, high coefficient of capacity, and biocompatibility (NERC 2011).

3.1.1 Main sources of obtaining.

Coltan is found mainly in central Africa and Latin America. The main coltan reserves in the world are found in the Democratic Republic of the Congo, which has 80 % of the current reserves; followed by Brazil with 10 % of the reserves, and Sierra Leone with 5 %. The other remaining 5% of the reserves are distributed in

China, Australia, Thailand, Venezuela, Bolivia, and Colombia. The presence and extraction of this mineral have brought with it various social, environmental, and humanitarian problems, since, in some African and Latin American countries, there is no mining regulation for the exploitation of this mineral, so mining illegal is the protagonist (Jiménez *et al.*, 2022). However, efforts are currently being made to establish more ethical and sustainable extraction practices. In Brazil, there are already legally established companies that extract coltan, columbite, and tantalum from the subsoil (Borda & Blanco, 2020).

In Colombia, according to the data provided by the Colombian Geological Service (SGC), the potential areas for obtaining coltan are in the departments of Vichada (zones of Matraca, Danta, Venado), Guainía (Remanso Chorrobocon and in the Puinawai reserve), in Vaupés and the Catatumbo basin. Occurrences of Niobium and Tantalum (possibly 2,391,450 hectares for coltan extraction) have also been identified in the Amazon craton areas (Borda & Blanco, 2020). The extraction of columbite and tantalum in Colombia is done in an artisanal way and the open pit, with low state control, with illegal mining predominating (Borda & Blanco, 2020).

3.1.2 Current status in the industry

The properties of coltan make it a special mineral compound for the auto parts industry, the manufacture of aviation turbines, super-magnets, train tracks, nuclear reactors, gas pipelines, and automobile elements; and its physicochemical and high resistance pro-

perties are used in the manufacture of surgical steel, pacemakers and in the coating of human prostheses (Jiménez *et al.*, 2022). Coltan has led to the manufacture of cell phones, computers, radios, video games, GPS devices, automobiles (airbag activation systems), fiber optic cables, and the development of artificial satellites. Similarly, it has applications in the military sector, in the development of remote-controlled weapons; in the airline industry, with the development of navigation systems for aircraft; in the space industry, with the construction of space stations and manned spacecraft; in microelectronics, with the development of microchips; and in medicine, with the production of implants (García, 2013).

Carbons are used in the mining industry as excavator teeth and drill bits; they are also used for high-speed cutting tools and nuclear reactor coatings. Powders and chemicals are used in capacitors, high-power resistors (ceramics), light-emitting diodes (LEDs), motion detectors, touch screen technologies, batteries, and lenses with high refractive indexes for cell phones (García, 2013).

Currently, in Colombia, there are some companies dedicated to the extraction, processing, and commercialization of coltan, among which the following stand out: Coltan Mining S.A.S., which is a company specialized in the commercialization of coltan; Comercial Minerales Y Metales De Colombia S.A.S., is a simplified stock company that is dedicated to the extraction of coltan, gold, and other precious metals; Cerro Matoso S.A., is a company dedicated to the extraction and processing of nickel

and other minerals, including coltan; Minercol S.A.S., is a company dedicated to the extraction and commercialization of minerals in Colombia, including coltan.

At the international level, the following are identified: METALMINRAN, which is a Venezuelan company dedicated to mining services and the commercialization of Columbite-tantalite (coltan) with minimum concentrations of 30% tantalum up to an average of 40% concentration of tantalum dioxide; Albemarle Corporation, is another American chemical company engaged in the production of a variety of chemicals, including lithium compounds used in the manufacture of lithium-ion batteries, which often contain coltan; China Molybdenum Co., Ltd., is a Chinese company specialized in the mining and processing of various minerals, including coltan; Samsung SDI, is a subsidiary of the South Korean conglomerate Samsung Group, which is dedicated to the manufacture of rechargeable batteries, including those used in electronic devices and electric vehicles, which often contain coltan.

3.1.3 Potential uses

The first record of their use dates to 1903, the year in which niobium and tantalum were used in filaments to produce lamps and incandescent bulbs, but were eventually replaced by tungsten (Bowers, 2001).

Coltan is used in the manufacture of passive electrical components: resistors and capacitors, and in the development of electronic components, because it offers notable advantages over other materials. For example, by replacing aluminum with tantalum oxide in elec-

trolytic capacitors, higher capacitance, more compact size, and low resistance are achieved. These characteristics make it possible to protect equipment against voltage surges and guarantee reliable performance (Patiño *et al.*, 2022; Caballero *et al.*, 2022). These capacitors are manufactured with different features such as solid led, polymer, wetted, and solid SMD (Mouser Electronics, 2023).

In thin-film resistors, tantalum is used to replace nickel chrome, allowing for higher accuracy, long-term stability, and resistance to critical environmental conditions. These film circuits are found in various application sectors, from automobiles to medical equipment and communication devices (Arrow, 2016; Viking, 2022).

Coltan is also used in the production of integrated circuits, sensors, and sensing devices. In integrated circuits, tantalum capacitors store and release electrical charges, providing stability and signal filtering (Pérez, 2002). In sensors and detection devices, tantalum is used to take advantage of its physical and chemical properties, such as high electrical conductivity, resistance to corrosion, and ability to operate at high temperatures (Gutiérrez & Iturralde, 2017).

In instrumentation and control equipment manufacturing, thin-film resistors and tantalum capacitors help eliminate noise, smooth out voltage fluctuations, and provide clean, stable power, ensuring accurate measurements and precise process control. In addition, their compact size and light weight make them ideal for applications with space and weight cons-

traints, such as mobile computers and high component density devices. Voltage regulators can also use integrated circuits, capacitors, or resistors that contain tantalum (Gutiérrez & Iturralde, 2017). In the field of manufacturing alarms, coltan is used in voltage regulation systems, sensors, panels, and other control and instrumentation devices (Orozco, 2017).

Batteries also benefit from the use of coltan; in particular, tantalum is used in the improvement of lithium-ion batteries, by adding layers of tantalum nanoparticles together with silicon. This results in batteries with higher capacity, more stable protective layers, and greater support for charge and discharge cycles (NCYT Amazings, 2021; Ruiz *et al.*, 2022). In the field of consumer electronics, coltan finds applications in tantalum capacitors and film resistors. These components are widely used in mobile phones, tablets, and other consumer electronics, as they allow for miniaturization, offer charge storage capacity, and provide long-term stability (Gasex Academy, 2022). In renewable energy generation, although coltan is not used in transducer elements, it can find applications in additional circuits, such as storage batteries, as well as in control devices and sensors used in this area. In addition, the optical properties of coltan synthesized at high temperatures make it suitable for solar receptors (Carvajal, 2020). Finally, coltan finds applications in aerospace and military technology. In alloys with specific metals, Tantalum forms superalloys, which are capable of withstanding extreme temperatures and stresses. These are used in commercial and military aircraft turbine engines, allowing

for higher internal combustion temperatures and greater thrust (Industry Surfer, 2022)

3.2 Graphene

It is a two-dimensional material composed of a layer of carbon atoms arranged in a hexagonal structure; It has been the subject of numerous investigations due to the great interest it has aroused in the scientific and technological community. Some studies have explored the properties of graphene; others have focused on synthesis methods, potential applications, and associated challenges. According to ATRIA Innovation (2020), some properties of graphene are high thermal conductivity, high electrical conductivity, high elasticity and flexibility, high resistance, and high density (it does not allow Helium atoms to pass through, but it does allow water to pass through, which evaporates at the same speed as if it were in an open container). In addition, it is a transparent, lightweight material (100,000 thinner than a hair, and a square meter of graphene weighs less than a gram; that is, it weighs 200 times less than steel), has high hardness (the Graphene is approximately 200 times more resistant than steel, similar to the resistance of diamond, but much lighter), it is not affected by ionizing radiation and is repellent to water and corrosion (it is water-repellent). Graphene can generate electricity by exposure to light and is a frequency multiplier. It is characterized by its antibacterial effect (bacteria are not able to grow in it), low Joule effect (heating by conducting electrons), and low electricity consumption compared to other compounds (graphene is better than silicon). This material is two-di-

mensional (each layer is one atom thick), and hybrid, so it cannot be considered a conductor, semiconductor, or insulator (it shares characteristics of conductors and semiconductors); it is a self-healing material (if a layer of graphene loses some carbon atoms for any reason, the atoms near the hole can interact with neighboring atoms and reduce the size of the hole); this ability can increase the longevity of materials made from graphene.

The properties make graphene an unusual material since it is located at an intermediate point between metals and semiconductors. This is evidenced in Figure 1, which shows the composition of the conduction and valence bands, and the separation between them by the Fermi level. The valence and conduction bands of graphene have a conical and inverted conical shape respectively; The Fermi level is located at the common point of union of both bands.

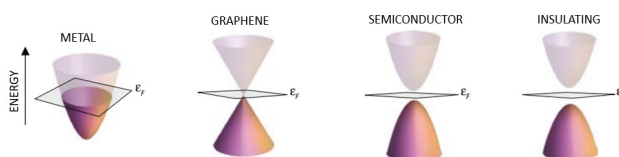


Figure 1. Conduction and valence bands of graphene concerning the group of metals, semiconductors, and insulators.

Source (Rodríguez & Kharissova, 2008).

3.2.1 Main sources of obtaining.

The source countries of raw material to obtain graphene, considering that this material is obtained from coal, are China (32 % of the reserves), followed by Poland (19 %), Russia (7.3 %), Mozambique (7.3 %), Colombia (6 %), United States (3.8 %), Australia (2.6 %); and with percentages less than 1% are: Chile, Argentina, and Venezue-

la, (National Mining Agency, NF). Figure 2 shows the distribution of coal mining worldwide.

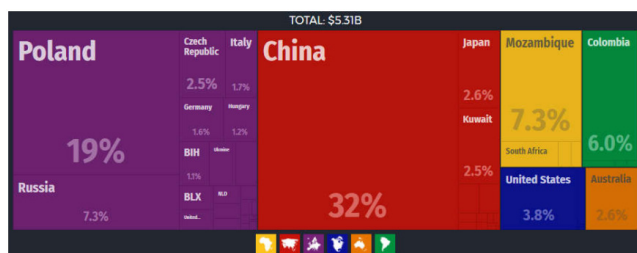


Figure 2. Distribution of coal reserves in the world Source: (National Mining Agency, NF).

Graphene is obtained by synthesis. Some methods used are micromechanical exfoliation, chemical exfoliation, graphite oxide exfoliation by thermal expansion, and ultrasonic dispersion (Ortega *et al.*, 2017). Micromechanical exfoliation consists of the separation of the outermost layer of a solid into sheets, where the surface of graphite, which must be clean, new, and smooth, is subjected to a fine and uniform scraping by using any surface object. solid. Chemical exfoliation consists of interspersing atoms into the graphite mass so that the graphene planes can be separated into layers attached to the inserted atoms (Rodríguez & Kharissova, 2008). An investigation carried out at the University of Manchester (González *et al.*, 2010), shows the obtaining of graphene sheets and the characterization of different thicknesses; it was also shown that the number of current carriers, electrons, or holes in graphene could be adjusted using electrodes.

3.2.2 Current status in the industry

In Colombia there are several companies dedicated to the extraction, processing, and commercialization of graphene; among others, Graphene Investments S.A.S: is a private technology-based company dedicated to the production of high-quality graphene-based engineering nanomaterials; Orbis Group: is another company that works on the development and application of advanced materials, including graphene, in the construction, energy and automotive sectors. Changing the scenario, in the international context, industries that use graphene for the development of new technologies are identified; Some examples are: NanoInnova Technologies, which focuses on the development and commercialization of graphene-based products and applications, such as sensors, batteries, and coatings; GrapheneA, is a company that offers a wide range of graphene products and works in collaboration with different industries to develop innovative applications; Haydale Graphene Industries, is another company that focuses on the production and treatment of graphene and other nanomaterials; work in collaboration with different sectors, such as automotive, aerospace and energy, to develop new products.

3.2.3 Potential uses

The monolayer characteristic of graphene and its ability to transmit electrons through potential barriers through tunneling benefit the construction of carbon transistors. Similarly, its properties that favor the quantum Hall effect and ballistic transport contribute to the

manufacture of ballistic transistors (Rodríguez & Kharissova, 2008). Another possible application of graphene is the construction of spin valve devices, due to the irrelevance of the orbit–spin coupling, so that the spin polarization subsists at sub-micrometer distances (Rodríguez & Kharissova, 2008). The bilayer characteristic of graphene, useful for the absorption of gas molecules in the atmosphere, is used to control atmospheric pollution through its application in solid-state gas sensors (Rodríguez & Kharissova, 2008).

In the electronics sector, graphene is used to produce low-cost electrically conductive materials; for this, it mixes graphene powder obtained from micrometric crystals not coagulated with plastic. Graphene is also used to produce electric batteries, taking advantage of the high conductivity and surface-to-volume ratio of graphene powder; When comparing these batteries with lithium ones, better efficiency is achieved, surpassing current lithium batteries by more than 210 times the storage capacity. In printed circuits, graphene is used to produce conductive inks; in computing for the manufacture of hard drives with greater capacity; in the mobile phone industry, to produce folding and flexible screens for smartphones; and in transmission media, for the construction of photodetectors, taking advantage of the superior capacities of graphene over silica, in capturing light (Rodríguez & Kharissova, 2008).

Similarly, the characteristics and properties of graphene position it as a good candidate for applications in future technologies. There are many expectations in quantum computing, as

it is an ideal material to produce spin qubits, and in hydrogen storage, thanks to its ability to absorb this type of gas. In the same way, with the advances made in the synthesis of graphene oxide sheets, possibilities are opened for its use in membranes with controlled permeability in anisotropic ionic conductors, in superconductors, and in materials for molecular storage (Rodríguez & Kharissova, 2008).

3.3 Specific opportunities and challenges related to the electronics industry in Colombia.

The Colombian electronics sector holds a range of possibilities and challenges that are of utmost importance for its development and sustained growth. Firstly, the country boasts valuable natural resources, including coltan, an essential mineral in the manufacturing of electronic devices, providing it with a competitive advantage in the production of electronic products both domestically and internationally. Furthermore, Colombia has demonstrated its capacity to research graphene, an example of which can be seen in the article published by the University of Antioquia titled “*A laser made with the ‘God material’*” (Restrepo De La Pava, J., 2019). This is a material with exceptional electronic properties that promises to transform the industry.

However, significant obstacles that require attention are also present. Colombia’s technological infrastructure still requires substantial improvements to meet the growing demand of an expanding electronic industry. Additionally, international competition is rigorous, as Colombia must compete with countries that

have established a strong position in the production of electronic devices. To succeed in the industry, it is crucial to cultivate a highly skilled workforce in disciplines such as electronic engineering and nanotechnology, which entails investing in high-quality educational programs and technical training.

To capitalize on these opportunities and overcome the challenges, it is suggested to implement key strategic actions. This includes injecting resources into research and development, promoting excellence in educational programs, adopting robust environmental policies and effective regulations to ensure sustainability, supporting the export of Colombian-manufactured electronic products, and fostering collaboration between the government, the private sector, and academic institutions. The private initiative needs to commit to this, participating in research projects and studies, supported by public capital. With a well-coordinated strategic focus, Colombia can advance its position within the electronics industry and fully harness its economic and technological potential.

3.4 Batteries

One of the largest applications of graphene is in the manufacture of batteries (Dong *et al.*, 2012). Graphene templates allow the creation of metal oxide structures that improve electrodes and catalysis. A small film of folded zinc oxide becomes up to 4 times more reactive as it has a larger surface area, providing the material with more reactive points.

3.4.1 General principle of operation of any traditional battery (voltaic or galvanic)

The operating principle is the same: an anode and a cathode, separated by an electrolyte, undergo oxidation-reduction reactions that deliver and receive electrons in a circuit: the anode oxidizes and delivers electrons to the circuit, and the cathode reduces by taking electrons from the circuit. Electrons travel from the anode to the cathode passing from a high-energy state to a low-energy state. Consequently, the battery voltage is physically determined by the difference in potential energy that the electrons have when they are associated with the anode (high) and the one they have when they are associated with the cathode (low). When the anode material finishes oxidizing, or the cathode finishes reducing, the battery has already delivered all the energy it had stored.

3.4.2 Lithium-ion battery

This battery (Figure 3) uses graphite in the anode, which houses lithium atoms in an intercalated manner. Surrounded by graphite, lithium is protected from reacting with air or water virtually indefinitely. This battery is widely used due to its high energy density, long life, and low self-discharge levels. Figure 3 shows the external and internal parts of an 18650 Lithium-Ion battery.

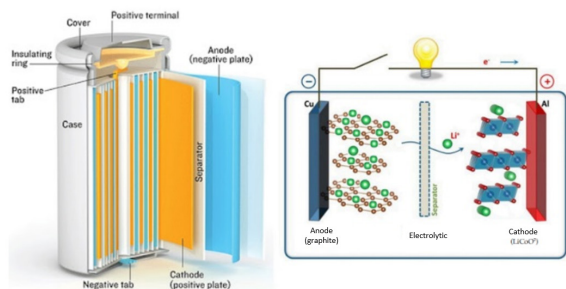


Figure 3. Parts that make up the Ion-Lithium battery.

Source: (González, 2013).

The main components are the anode, which is usually made of graphite; the cathode, which is a lithium alloy (LiFPO_4 , LiCoO_2 , LiMn_2O_4 , etc.); the electrolyte which is a lithium salt in an organic solvent (polymer); and a separator that is generally a porous polymer. In addition to the packaging, the terminals, insulators, and other security elements. The cells used can be cylindrical or prismatic; in both cases, it is a rolled sandwich of the anode, cathode, and separator, to which the electrolyte is then added. During charging, lithium moves from the cathode to the anode. When downloading, it does so in the opposite direction. These processes are accompanied by oxidation and reduction chemical reactions with their corresponding electron balances.

During the charge and discharge processes, lithium leaves the cathode structure and accumulates in the anode, forming a graphite intercalation compound; LiC_6 , LiC_{12} , or LiC_{18} . The formation of the intercalation compound is a reversible process, which can occur in the opposite direction and release lithium. But unwanted reactions can also occur, in which lithium accumulates in the anode in the form of lithium oxide and therefore there is less lithium available in the battery, capacity is lost.

The formation of lithium oxide is an irreversible process, there is no going back.

3.4.3 Proposal of work

It is about expanding the participation of graphite in both electrodes, specifically in the cathode coating using layers to reduce losses and thereby improve battery storage.

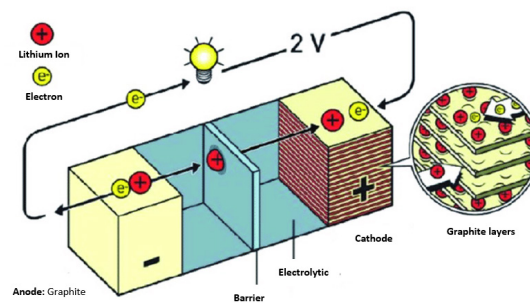


Figure 4. New composition of the Ion-Lithium battery.

Source: Authors

4. METHOD AND MATERIALS

Battery manufacturing varies by technology; to explain the process, the Lithium-Ion battery will be taken as reference, which is popular and commonly used in electronic devices (Cohen, 2021).

According to ETN (2021), three stages are identified in the manufacture of this type of battery: stage 1 is the manufacture of electrodes that begins with the mixture of the materials of the electrodes with a conductive binder to form a uniform suspension (the material an anode is a form of carbon and the cathode is an oxide of lithium metal); continuous with the suspension consisting of continuous or intermittent coating on both sides of the current collector; aluminum foil is used for the cathode (this negatively charged electrode undergoes a

reduction reaction, whereby a material reduces its oxidation state by receiving electrons), and for the anode (an oxidation reaction occurs at this electrode, by which a material loses electrons, increases its state of excitation) copper foil is used. An application tool (like a groove), doctor blade, or anilox roll is used for suspension; the thickness is controlled by the coating machine. The coated sheet is introduced directly into a drying oven to evaporate the solvent. The calendaring process continues in which the sheets are compressed by a pair of rotating rollers; this helps adjust the physical properties (junction, conductivity, density, etc.) of the electrodes. The finished electrodes are cleaned and fed into cutting machines to turn them into narrow, rolled strips; they are then sent to a vacuum oven to remove moisture and residual solvent. Stage two is the assembly of the cells, which begins with the separation of the electrodes; then they are sent to the controlled environment room for sub-assembly; here, the separator is placed between the anode and the cathode to form the internal structure of the cell; In that process, two basic electrode structures are used depending on the type of cell housing (stacked for bag-type cells and rolled for cylindrical and prismatic cells). The cell structure is connected to the cell terminals, along with a safety device, by laser or ultrasonic welding. The sub-assembly is then inserted into the cell housing, to be sealed by welding or heating, ensuring an opening to inject the electrolyte. Subsequently, the housed cell is filled with electrolyte (it is the ionic conductor that provides the medium for charge

transfer in the cell) using a high-precision dispensing needle and sealed. The last stage is the completion of the cell: it begins with the first charges and discharges of the battery cell; cells are then placed on forming racks and connected by spring-loaded contact pins; and then the cells are charged or discharged according to the defined current and voltage curves. This causes lithium ions to embed themselves in the crystalline structure of the graphite on the anode side, forming a protective layer called the solid electrolyte-electrolyte-electrode interface. In large bag-type cells, the first charge causes a strong gas evolution, this can be expelled from the cell towards a dead space; during degassing, the gas bag is pierced in a vacuum chamber and sucked out; at the end, the cell is sealed under vacuum. This step is called aging and is carried out for quality purposes. During this process, the characteristics and performance of the cell are monitored by regular measurement of the open circuit voltage over a period of three weeks. Generally, tests are done at high temperatures, and later, at room or normal temperature. If there is no significant change in the properties of the cell, it is considered functional; they are then tested on an end-of-line platform. The cells are discharged to the shipping state of charge to measure their capacity, at the test station. Additional pulse, leakage, internal resistance, etc. tests are also done. Once the tests have been completed, the cells are assembled in packages for commercialization. It is worth mentioning that the active materials, conductive additives, solvents, and binders, as well as the aluminum

foil and copper foil, are usually components purchased by the cell manufacturer.

Knowing the background of battery manufacturing, the opportunity arises to explore production alternatives with new materials. In this perspective, graphene and coltan are considered as possible substitutes for lithium, to take advantage of their properties. This option replaces the use of elements such as cobalt, and nickel, and minimizes the use of metallic elements (aluminum, steel, copper) in manufacturing; for example, the use of metal in battery terminals (Hybrids and Electrics, 2023). Thus, more sustainable batteries and less harmful to the environment would be produced.

The manufacture of batteries with graphene or coltan will initially be more expensive, compared to the current production of conventional batteries, due to the complexity of the technologies for obtaining and processing both materials; although, there is the possibility of making alloys with other cheaper materials, such as polymers.

For the manufacture of batteries with new materials, the following is proposed: 1) Preparation of materials: the necessary ones are selected, including graphene, which will be implemented in the electrodes, both in anode and cathode. For this, graphene can be produced by chemical vapor deposition methods or the most convenient method; 2) Coating of the electrode: with the graphene already prepared, a layer is applied in the same locations of the electrodes (replacing the copper and aluminum sheets). This can be achieved with coating techniques, such as sputtering or atomic layer

deposition. 3) Cell assembly: the anode and cathode layers are stacked with the separator in the middle, to avoid direct contact between them. This process can vary depending on the type of battery, whether bag or cylindrical, among others. 4) Electrolyte injection: The electrolyte is introduced into the cell using a dosing needle and then it is sealed. 5) Activation, for this phase, the battery is repeatedly charged and discharged to activate the graphene and stabilize the battery capacity; Current curves are drawn from the responses. 6) Aging: the battery will undergo different tests, for a couple of weeks, in which the performance of the energy storage device, safety, and quality will be evaluated.

5. RESULTS

Next, the 3D design of the lithium battery with graphene implemented in its electrodes is presented. It was simulated in SolidWork®.

Two shapes were considered: cylindrical and rectangular (see Figure 5), taking as reference a 3.7 V Lithium-Ion battery at 2200 A/h, which can have from 1 to 6 cells.



Figure 5. Commercial forms of Lithium-Ion batteries.

Source: Authors

The dimensions were: 1) the cylindrical battery, made up of a shell (outer diameter:

18mm, total height: 60mm), compartments: lithium cell (inner diameter: 16 mm, height: 50mm), of graphene anode and cathode (inner diameter: 16mm, height: 2mm), and for the protection circuit (inner diameter: 16mm, height: 4mm). 2) For rectangular battery, made up of housing (50mm, width: 32mm and depth: 10mm), lithium cell compartments (height: 44mm, width: 30mm and depth: 8mm), of the graphene anode, cathode, and protection circuit (height: 4 mm, width: 30mm and depth: 8mm). The results of the 3D simulation for the rectangular battery are shown in Figures 6 to 9.

In the sizing of the rectangular battery, the following measurements were considered: 48 mm in height, 30 mm in width, and 8 mm in depth; with these dimensions a volume of 0.00001152 mm³ is occupied (figure 6).

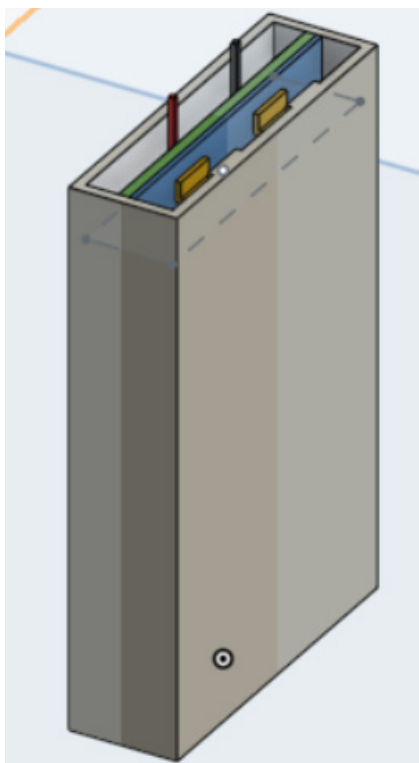


Figura 6. External battery configuration. Source: Authors

44 mm height was assigned for the cells as shown in figure 7.

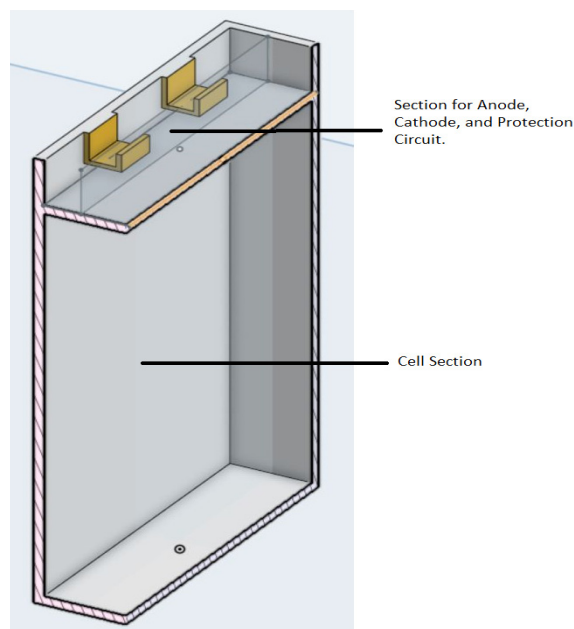


Figure 7. Internal battery configuration. Source: Authors

The remaining 4 mm to complete the total height was used for the electrodes and the protection circuits (figure 8).

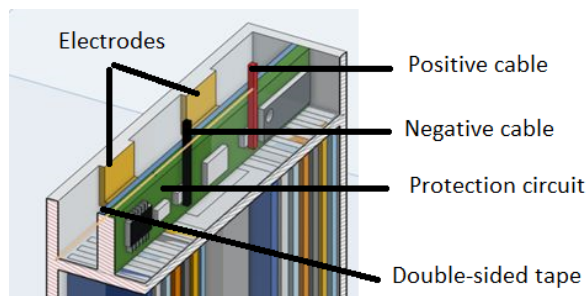


Figure 8. Top compartment design. Source: Authors

Figure 9 shows both compartments with their constituent elements.

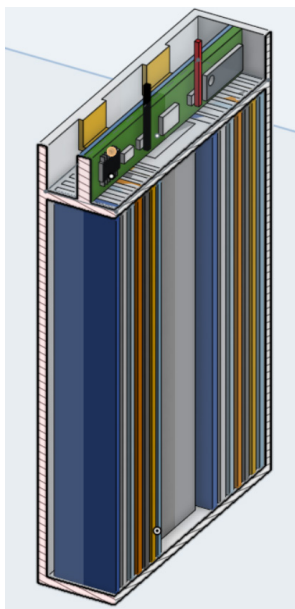


Figure 9. Battery total internal schematic. Source: Authors

Figures 10 to 12 show the cylindrical lithium-ion battery. Figures 10 and 11 show the constituent parts of the battery.

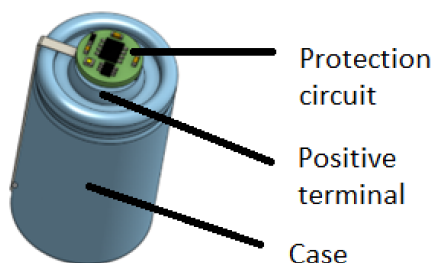


Figure 10. Battery profile view. Source: Authors

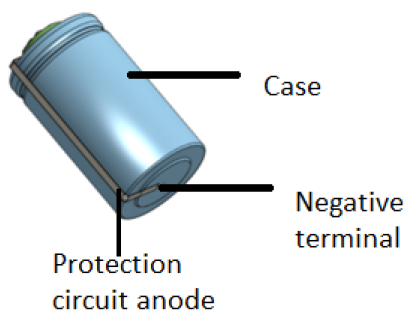


Figure 11. Cylindrical battery schematic. Source: Authors

Figure 12 shows the internal structure of the battery, in which a compartment of 16 mm in diameter and 48 mm in height can be distinguished, to locate the cells that are rolled up. On the back of the battery a compartment of 16 mm in diameter and 2 mm in height is assigned to locate the electrodes and protection circuits.

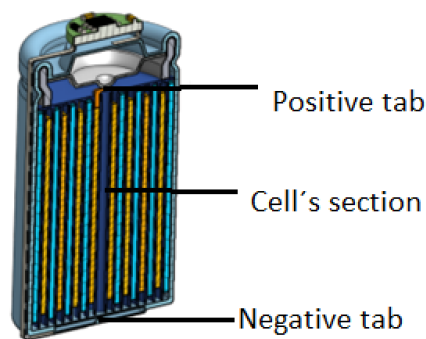


Figure 12. Internal schematic of the battery. Source: Authors

6. ANALYSIS OF RESULTS

The presence of the underlying substrate in the battery limits the applicability of graphene in electronics, the reason being that the intimate coupling between metal and graphene alters the electronic properties of graphene (Urcuyo *et al.*, 2021).

Li-Ion batteries with graphite electrodes improve conductivity and reduce losses due to the internal resistance of the cell. This resistance is 2 to 6 milliohms and increases with the age of the battery, decreasing its discharge rate.

The structure and chemical functionality of graphene and coltan give possibilities to control the electronic properties, which could be used in chemical sensors or molecular electronics. Additionally, it presents applications in areas such as water treatment, solar cell energy collectors and photodetectors, energy storage (different battery configurations), and biosensors of different ranges. It is important to standardize procedures that allow synthesizing these materials at an industrial level. It has been shown that graphene still presents reproducibility problems in different devices (Urcuyo *et al.*, 2021).

7. CONCLUSIONS

Fortunately, and although it is not obvious, the composition of the cathode has not stopped improving in recent years, always looking for better performance, lower losses, and greater durability. The use of graphite layers in the cathode composition could be the solution to

the difficulties encountered in this incessant search for material variations and proportions of new compounds.

A lithium battery can store 0.2-0.6 kWh of energy per liter. So, gasoline, with 9 kWh/l is still an order of magnitude more compact than today's best batteries.

At the end of the useful life of the batteries, waste must be properly managed and, in some cases, lithium and graphene can be recycled. Recycling is an important part of sustainability and can be an opportunity to close the loop of the value chain.

REFERENCES

- Academia Gasex. (2022). *Tu teléfono celular tiene tantalio, ¿sabes qué es?*. GASEX. <https://gasex.cl/noticias/tu-telefono-celular-tiene-tantalio-sabes-que-es/#:~:text=El%20tantalio%20se%20usa%20para,consolas%20de%20video%2C%20por%20ejemplo>
- Arrow. (2016, 7 de diciembre). *Las ventajas y desventajas de los capacitores de tantalio*. Recuperado de: <https://www.arrow.com/es-mx/research-and-events/articles/the-ups-and-downs-of-tantalum-capacitors>
- ATRIA Innovation. (2020). *¿Qué es el grafeno? Características y aplicaciones del grafeno*. <https://www.atriainnovation.com/grafeno-caracteristicas-aplicaciones/#:~:text=Aplicaciones%20del%20grafeno,-Debido%20a%20las&text=En%20el%20campo%20de%20la,por%20ejemplo%20la%20energía%20solar>
- Borda, G. D., & Blanco, M. Y. (2020). *Análisis del*

- proceso minero del coltán y sus implicaciones ambientales y jurídicas en Colombia*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Bowers, B. (2001). Scanning our past from London. The filament lamp and new materials. *Proceedings of the IEEE* 89(3): 413-415
- Brownson, D. A., & Banks, C. E. (2014). The handbook of graphene electrochemistry. London: Springer.
- Caballero, J. A., López, R. D., Jasso, H., Reyes, M. M., & Maldonado, A. (2022). *Evaluación de la fuga de corriente en capacitores electrolíticos mediante dos procesos de envejecido*. Ciencia Latina. Vol. 6, n.º 4, p. 3516-3530. DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i4.2857
- Carvajal, M.C. Y. (2020). *Síntesis y caracterización de TaC usando diferentes fuentes de calor y evaluación de sus propiedades ópticas*. Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Ingeniería Mochis.
- Castro-Beltrán, A., Sepúlveda Guzmán, S., De la Cruz Hernández, W. J., & Cruz Silva, R. (2011). Obtención de grafeno mediante la reducción química del óxido de grafito. *Ingenierías*, 14(52), 34-42.
- Cohen, A. (2021, February 11). What batteries will power the future? Forbes. <https://www.forbes.com/sites/arielcohen/2021/02/11/what-batteries-will-power-the-future/?sh=5ba99e3341c0>
- Colombia. Agencia Nacional de Minería. (NF). *Carbón*. <https://www.anm.gov.co/sites/default/files/DocumentosAnm/carbon.pdf>
- Dong, X., Wang, J., Wang, J., Chan-Park, M. B., Li, X., Wang, L., Huang, W., & Chen, P. (2012). Supercapacitor electrode based on three-dimensional graphene–polyaniline hybrid. *Materials Chemistry and Physics*, 134(2), 576-580.
- ETN News. (2021, June). Li-ion Cell Manufacturing. <https://etn.news/energy-storage/li-ion-cell-manufacturing>
- Forococheselectricos. (2021). La revolución de las baterías llegará con un pack fabricado con una mezcla de grafeno y polímeros. Forococheselectricos. <https://forococheselectricos.com/2021/07/revolucion-de-las-baterias-pack-fabricado-con-una-mezcla-de-grafeno-y-polimeros.html>
- Galvis Santacruz, L. C., & Fonseca, R. A. (2011). *El Coltán En Colombia, Entre Ganancias Globales Y Problemáticas Locales - Dinámicas Hacia Una Nueva Vorágine*. Revista Clepsidra. Vol. 7, n.º 12, p. 33-42. DOI: <https://doi.org/10.26564/19001355.61>
- García, I. A. (2013). *Coltán, el Oro Negro del Siglo XXI*. Universidad de Palermo.
- González, J., Vozmediano, M. A. H., & Guinea, F. (2010). *Electrónica del grafeno*. Investigación y Ciencia. Vol. 408, p. 42–49. URI: <http://hdl.handle.net/10261/32750>
- González, L. (2013). <<forococheselectricos.com>> Vida y muerte de una batería de ion litio (parte II). En línea, disponibles <https://forococheselectricos.com/2013/05/vida-y-muerte-de-una-bateria-de-ion-2.html>, Consultado 07/15/2023.
- Gutiérrez, M., & Iturralde, S. (2017). *Fundamentos básicos de instrumentación y control*. (1ra ed.). Ecuador: Universidad Estatal Península

- la de Santa Elena.
- Híbridos y Eléctricos. (2023, 30 de enero). Baterías de grafeno y sin metales: el proyecto español que quiere revolucionar el coche eléctrico. https://www.hibridosyelectricos.com/coches/baterias-grafeno-proyecto-espanol-revolucionar-coche-electrico_67716_102.html
- Industry Surfer. (2022). *Aplicaciones principales del tantalio*. Industry Surfer. <https://industrysurfer.com/blog-industrial/aplicaciones-principales-del-tantalio/>
- Jiménez, P. E., Merchán, L. A., Pita, D., & Muñoz, D. (2022). *Explotación de coltán en Colombia, una nueva fuente de financiación ilícita*. Cartografía de la explotación ilícita de recursos naturales en Colombia, Escuela Militar de Cadetes General José María Córdova, p. 89–118. DOI: <https://doi.org/10.21830/9786289514667.03>
- Mouser Electronics. (2023). *Capacitores de tantalio*. <https://co.mouser.com/c/passive-components/capacitors/tantalum-capacitors/>
- NCYT Amazings. (2021). *Hacia una mejora sustancial de las baterías de iones de litio*. <https://noticiasdelaciencia.com/art/41083/hacia-una-mejora-sustancial-de-las-baterias-de-iones-de-litio>
- NERC (Natural Environment Research Council). (2011). *Niobium-tantalum*. London: British Geological Survey
- Orozco, C. A. (2017). *Tecnologías de integración en la seguridad electrónica destinadas al servicio de monitoreo de alarmas para los hogares en Cali Valle*. Universidad Militar Nueva Granada. URI: <http://hdl.handle.net/10654/15890>
- Ortega, F., Martín, S., & Carlos, H. (2017). *El Grafeno y la Minería en América Latina: Escenario al 2030*. Uam.mx. https://www.uam.mx/altec2017/pdfs/ALTEC_2017_paper_448.pdf
- Patiño, J. L., Contreras, E. L., & Posada, R. (2022). *Optimización de materia prima en la industria de capacitores*. Ciencia Latina. Vol. 6, n.º 5, p. 2249-2259. DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i5.3247
- Pérez, A. (2002). *De la tecnología de fabricación de transistores y circuitos integrados*. Vol. 5, n.º 39, p. 1–30. DOI: <https://doi.org/10.15178/va.2002.39.1-30>
- Química.es. (2023, 7 julio). Estudio del mercado de las baterías: la eficiencia y la sostenibilidad son las tendencias más importantes. <https://www.quimica.es/noticias/1178381/estudio-del-mercado-de-las-baterias-la-eficiencia-y-la-sostenibilidad-son-las-tendencias-mas-importantes.html>
- Rodríguez, C., & Kharissova, O. V. (2008). *Propiedades y aplicaciones del grafeno*. Ingeniería. Vol. 11, n.º 38, p. 17–23. URI: <http://eprints.uanl.mx/id/eprint/10375>
- Ruiz, J. C., del Río, D. S., Martínez, M. V., & Lázaro, M. J. (2022). *Catalizadores basados en tantalio y nanofibras de carbono para electrodos bifuncionales de oxígeno*. XV Reunión del Grupo Español del Carbón, Actas. p. 263-264. URI: <http://hdl.handle.net/10261/270561>
- Salas, E. C., Sun, Z., Lüttge, A., & Tour, J. M. (2010). Reduction of graphene oxide via

- bacterial respiration. *AcS Nano*, 4(8), 4852-4856.
- SOLMEGLAS. (2023, 21 de mayo). *¿Qué es el coltán? Posibilidades de este material*. <https://solmeglas.com/que-es-el-coltan-aplicaciones/#:~:text=Podemos%20encontrar%20coltán%20en%20móviles,de%20resistencias%20de%20alta%20potencia>
- TNISC (Tantalum-Niobium International Study Center T.I.C.). (2013). Documento aclaratorio sobre las fuentes del 'coltan'. Lasne: Tantalum-Niobium International Study Center (T.I.C.). <http://tanb.org/coltan>
- Trujillo, I. M., et al. (2018). *Macrotendencias hacia el 2030, El mundo y América Latina*. Colciencias – Subdirección General – Unidad de Diseño y Evaluación de Políticas. N.º 2. https://minciencias.gov.co/sites/default/files/documentos_de_trabajo_macro_tendencias_2030_nov_2018_1.pdf
- Urcuyo, R., Gonzáles-Flores, D., & Cordeiro-Solano, K. (2020). *Perspectivas y aplicaciones reales del grafeno después de 16 años de su descubrimiento*. *Revista Colombiana de Química*. Vol. 50, n.º 1, p. 51-85. DOI: <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.quim.v50n1.90134>
- Viking. (2022). *Resistencia de chip de precisión de película delgada de nitruro de tantalio (Serie TAR)*. <https://www.viking.com.tw/es/category/Resistencia-de-chip-de-precisin-de-pelcula-delgada-de-nitruro-de-tantalio-serie-TAR/Resistor-Thin-Film-Resistor-TAR.html>
- Ye, R., Xiang, C., Lin, J., Peng, Z., Huang, K., Yan, Z., Cook, N.P., Samuel, L.G., Hwang, Ch.Ch., Ruan, G., Ceriotti, G., Raji, A.O., Martí, A., & Ceriotti, G. (2013). Coal as an abundant source of graphene quantum dots. *Nature communications*, 4.
- Zhou, Q., Zhao, Z., Zhang, Y., Meng, B., Zhou, A., & Qiu, J. (2012). Graphene sheets from graphitized anthracite coal: preparation, decoration, and application. *Energy & Fuels*, 26(8), 5186-5192.



Recibido
03/09/2023

Aceptado
09/11/2023

Uso de la biomasa como alternativa de generación eléctrica en zona no interconectada del departamento del Cauca¹

Use of biomass as an alternative electric power generation in the non-interconnected area of the Cauca department

Mariana Rendón Leal²
Elena Muñoz España³
Francisco Franco Obando Díaz⁴

Cómo citar:

Rendón M, Muñoz E. Obando, F.(2013). Use of biomass as an alternative electric power generation in the non-interconnected area of the Cauca Department. *Vía Innova*, 10 (1), 95-112.
<https://doi.org/10.23850/2422068X.5864>

¹ Uso de la biomasa como alternativa de generación eléctrica en zona no interconectada del departamento del Cauca

² Mariana Rendón Leal. Ingeniera en automática industrial. (Universidad del Cauca). marendon@unicauca.edu.co

³ Elena Muñoz España. Magister en electrónica y telecomunicaciones. (Universidad del Cauca). elenam@unicauca.edu.co

⁴ Francisco Franco Obando Díaz. Magister en electrónica y telecomunicaciones. (Universidad del Cauca). fobando@unicauca.edu.co

Resumen

Dentro del contexto de la estrategia denominada “Planes de Energización Rural Sostenible (PERS) Cauca”, una iniciativa liderada por el Instituto de Planificación y Promoción de Soluciones Energéticas (IPSE) y la Unidad de Planeación Minero Energética (UPME), la cual tiene como enfoque principal la creación de soluciones sostenibles que brinden servicios de energía a las regiones rurales desconectadas de la red eléctrica nacional, el Grupo de Investigación en Automática de la Universidad del Cauca ha concentrado sus esfuerzos en evaluar la viabilidad de uso de la biomasa residual agrícola generada en el proceso de producción de panela en el trapiche de la vereda López Adentro, ubicada en Caloto, municipio del departamento del Cauca. Para este estudio, se utilizó el software Homer Pro, donde se simuló el sistema propuesto en el cual se contrastaron las variables técnica y económica con respecto a la alternativa de conexión a la red eléctrica nacional. Los resultados indicaron que el sistema con biodigestor alimentado con el bagazo generado por el trapiche, es capaz de abastecer la demanda de la carga, y su implementación es un 37.8% más costosa que el valor de conexión a la red nacional.

Palabras clave: Biomasa, zonas no interconectadas, Homer Pro, generación eléctrica.

Abstract

Within the context of the strategy known as “Sustainable Rural Electrification Plans (PERS) Cauca,” an initiative led by the Institute for Planning and Promotion of Energy Solutions (IPSE) and the Mining and Energy Planning Unit (UPME), which primarily focuses on creating sustainable solutions to provide energy services to disconnected rural regions from the national electrical grid. The Automation Research Group at the University of Cauca has concentrated its efforts on assessing the feasibility of using residual agricultural biomass generated in the panela production process at the sugar mill in the López Adentro hamlet, located in Caloto, Cauca Department. For this purpose, the Homer Pro software was used to simulate the proposed system, where technical and economic variables were compared with the alternative of connecting to the national electrical grid. The results indicated that the system with a biodigester fueled by the bagasse generated by the sugar mill is capable of meeting the load demand and its implementation is 37.8% more expensive than the cost of connecting to the national grid.

Keywords: Biomass, non-interconnected areas, Homer Pro, electric generation.

1. INTRODUCCIÓN

La energía y el desarrollo están estrechamente vinculados, los sistemas energéticos son fundamentales para respaldar procesos productivos y accesos a servicios básicos como el transporte, la educación o la salud (Muñoz-Arias, 2021).

Las condiciones actuales han evidenciado los grandes impactos de la falta de electrificación en los hogares de Zonas No Interconectadas (ZNI), como es el caso de la vereda López Adentro, ubicada en el municipio de Caloto al norte del departamento del Cauca, donde conviven indígenas del pueblo Nasa. La economía de este resguardo se centra en la explotación agrícola, principalmente, en el cultivo y transformación de la caña panelera. Para realizar dicho proceso, cuentan con un trapiche el cual ha sido operado desde hace varios años por la comunidad, sin embargo, el sistema no tiene la facultad de procesar la totalidad de caña proveniente de la región debido a la capacidad de los equipos, la antigüedad de los mismos y a la baja suficiencia de la red eléctrica. Por esta razón, los pobladores han optado por realizar conexiones irregulares, que no alcanzan a abastecer la demanda de la carga.

Este proyecto busca determinar la viabilidad del uso del bagazo de la caña panelera en un sistema de suministro eléctrico que permita interconectar el trapiche de la zona, contribuyendo al aumento de la productividad y a su vez, generando un aporte significativo en la mejora de la calidad de vida de los pobladores. El uso de estos residuos aporta en gran

medida a la reducción de la dependencia de los combustibles fósiles y a la mitigación del cambio climático, al formarse por la interacción de elementos presentes en la naturaleza como dióxido de carbono, aire, agua, energía solar y tierra con material orgánico derivado de animales y plantas y además, no contribuye en la producción de dióxido de carbono adicional al que es generado en dicha interacción natural (Torres, 2017). Existe un gran interés en el desarrollo de tecnologías de conversión de la biomasa en energía y productos químicos, por tanto, los estudios se han centrado en el análisis de las diferentes fuentes, los procesos de transformación y los sistemas asociados (Deluque Pinto, 2022).

Dentro de los aspectos más importantes de la investigación en biomasa se encuentra el estudio de sus fuentes. Se han identificado diferentes tipos, tales como la biomasa residual, la biomasa forestal, la biomasa agrícola, la biomasa urbana y la biomasa de cultivos energéticos (Chávez-Sifontes, 2019). Cada una de estas fuentes presenta diferentes características y requerimientos de manejo y conversión, lo que hace necesario estudiarlas detalladamente para su aprovechamiento.

2. METODOLOGÍA

Para llevar a cabo esta investigación, se implementó una metodología integral que abarca diversas etapas de análisis. En primer lugar, se realizó un levantamiento de información para caracterizar la zona y el proceso productivo del trapiche en la vereda López Adentro, con el fin de entender sus condiciones actuales y el

funcionamiento del sistema. Posteriormente se definieron aspectos generales del software y las variables objeto de análisis para las alternativas.

2.1 Caracterización de la zona

2.1.1 Demografía

Según la información consignada en el Plan de Desarrollo Municipal, la población de Caloto está compuesta por 30.216 habitantes, de los cuales 5.315 residen en la zona urbana y 24.901 en la zona rural, lo que equivale al 17,59% y 82,41% respectivamente. El municipio está dividido en una cabecera municipal, tres resguardos indígenas y cinco corregimientos (Alcaldía Municipal Caloto, 2020).

2.1.2 Economía

La economía del resguardo indígena López Adentro se centra en los cultivos de café, yuca, maíz, frijol, caña panelera, hortalizas, entre otros. El producto más representativo en la zona es el arroz, ya que cuenta con altos niveles de consumo. En los últimos años, se ha fortalecido la generación de productos derivados de la caña como la panela en sus distintas presentaciones y la miel; la capacidad productiva de la comunidad es estable, ya que se producen las cantidades necesarias para comercio y el autoconsumo de las familias, sin embargo, la productividad no ha presentado incrementos importantes debido a la falta de apoyo técnico y seguimiento continuo de los proyectos (Cabildo Indígena del Resguardo Paez de Corinto, 2019).

2.1.3 Servicios públicos

En relación a los servicios públicos, la cobertura de energía eléctrica de las viviendas de poblaciones indígenas del departamento del Cauca equivale al 87,1% frente al total nacional, de 96,3%. Con respecto al acueducto, su cobertura en hogares indígenas es del 41,6%, cerca de 817 viviendas del municipio de Caloto cuentan con el servicio de recolección de basuras, los hogares restantes utilizan mayoritariamente los residuos orgánicos como abono o fertilizantes de cultivos. Alrededor del 15% de la población perteneciente a la comunidad de López Adentro no cuenta con el servicio de energía eléctrica, especialmente aquellas zonas que se encuentran alejadas del centro poblado, debido a las condiciones geográficas de la zona, estas características han impedido la conexión total de las viviendas a la red eléctrica nacional (DANE, 2019).

2.1.4 Perfil de carga

De acuerdo al estudio realizado en la zona, se identificaron los componentes principales del trapiche del resguardo López Adentro con la finalidad de determinar las cargas potenciales del sistema; para ello, se calcularon las siguientes variables con ayuda de las fichas técnicas de cada dispositivo:

N: Número de dispositivos.

P: Potencia unitaria.

Td: Tiempo medido en horas de consumo por día.

Tm: Tiempo medido en días de utilización de la carga en un mes.

Cd: Consumo medio diario de la carga en Wh/día. Donde $Cd = N * P * Td$. (1)

Cm: Consumo medio mensual de una carga en Wh/mes. Donde $Cm = Cd * T$ (2)

Tabla 1. Cuadro de cargas para al trapiche López Adentro

Componente	N	Potencia W (P)	Tiempo hora/día (Td)	Tiempo día/mes (Tm)	Consumo Wh/día (Cd)	Consumo Wh/mes (Cm)
Motor del molino	1	37285	20	25	745700	18642500
Luminarias	6	20	8	10	960	9600
Dispositivos de comunicación (Celulares)	4	4	2	3	32	96
Total	1	37309	30	38	746692	18652196

Fuente: elaboración propia

Como se evidencia en la Tabla 1, el consumo total diario del trapiche equivale aproximadamente a 746,69 kWh/día. Para determinar la cantidad máxima de energía eléctrica que el sistema de generación debe proporcionar, se realizó el cálculo de carga instalada total como lo muestra la Tabla 2, equivalente a 37,42 kW.

N: Número de dispositivos.

P: Potencia unitaria.

Ci: Carga instalada, donde $Ci = N * P$.

Tabla 2. Carga instalada para al trapiche López Adentro

N	P (W)	Ci (W)
1	37285	37285
6	20	120
4	4	16
Total carga instalada		37421

Fuente: elaboración propia

2.2 Descripción del proceso productivo

En el trapiche objeto de estudio, los operarios son los encargados de realizar las actividades que componen todas las etapas del proceso,

desde la recepción de la materia prima hasta la unidad de empackado.

2.2.1 Elementos que componen el sistema actual

Un trapiche es un sistema agroindustrial utilizado para la extracción de jugo de la caña de azúcar, la producción de panela y otros derivados (Biblioteca Rural Itinerante Alejandro Chesnaje, s.f.). Los equipos que componen un trapiche desempeñan funciones específicas en el proceso de transformación de la caña de azúcar en productos finales. En la Tabla 3, se describen los elementos que hacen parte del trapiche de la comunidad López Adentro.

Tabla 3. Descripción funcional de componentes del proceso

Equipo	Funcionalidad
Molino motorizado	Su función es desfibrar la caña de azúcar, rompiendo la estructura de la fibra para facilitar la extracción del jugo. Esta máquina está equipada con rodillos que giran y presionan la caña para obtener una pasta fibrosa. También cuenta con una tolva de alimentación sobre el molino donde se carga la caña de azúcar.
Tanques	Almacenan el jugo para la fase de limpieza.
Calderas	Tienen como función calentar el jugo de caña extraído para eliminar impurezas y evaporar parte del agua presente, concentrando el líquido en un almíbar espeso. Este almíbar es el precursor de la panela y otros productos derivados.
Gaveras	Una vez alcanzada la concentración adecuada del almíbar, este se vierte en moldes prensadores para darle forma a la panela. Los moldes permiten obtener bloques compactos y uniformes de panela que luego son desmoldados y secados.
Cucharones	Se utilizan para mezclar y agitar el jugo de caña de azúcar en diferentes etapas del proceso de producción de la panela.

Fuente: elaboración propia

2.2.2 Estimación de los residuos generados

Se realizó la estimación de la cantidad de biomasa generada en el trapiche, basados en los datos suministrados por la comunidad. La información obtenida se encuentra consolidada en la tabla 4.

Tabla 4. Biomasa residual generada

Ítem	Valor
Caña procesada diariamente	Entre 12 y 15 toneladas
Bagazo generado diariamente	Entre 3 y 5 toneladas
Capacidad de procesamiento del trapiche	50 hectáreas por año
Caña obtenida en una hectárea sembrada	130 toneladas
Caña sembrada anualmente	700 hectáreas

Fuente: elaboración propia

La información recopilada fue utilizada para alimentar la plataforma de simulación Homer Pro, con la cual se realizaron análisis y modelamientos para estimar la demanda energética del trapiche y determinar la viabilidad técnica y económica de implementar una alternativa basada en un sistema con biodigestor, y otra

realizando una conexión directa a la red eléctrica nacional.

2.3 Evaluación sistema de aprovechamiento del bagazo en Homer Pro

Homer Pro es una herramienta de simulación que permite modelar sistemas de energía. Al ingresar datos sobre la demanda energética de la planta panelera en relación al perfil de carga a lo largo del tiempo, el software puede evaluar cómo el sistema se integra y afecta el suministro energético global de la instalación. Además, permite simular diferentes escenarios, ajustando parámetros como el tamaño de los componentes, la fuente y la eficiencia del proceso. El software permite evaluar la viabilidad económica y técnica del sistema biodigestor. El análisis del perfil de cargas proporciona información sobre cómo el biodigestor puede cubrir la demanda energética del trapiche. Además, es posible determinar si el biogás producido será suficiente para abastecer la demanda energética durante las épocas de mayor consumo.

Igualmente, se evalúan los costos asociados con la implementación y operación del biodigestor, así como los posibles beneficios económicos a largo plazo. Es necesario estructurar el sistema de aprovechamiento mediante un esquema para identificar el módulo que será entrada para el perfil de cargas en Homer Pro, como se muestra en la ilustración 1 y 2.

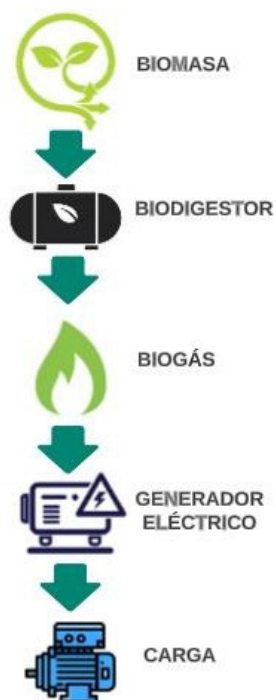


Ilustración 1. Diagrama del sistema de aprovechamiento
Fuente: elaboración propia

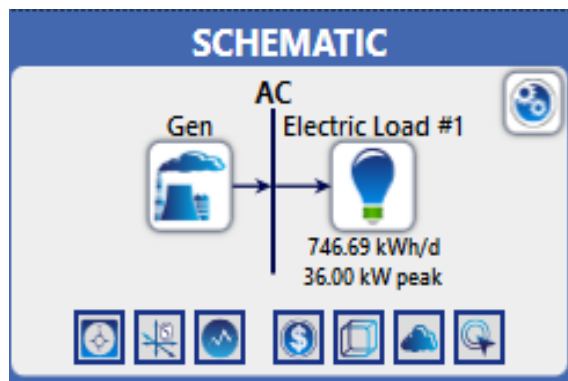


Ilustración 2. Esquema generado en Homer Pro
Fuente: elaboración propia

El dimensionamiento de un sistema de aprovechamiento del bagazo de caña de azúcar mediante la herramienta software Homer Pro implica una serie de pasos para determinar la capacidad y eficiencia del sistema biodigestor.

2.3.1 Parámetros Iniciales en Homer Pro

Homer Pro precisa algunos datos generales y económicos de entrada sobre el proyecto que se quiere evaluar. Inicialmente se indica la ubicación geográfica del lugar donde se desarrolla el proyecto, en este caso se ingresan las coordenadas de la vereda López Adentro del municipio de Caloto. Luego se asigna un nombre para identificar el proyecto y su respectivo autor, esto acompañado de una breve descripción general. Para los aspectos económicos se requieren cuatro parámetros descritos a continuación y consignados en la Tabla 5 (Homer Pro 3.11, s.f.):

Tasa de descuento (%): la tasa de descuento en Colombia puede variar dependiendo del contexto y del tipo de proyecto o análisis económico que se esté realizando. En general, la tasa de descuento utilizada en proyectos de inversión y evaluación económica en Colombia suele basarse en la Tasa Interna de Retorno (TIR) o la Tasa de Interés de Referencia (TIR) que está influenciada por la tasa de interés de la economía. En la actualidad se maneja el criterio de un 12% priorizando el consumo presente sobre el futuro. Tasa de inflación (%): es un indicador económico que puede cambiar con el tiempo debido a diversos factores, como cambios en la economía, políticas gubernamentales y eventos

globales. La inflación total en el país presenta una desaceleración progresiva que supone un porcentaje del 5.2% para diciembre del 2023. Capacidad anual de desabastecimiento (%): este indicador representa el porcentaje de escasez de energía que se puede presentar en el sistema. Para obtener resultados distintos para diferentes escenarios de desabastecimiento, se fija la variable de sensibilidad en dos valores: 0% para el primer caso y 10% para el segundo. En el apartado de Restricciones en la ventana de proyecto, se fijó una máxima capacidad de escasez anual para evitar que el valor propuesto al inicio sea mayor al máximo permitido para que el sistema sea interpretado como viable (Homer Pro 3.11, s.f.).

Tiempo de vida del proyecto (años): el estimado de tiempo de vida útil del sistema es de 20 años.

Tabla 5. Parámetros iniciales de diseño

Parámetro	Valor	Sensibilidad
Tasa de descuento (%)	12.00	Ninguna
Tasa de inflación (%)	5.20	Ninguna
Capacidad anual de desabastecimiento (%)	0.00	0.00/10.00
Tiempo de vida del proyecto (años)	20.00	Ninguna

Fuente: elaboración propia

2.3.2 Caracterización de la biomasa

Las propiedades del bagazo generado en el proceso de molienda, tienen una relación directa con el valor del potencial de generación de biogás (Peña Beltrán, 2020). Particularmente, la herramienta Homer Pro cuenta con un módulo de biomasa que permite modelar sistemas que se ejecutan de forma similar para las distintas fuentes de materias primas trans-

formadas en biomasa empleadas en procesos de gasificación. Para que el módulo funcione, se debe especificar la disponibilidad y el costo de la biomasa. Esto incluye el costo de adquisición, el transporte y el almacenamiento de la biomasa. Además, se puede especificar el área disponible para su almacenamiento y cómo se gestionará el suministro continuo para el generador. El software hace una cuantificación precisa de la cantidad de biogás que el gasificador puede generar para la alimentación de uno o más generadores con base en la disponibilidad de biomasa en el sistema simulado. Los valores a ingresar, se pueden introducir directamente en el apartado Biomass Resource o importar un archivo con los valores de disponibilidad por unidad de tiempo, que para Homer Pro están fijados en días. El número de toneladas de biomasa generadas diariamente representa un dato muy importante para el escalado del promedio anual, ya que Homer utiliza este valor en el cálculo de un factor común para cada uno de los datos numéricos. En este caso, ese factor es igual a 1, ya que el valor predeterminado que fija el software, es el mismo que se introduce como referencia para interpretar que hay recursos de biomasa disponibles. Si este factor es 0, Homer deduce que no hay recursos de biomasa (Homer Pro 3.11, s.f.).

Las propiedades que se definen para la obtención del análisis son las siguientes:

El costo promedio por tonelada de la materia prima de biomasa 0\$/t. El contenido de carbono de la materia prima de biomasa como porcentaje basado en la masa: 43.48% (Galán, 2012). La equivalencia entre la biomasa con-

sumida por el gasificador y el biogás generado: 0.18128 kg/kg.

El valor calorífico inferior de l biogás producido por el gasificador: 16.95 MJ/kg. El costo de producción de la biomasa, al ser un subproducto resultado de la molienda de la caña de azúcar y no requerir energía adicional para su posterior tratamiento, es cero (Resano, 2022). En la Tabla 6 se especifican los parámetros de configuración mencionados.

Tabla 6. Caracterización de la biomasa

Propiedad	Valor	Sensibilidad
Biomasa disponible (ton/día)	3.00	Ninguna
Costo por tonelada de biomasa (\$/ton)	0.00	Ninguna
Contenido de carbono (%)	43.48	Ninguna
Equivalencia biomasa consumida y biogás generado (kg/kg)	0.18	Ninguna
LHV de biogás	16.95	Ninguna

Fuente: Elaboración propia

2.3.3 Configuración del generador

A través del cuadro de cargas para el trapiche López Adentro se puede constatar que la capacidad en kW que debe soportar el generador a base de biogás, debe ser de 45 kW aproximadamente. Homer Pro ofrece una variedad de generadores con distintas características como la capacidad del generador en kW o el tipo de combustible. Teniendo en cuenta estos criterios, se elige el generador Autosize Genset que es un grupo electrógeno de tamaño automático ajustable a las necesidades de fuente de combustible y capacidad de carga. Las tablas 7, 8 y 9 muestran las características sobre las cuales

va a funcionar el generador.

Tabla 7. Valores fijos de emisiones del generador

Emisiones	Valor
CO (g/kg)	16.50
HC no quemados (g/kg)	0.72
Partículas (g/kg)	0.10
Azufre del combustible convertido en MP (%)	2.20
Óxido de nitrógeno (g/kg)	15.50

Fuente: elaboración propia

Tabla 8. Costos del generador

Costos	Valor
Capital inicial (\$)	500.00
Reemplazo (\$)	500.00
O&M (\$/op. hora)	0.030
Precio del combustible	1.00

Fuente: elaboración propia

Tabla 9. Especificaciones del sitio

Propiedad	Valor
Radio de carga mínima (%)	25.00
Tiempo de operación mínima (minutos)	0.00
CHP Relación de recuperación de calor (%)	0.00
Tiempo de vida útil (horas)	15000.00
Tipo de carga	AC

Fuente: Elaboración propia

2.3.4 Modelado de carga eléctrica en el sistema biodigestor

El módulo de carga en Homer Pro es una parte esencial de la herramienta que se utiliza para representar y simular la demanda de energía eléctrica de un sistema o una instalación. El módulo de carga tiene en cuenta la variación de la demanda eléctrica a lo largo del tiempo. Esto permite realizar simulaciones horarias, diarias o incluso anuales para analizar cómo la demanda cambia en diferentes momentos y condiciones como el tipo escenario, que para el caso del trapiche es de tipo industrial. El consumo de energía en kW por hora y por día que realiza el sistema, son los datos de entrada para simular la carga. La variabilidad aleatoria (Random Variability) es un parámetro que ayuda a simular los cambios de consumo que se presentan en el sistema mientras está en funcionamiento ya que, al ser un proceso industrial, los componentes eléctricos que representan la carga tienen distintas frecuencias de uso a lo largo del día. La molienda de la caña de azúcar es un proceso continuo con poca variabilidad en el ritmo de trabajo y por consiguiente, en el motor empleado para el funcionamiento del trapiche, por ello se fija un porcentaje del 3% de variación. Para los valores de carga por hora durante los meses del año, se fija el valor de 37.420 kW. Los valores de referencia por métrica se encuentran consignados en la Tabla 10.

Tabla 10. Características de modelado de carga

Métrica	Referencia	Escalado
Promedio (kWh/día)	696.08	746.69
Promedio	37.42	746.69
Pico(kW)	43.29	
Factor de carga (%)	86	746.69
Año para modelar (año)	2023	Ninguno
Tipo de carga	AC	Ninguno

Fuente: elaboración propia

2.4 Valoración de carga eléctrica enlazada al Sistema Interconectado Nacional en Homer Pro

El Sistema Interconectado Nacional (SIN) de Colombia es el conjunto de infraestructuras, instalaciones y redes de generación, transmisión, distribución y comercialización de energía eléctrica que abarca todo el territorio nacional (Arango-Aramburo, 2020). Este sistema tiene como objetivo principal asegurar el suministro de energía eléctrica a todos los usuarios y sectores de la economía del país. A través de un enfoque integral y basado en datos, Homer Pro permite tomar decisiones informadas para observar la demanda desde el trapiche, considerando aspectos técnicos, económicos y ambientales en el contexto del SIN.

2.4.1 Configuración de parámetros económicos iniciales en Homer Pro

Para evaluar los factores económicos y ambientales que se derivan de la conexión de la carga a la red eléctrica pública, y establecer valores comparativos con el sistema de aprovechamiento basado en un biodigestor previamente modelado, se precisa realizar el análisis bajo el mismo perfil de cargas que se estableció para

la conexión con el biodigestor. El esquema modelado se muestra en la Ilustración 3.

Además de los datos que se configuraron previamente en el sistema de aprovechamiento para el biodigestor, se debe verificar otro parámetro crucial para contrastar los resultados económicos que se obtienen en los cálculos realizados por Homer Pro. Este parámetro es el tipo de moneda que se emplea durante la simulación del sistema de carga conectado a la red eléctrica pública.

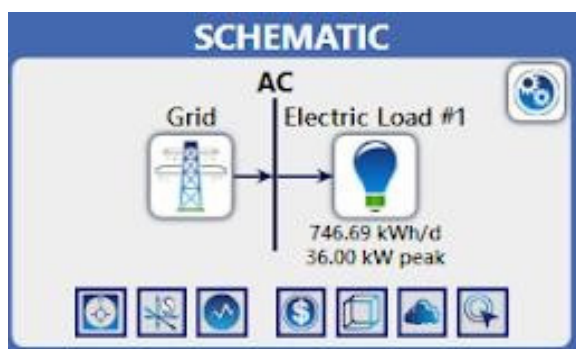


Ilustración3. Esquema generado en Homer Pro
Fuente: elaboración propia

2.4.2 Modelado de carga eléctrica en sistema conectado a la red pública

Homer Pro permite crear perfiles de consumo que describen cómo varía la demanda de energía eléctrica a lo largo del tiempo. Como se mencionó anteriormente, el objetivo de la valoración es hacer una comparación de eficiencia con el sistema de biodigestor, por lo que se deben ingresar exactamente los mismos parámetros que se configuraron para ese tipo de suministro energético y fijando la misma variabilidad aleatoria (Random Variability) como variable de sensibilidad que caracteriza el cambio de frecuencia de uso de la carga eléctrica a lo largo del día. Al coincidir la repre-

sentación espectral y los datos necesarios para completar el perfil de cargas con el presentado en la simulación del sistema biodigestor, se omite la representación gráfica.

2.4.3 Representación de la red eléctrica pública

El componente “Grid” (Red Eléctrica) es una parte fundamental del sistema de simulación. La inclusión de este componente es esencial para evaluar cómo interactúa la energía entre el sistema local y la red eléctrica, así como para analizar la viabilidad económica y técnica de operar en modo de conexión a la red o en modo aislado. El componente cuenta con cuatro variantes principales de las cuales se selecciona la que mejor se adapte a las necesidades de simulación. El modo Tarifas Simples permite fijar un precio de kW/h constante y un precio de reventa de kW/h. También se puede seleccionar si se desea emplear la medición neta de costos o establecer los factores de emisión asociados con la red eléctrica que se ingresa. La variante de Tarifas Simples tiene dos apartados: el primero, son los parámetros con precios y opciones de medición neta, y el segundo, son los factores de emisión. Teniendo en cuenta los resultados de subasta de cierre para la venta y comercialización de potencia eléctrica en Colombia desde el 2022 hasta el 2024 (Sandoval, 2023), se ajusta la variable de sensibilidad con los valores para el año 2023 y 2024 haciendo la respectiva conversión de peso colombiano a dólar americano como se muestra en la Tabla 11.

Tabla 11. Resultados de la convocatoria de subasta de energías eléctricas

Año	Precio de compra (\$/kWh)	Precio de venta (\$/kWh)	Volumen adjudicado (GWh)
2023	234.00	269.00	4.32
2024	220.00	240.00	-

Fuente: (Sandoval, 2023).

Como factor principal en las emisiones que inciden en el ambiente, se tiene al monóxido de carbono: un gas de efecto invernadero derivado de la generación eléctrica del Sistema Interconectado Nacional. Este factor se fija en un valor de 164.38 g/kWh (Ministerio de Minas y Energía, 2020). Para ingresar los valores de compra y reventa de la potencia eléctrica, es conveniente hacer una conversión de divisas con valores actualizados a la fecha de la simulación, los cuales se encuentran descritos en la Tabla 12; lo anterior, busca tener una mejor estimación de las diferencias en los aspectos económicos entre el sistema biodigestor y el sistema conectado a la red.

Tabla 12. Configuración de tarifas para el grid

Tarifas simples	Precio
Precio de potencia en la red (\$/kWh)	0.057
Precio de reventa de potencia en la red (\$/kWh)	0.065

Fuente: elaboración propia

3. RESULTADOS

3.1 Resultados del sistema biodigestor

El resultado por coste para el sistema se evalúa a lo largo de la vida útil del proyecto al igual que los costos por componente. Como resulta-

do de la elección de un generador *autosize*, se obtuvo un generador eléctrico AC con capacidad de 40kW cuyo único combustible es el biogás producido por la fuente de biomasa. En la Tabla 13 y 14, se destacan los resultados de los cálculos generados por el software.

Tabla 13. Resultados del sistema biodigestor A

Característica	Valor	Unidades
Horas de operación	8.760	Horas/año
Números de inicios	1.00	On/año
Vida de operación	1.71	Año
Factor de capacidad	77.80	%
Costo fijo de generación	2.53	\$/hora
Costo marginal de generación	0	\$/kWh

Fuente: elaboración propia

Tabla 14. Resultados del sistema biodigestor B

Característica	Valor	Unidades
Producción eléctrica	272,542.00	kWh/año
Salida Eléctrica	31.10	kW
Salida Eléctrica mínima	25.7	kW
Salida Eléctrica máxima	36.00	kW
Consumo de combustible	466.00	Ton/año
Consumo específico	0.308.00	kg/kWh
Entrada de energía combustible	395,023.00	kWh/año
Eficiencia eléctrica	69.00	%

Fuente: elaboración propia

Las emisiones generadas por el sistema biodigestor presentadas en la tabla 15, revelan una alta presencia de dióxido de carbono como consecuencia de la combustión del biogás donde el metano y otros gases presentes se oxidan y se liberan en forma de dióxido de carbono (Caballero, 2017).

Tabla 15. Resultados de emisiones del sistema biodigestor

Característica	Valor	Unidades
Dióxido de carbono	730.00	kg/año
Monóxido de carbono	7.69	kg/año
HC no quemados	0.336	kg/año
Partículas	0.0466	kg/año
Dióxido de azufre	0	kg/año
Óxido de nitrógeno	7.22	kg/año

Fuente: elaboración propia

En los resultados económicos se obtuvieron indicadores que ayudan a pronosticar la viabilidad y sostenibilidad económica del proyecto expuestos en la Tabla 16. Como principales efectos se tienen los siguientes rubros:

NPC (\$): El costo actual neto hace referencia

al costo de vida útil del proyecto basado en los costos actuales de instalación y operación del componente Generador, menos el valor actual de los ingresos económicos que genera el proyecto.

LCOE (\$/kWh): Homer Pro delimita el costo nivelado de energía como el valor medio por kWh de energía eléctrica utilizable que se produce en el sistema.

Operating cost (\$/yr): valor de los costos de operación e ingresos anuales a excepción de los costos iniciales de capital. **Ren Frac (%):** porcentaje en fracción de la energía que se suministra a la carga a través del generador eléctrico.

Tabla 16. Resultados económicos del sistema biodigestor

Capacidad de desabastecimiento (%)	NPC (\$)	LOE (\$/kWh)	Costo de operación (\$/año)	Costo de O&M (\$/año)	Costo de Combustible (\$/año)
0	\$256,691.00	\$0.0852	\$21,420.00	\$10,512.00	\$0.00
10.00	\$256,691.00	\$0.0852	\$21,420.00	\$10,512.00	\$0.00
5.00	\$256,691.00	\$0.0852	\$21,420.00	\$10,512.00	\$0.00

Fuente: elaboración propia

3.2 Resultados del sistema conectado a la red eléctrica pública

Los resultados del costo de suministro de la red eléctrica se calculan con base en los rubros económicos configurados inicialmente y la longevidad del sistema de carga, el cual tiene la misma vida útil del sistema biodigestor para efectos comparativos. Como resultado de este diseño, se obtuvo un Grid de 1 GW para simular el soporte de la red a la demanda de carga.

Los resultados económicos obtenidos para

este sistema reflejados en la Tabla 17 no tienen en cuenta una capacidad de desabastecimiento como en el sistema del biodigestor, ya que los costos de operación y mantenimiento asociados al sistema solo dependen de la energía consumida por la carga eléctrica. Los costos de reemplazo son nulos ya que una vez se realiza la vinculación al SIN, no se requiere renovar la conexión cableada, a excepción del dispositivo metrológico que, según los lineamientos legales, se debe cambiar cada 15 años. Para la

duración estimada del proyecto se supone un solo cambio del dispositivo metrológico, que se asume como un costo de operación y mantenimiento.

Tabla 17. Resultados económicos del sistema conectado a la red

Componente	Capital (\$)	Reemplazo (\$)	Costo de operación (\$/año)	Costo de O&M (\$)	Costo de Combustible (\$/año)
Grid	\$0.00	\$0.00	\$14,445.00	\$159,616.00	\$0.00
Sistema	\$0.00	\$0.00	\$14,445.00	\$159,616.00	\$0.00

Fuente: elaboración propia

Los resultados para el dióxido de carbono arrojaron 44800 kg/año como se visualiza en la Tabla 18, teniendo como base para el cálculo de este valor el factor fijado en la simulación de las emisiones de dicho gas. Al solo tener información precisa del dióxido de carbono en cuanto a emisiones producidas por el SIN, el monóxido de carbono, hidrocarburos no quemados y material particulado, no reciben valores de entrada. Por otra parte, el dióxido de azufre y el óxido de nitrógeno sí cuentan con un valor de entrada que se fija por defecto con base en la capacidad que debe tener el Grid. Esta aproximación se llevó al cálculo de emisiones para simular el impacto ambiental que origina la quema de combustibles fósiles en la generación de energía eléctrica (Ure, 2021).

Tabla 18. Resultados de emisiones del sistema conectado a la red

Característica	Valor	Unidades
Dióxido de carbono	44,790.00	kg/año
Monóxido de carbono	0.00	kg/año
HC no quemados	0.00	kg/año
Partículas	0.00	kg/año
Dióxido de azufre	747.00	kg/año
Óxido de nitrógeno	365.00	kg/año

4. CONCLUSIONES

Al comparar los valores económicos más representativos y los resultados de emisiones contaminantes entre el sistema alimentado por un generador a base de biomasa procedente del bagazo de caña de azúcar y el sistema conectado a la red, se obtienen algunas conclusiones con base en las tablas comparativas 19 y 20. Cabe mencionar que los parámetros económicos para la configuración del generador autosize fueron calculados por el software partiendo de la capacidad requerida y el tipo de combustible de entrada.

Tabla 19. Comparación económica de sistemas

Sistema	NPC (\$)	Operating cost (\$/yr)	LCOE (\$/kWh)
Conectado a la red	159,616.90	14,444.72	0.0530
Biodigestor	256,669.00	21,420.00	0.0852

Fuente: elaboración propia

Tabla 20. Comparación de emisiones entre sistemas

Sistema	Dióxido de carbono (kg/año)	Monóxido de carbono (kg/año)	Hidrocarburos no quemados (kg/año)	Material particulado (kg/año)	Dióxido de azufre (kg/año)	Óxido de nitrógeno (kg/año)
Biodigestor	730	7.69	0.336	0.0466	0	7.22
conectado a la red	44790	0	0	0	747	367

Fuente: elaboración propia

La implementación de un generador alimentado por biogás producido en un biodigestor a base de biomasa residual de la caña de azúcar para suplir la demanda energética del proceso de molienda, es un 37.8% más costosa que realizar la conexión de la carga eléctrica al SIN, debido al incremento del costo presente neto del sistema generador al tener más componentes que requieren capital económico a lo largo de la vida útil del sistema.

El generador y el biodigestor requieren un mantenimiento y operación cuidadosos para asegurar su eficiencia y confiabilidad a lo largo del tiempo. Los costos asociados con el mantenimiento y la gestión de biomasa pueden aumentar la complejidad y los gastos en comparación con una conexión al SIN, que generalmente se basa en infraestructuras establecidas y mantenidas por entidades especializadas. Aunque la generación de energía eléctrica a partir de biogás es una alternativa sostenible y renovable, la combustión del biogás todavía produce emisiones de dióxido de carbono (Gutiérrez, 2021), pero sólo representa el 1.6% de la cantidad generada en la obtención de energía eléctrica a partir de combustibles fósiles.

El costo de operación para el sistema conectado a la red es aproximadamente un 33% más

económico que el costo de operación del sistema biodigestor ya que no requiere gastos de reemplazo, solo debe suplir un capital inicial para el proceso de instalación y conexión al SIN.

Las incidencias ambientales son divergentes en ambos sistemas: por un lado, el SIN necesita emplear varias fuentes de energía como la térmica a base de carbón, e hidrocarburos que generan una considerable cantidad de material particulado, gases de efecto invernadero y gases tóxicos como el monóxido de carbono por la quema parcial de materia orgánica y polímeros. Por parte del sistema biodigestor, se presenta poco material particulado y niveles a menor escala de gases tóxicos como el monóxido de nitrógeno producido por el generador.

La conexión al SIN proporciona un suministro eléctrico constante y predecible, lo que puede ser ventajoso para el proceso de molienda que necesita una fuente de energía confiable. El generador a base de biogás puede estar sujeto a variaciones en la producción de biomasa, lo que podría impactar la disponibilidad de energía y su confiabilidad. Los generadores a base de biogás y los biodigestores pueden tener un mejor desempeño en términos de costo por unidad de energía producida

cuando se utilizan a mayor escala. En proyectos medianos y pequeños, los costos fijos de construcción y operación pueden representar una parte significativa de los costos totales, lo que podría aumentar la viabilidad económica al conectarse a una red eléctrica ya existente.

5. REFERENCIAS

- Arango-Aramburo, S. V. E. (2020). Implicaciones de política del Acuerdo de París en la planeación del sistema eléctrico de Colombia.
- Cabal, B. &. (2017). Revisión de emisiones de Co2 en Colombia por la generación energía eléctrica para el sistema interconectado nacional en época de fenómeno del niño entre los años 1990- 2016.
- Chávez-Sifontes, M. (2019). La biomasa—fuente alternativa de combustibles y compuestos químicos. *Anales de Química de la RSEQ*.
- Deluque Pinto, A. P. (2022). Sistema de gestión de energía para una microrred que considera la generación de electricidad a partir de biomasa. .
- Gutiérrez, A. (2021). Fuentes De Energía Renovable, Recursos Energéticos Distribuidos Y Almacenamiento En Colombia: Una Revisión De La Normatividad (Renewable Energy Sources, Distributed Energy Resources And Energy Storage In Colombia: A Review Of Regulations). *PSN: Renewable Resources & Energy*.
- Ministerio de Minas y Energía. (06 de Febrero de 2020). xm. Obtenido de <https://bit.ly/45CNQ5I>
- Peña Beltrán, L. E. (2020). Diseño de un biodigestor a partir del aprovechamiento del bagazo de la caña panelera y boñiga de caballo para la generación de biogás en un trapiche ubicado en Guavatá, Santander.
- Resano, D. G. (2022). Caracterización fisico-química del bagazo de caña de azúcar industrial y artesanal como material de construcción. *Información tecnológica*.
- Sandoval, Y. (13 de Julio de 2023). Derivex. Obtenido de <https://bit.ly/3sE9gRq>
- Torres, J. G. (2017). Estudio Comparativo Entre Las Diferentes Fuentes De Energía Eléctrica En Colombia Y La Generación De Electricidad A Partir De Biomasa.
- Ure, J. (2021). Estudio de las emisiones de gases de efecto invernadero producidas por los embalses de las centrales hidroeléctricas del Perú.
- Alcaldía Municipal Caloto. (2020). *Plan de desarrollo comunitario*. Caloto.
- Biblioteca Rural Itinerante Alejandro Chesnaje. (s.f.). *biblioteca nacional*. Obtenido de <https://bit.ly/3EqyHII>
- Cabildo Indígena del Resguardo Paez de Corinto. (2019). *Plan de vida y desarrollo resguardos indígenas de López Adentro, municipio Caloto, Cauca 2016-2019*. Caloto.
- DANE. (16 de Septiembre de 2019). *dane*. Obtenido de <https://bit.ly/3L7tw4e>
- Galán, D. (2012). Gasificación de bagazo de caña de azúcar con aire y vapor para la producción de bio-combustible.
- Homer Pro 3.11. (s.f.). *Homer Energy*. Obtenido

de <https://bit.ly/44D9iWQ>

Muñoz-Arias, C. V.-V.-Á.-C. (2021). Estudio socio-técnico del uso de energías renovables como alternativa de iluminación en las comunidades de las zonas no interconectadas. *Revista UIS Ingenierías*, 15–28.



Recibido
04-09-2023

Aceptado
09-11-2023

Determinantes de la innovación empresarial en Francia: una mirada empírica

Determinants of firms innovation in France: an empirical approach

Angela Jiseth Quintero Torres¹
Laura Valentina Rincón Amado²

Cómo citar:

Quintero, A., Rincón, A. (2023) Determinantes de la innovación Empresarial en Francia: Una Mirada Empírica. *Vía Innova*, 10 (1), 113-131.
<https://doi.org/10.23850/2422068X.5872> Resumen

¹ Economistas en formación. Semillero de Investigación en Desarrollo Regional (SIDEr) - Grupo de Investigación en Desarrollo Regional y Ordenamiento Territorial (GIDROT). Escuela de Economía y Administración. Universidad Industrial de Santander (UIS)

² Economistas en formación. Semillero de Investigación en Desarrollo Regional (SIDEr) - Grupo de Investigación en Desarrollo Regional y Ordenamiento Territorial (GIDROT). Escuela de Economía y Administración. Universidad Industrial de Santander (UIS)

Resumen

El estudio tiene por objetivo establecer los principales determinantes de la innovación empresarial en Francia con un alcance explicativo. Para dar respuesta a la probabilidad de innovar se utilizaron las técnicas econométricas: *logit* y *probit*. Para la estimación se utilizó la base de datos del Banco Mundial (2023) obtenida de las encuestas realizadas a empresas francesas en el 2021 provenientes del Enterprise Surveys. Uno de los principales hallazgos es la importancia que recibe la inversión en investigación y desarrollo para la innovación en procesos y productos, lo que resalta la relevancia del apoyo a la generación de conocimiento científico para desarrollo de avances tecnológicos que impulsen la innovación en las empresas francesas; además, el inesperado impacto negativo que tiene la experiencia en la probabilidad de innovar en las empresas. Estos resultados demuestran la importancia del apoyo a determinantes generadores de innovación empresarial y la corrección a las variables con impactos negativos, esto sugiere que, si Francia desea optimizar su posición internacional mejorando su economía, las empresas y su crecimiento son un factor decisivo. Es por esto por lo que factores relacionados con el crecimiento empresarial como la innovación deberían ser apoyadas tanto por entidades privadas como entidades estatales nacionales.

Palabras clave: Innovación empresarial, *Logit*, *Probit*, Investigación y Desarrollo.

Abstract

The study aims to establish the main determinants of business innovation in France with an explanatory scope. Econometric techniques were used to respond to the probability of innovation: logit and probit. The estimate used the World Bank database (2023) obtained from surveys of French companies in 2021 from the Enterprise Surveys. One of the main findings was the importance of investment in research and development for both process and product innovation, which highlights the relevance of support for the generation of scientific knowledge for the development of technological advances that promote innovation in French companies. In addition, the unexpected negative impact that experience has on the probability of innovating in companies. These results demonstrate the importance of supporting determinants that generate business innovation and correcting variables with negative impacts, suggesting that, if France wants to improve its international position by improving its economy, companies and their growth are a decisive factor. This is why factors related to business growth such as innovation should be supported by both private and national state entities.

Key words: Enterprise innovation, Logit, Probit, research and development

1. INTRODUCCIÓN

La innovación se ha definido de distintas maneras dependiendo del contexto hablado, pero en términos generales se puede explicar como el proceso en el que se desarrollan o crean nuevas ideas, conceptos, procedimientos, productos o servicios para aportar valor a una organización (García et al., 2021, Ríos, 2020 y Terán et al, 2019). Impulsa el progreso, el desarrollo y la competitividad en la globalidad, ya que ofrece mayores ventajas competitivas, eficiencia, empleo y aumento en el ingreso, además motiva la creación de nuevas industrias y transforma a la sociedad. Según Seclen y Barrutia (2019) y Skordoulis et al. (2020), la innovación empresarial es el proceso mediante el cual una empresa mejora o crea nuevos productos, técnicas, formas de comercializar y realizar cambios organizativos con el fin de adaptarse al entorno y generar ventajas competitivas sostenibles en el tiempo que le permitan asegurar su supervivencia y respetar el medio ambiente y la sociedad. Palacios et al. (2017) indican que la innovación puede darse en productos, procesos, en el campo organizacional o en la comercialización. La innovación en productos se genera al introducirse un bien o servicio nuevo o mejorado en cuanto a sus características técnicas, funcionales o sus atributos; innovación en procesos hace referencia a la introducción o mejoramiento de un proceso de producción, distribución o provisionamiento de un bien o servicio; innovación organizacional es implementar nuevos métodos organizacionales para la gestión de la

empresa, modelo de negocio o en las relaciones externas; e innovación en la comercialización es cuando se aplica un nuevo método de *marketing* en donde se dan cambios en el diseño del producto, posicionamiento, promoción en los canales de venta o incluso en los precios. La noción de sistema de innovación se basa en la idea de que una empresa está integrada en diversas redes e instituciones, y los procesos de innovación surgen de las interacciones entre la empresa y los diversos actores que constituyen su entorno (nacional, regional o sectorial) (Galliano, D., & Nadel, S. 2015).

La innovación es sumamente importante debido a las constantes demandas de las organizaciones actuales para enfrentar los desafíos presentados en un mundo complejo y agitado (Lomineishvili, 2021 y Jiménez y Geldes, 2019). Es decisiva para la permanencia y existencia de estas organizaciones mientras hacen sus esfuerzos por evolucionar y adaptarse en mercados y tecnologías en continuo movimiento (Dodgson & Gann, 2019, Evers et al., 2023 y Anning-Dorson & Nyamekye, 2020). Francia es destacado como uno de los líderes de Europa en cuanto a las 100 empresas más innovadoras, conformado por 71 polos de competitividad que crean un ecosistema atrayente de laboratorios, universidades, startups y grandes empresas (Campus France, s.f.). La innovación en Francia desempeña un papel fundamental en su desarrollo económico y social, por esto el gobierno ha aplicado políticas y programas que la impulsan, especialmente con apoyos a la investigación y desarrollo en sus diferentes centros de investigación. Reúnen a agentes

heterogéneos como laboratorios de investigación, estructuras tecnológicas, organizaciones financieras, brokers, start-ups, empresas y terceros lugares (*fablabs*, espacios de *coworking*, *living labs*) dentro de un contexto interactivo y estratégico (Boyer, J., Ozor, J., & Rondé, P. 2021). Además, han implementado políticas gubernamentales que buscan favorecer a las empresas en la adopción de innovación a través de subsidios, incentivos fiscales y préstamos, también han promovido arduamente la cooperación entre empresas y centros de investigación con el fin de incentivar la transmisión de conocimiento y tecnología.

Por ello, se busca analizar y establecer los principales determinantes de la innovación empresarial en Francia. Para alcanzar este objetivo, el presente trabajo se dividió de la siguiente manera: primero, el marco teórico en donde se dará una descripción de las diferentes teorías en las que se basó la investigación; segundo, el estado del arte que contextualiza lo encontrado en la revisión de la literatura acerca de los estudios previos referentes a la innovación en Francia; tercero, la presentación de la metodología empleada para el análisis de las variables; cuarto, los resultados más importantes obtenidos al estimar el modelo; y finalmente, las conclusiones a las que se llegaron con lo analizado y encontrado en la investigación.

2. MARCO TEÓRICO

La posición de Tardé (1907) sobre el proceso de innovación según Kinnunen (1996), revela lo que el autor denomina los efectos de la inno-

vación como cambios sociales, originado por las iniciativas, invenciones y descubrimientos que realiza un sujeto en todas sus áreas sociales como lo son: religión, arte, política, derecho, industria, entre otros. Para que se dé la innovación debe darse primero la invención y después la difusión por medio de la imitación, la invención entendida como la facultad mental de cada individuo para conectar ideas existentes provenientes de sí mismos u otros individuos; a la imitación la define como la esencia de la innovación, ya que una invención sin ser compartida está socialmente muerta. La imitación se puede dar de manera lógica, es decir, el sujeto decide repetir la invención o apropiarse de ella porque considera que es útil o necesaria para sus metas y objetivos personales. En contraste, la imitación también se puede dar de forma no lógica, cuando en la sociedad ocurre un suceso inesperado se adopta la reciente invención como una respuesta al suceso accidental, es decir, no se da de manera libre sino obligada para el bienestar del individuo o sociedad.

Por su parte, Schumpeter (1939) indica que la innovación son todas las intenciones de hacer de alguna manera diferente los procesos de producción en la industria, específicamente la función de producción. Añade que la combinación de los factores de producción es la base de la innovación, sin embargo, enfatiza en la importancia de que sean nuevas combinaciones para considerarse “innovación”. Además de la utilidad que le da este autor para definir el desarrollo, desde el ámbito tecnológico, a partir de combinaciones nunca vistas

se crea algo totalmente nuevo que contribuye al avance de la sociedad. Schumpeter (op cit.) también lo utiliza para caracterizar al empresario, emprendedor que por medio de la combinación decide ser innovador introduciendo en su labor distintas formas de lograr su objetivo dejando lo ya establecido y rutinario.

Aunque Tarde y Schumpeter se especializan en distintas áreas, social y económica respectivamente, se logran identificar similitudes en sus teorías o puntos base similares. A partir de Djellal y Gallouj (2023), se tiene que ambos definen la innovación como la combinación de recursos (Schumpeter) ideas o experiencias (Tarde). Además, Schumpeter hace una caracterización entre innovación e invención, fenómeno social y discontinuo para el primero y fenómeno extrasocial continuo y acumulativo para el segundo. De la misma manera, Tarde también lo hace para su concepto de invención, este divide invenciones teóricas y prácticas o acumulables (descubrimientos científicos que se acumulan en el tiempo) y sustituibles (invenciones industriales como plan o medios de acción). Así se puede afirmar que “innovación” en el estudio de Schumpeter es igual a “invenciones prácticas y sustituibles” de Tarde, mientras que “invención” es igual a “invenciones teóricas y acumulativas”.

La innovación también puede definirse como el proceso de llevar las ideas o invenciones a la práctica, tal como lo hacen Carter y Williams (1958). Según Godin et al. (2021), la teoría estuvo dirigida hacia los problemas de retraso en la ejecución de tecnología en las industrias, es decir, la innovación tecnoló-

gica. Su estudio gira entorno a los factores y condiciones de la innovación tecnológica, esto a través de una serie de etapas por las cuales se aplica el conocimiento en la industria; estas etapas están comprendidas desde la investigación al desarrollo y la producción. Recalcan la importancia de la innovación para poder sobrevivir en un mundo con un mercado altamente competitivo, además la clasifica en dos: activas y pasivas, las innovaciones activas están relacionadas con la búsqueda de nuevos mercados y las pasivas a esas respuestas que se dan por las presiones del mercado. También, le dan importancia al Estado en la aplicación de los procesos de innovación a través de políticas de innovación en caminadas al apoyo en la I+D, la educación, vigilancia, competencia y al comercio.

3. ESTADO DEL ARTE

En primer lugar, Mulkay (2019), estudió cómo las medidas de concentración de empresas en un mercado tienen un efecto en la innovación a nivel empresarial en Francia. Para ello, emplearon una muestra no equilibrada de las encuestas anuales francesas de I+D realizadas por Community Innovation Surveys (CIS). En esta encuesta participaron 9.374 empresas para un periodo que abarca los años 2000 a 2013. La técnica estadística que emplearon para el análisis del estudio fue un modelo probit de efectos aleatorios. Las variables analizadas más destacadas son: la intensidad de I+D, la brecha tecnológica, el índice de competencia, la participación de mercado de la empresa, las tasas de exportación y las tasas de importación

a nivel industrial. Los resultados econométricos obtenidos en el estudio confirman la relación en forma de U invertida entre el índice de Lerner (concentración del mercado) y la innovación. Por lo tanto, se evidencia la existencia de un efecto negativo de la competencia sobre la innovación, lo cual se entiende como que a más competencia en la industria o menor participación de mercado, hay un efecto negativo en la propensión a innovar en productos o procesos, este efecto da la impresión de ser levemente más fuerte en la innovación de productos que en procesos.

De igual manera, Akcigit et al. (2020) realizaron una investigación a nivel de empresas, pero enfocado hacia el impacto de las políticas de innovación en la economía agregada. La estimación se hizo con una muestra de 13.708, observación en un periodo analizado entre el 2000 al 2006 mediante la utilización de modelos Tobit. Para ello, usaron información de la Encuesta Anual de I + D presentada por el Ministerio de Investigación francés, y combinaron la base de datos de “Enquete Liaisons Financieres” (LIFI) y “Enquete Annuelle des Entreprises” (EAE). Evidenciaron que las políticas de innovación pueden incrementar la inadecuada asignación de recursos en las dinámicas de la economía debido a que se financiaría excesivamente a la investigación aplicada. También se halla una complementariedad entre los servicios públicos y las inversiones privadas en investigación, cuando hay mayor conocimiento básico en los laboratorios de investigación públicos, las empresas privadas

se registrarán bajo estos resultados, haciendo de mayor impacto las innovaciones producidas.

Por otro lado, Carboni y Medda (2021) hacen una investigación acerca del papel de la innovación en empresas europeas y su gasto en I + D. En el análisis emplearon la Encuesta EU-EFIGE/Bruegel-Unitcredit con información de 14.911 empresas representativas en la industria manufacturera de Europa (Francia, Italia, Alemania, Reino Unido, Austria, España y Hungría), durante los años 2007 - 2009. Adoptaron dos técnicas econométricas distintas: un modelo de Tobit para estimar el efecto de la intensidad de I + D y la innovación sobre las inversiones tangibles, y un sistema de ecuaciones de regresión basadas en una técnica de regresión aparentemente no relacionada (SUR, por sus siglas en inglés) para estimar modelos Probit en las propensiones a realizar inversiones tangibles, actividades de I + D y la probabilidad de tener ventas positivas en productos innovadores. Se analizan la estructura de la empresa, la fuerza laboral, inversión, innovación tecnológica, I + D, internacionalización, finanzas, mercado y precios. Los resultados del estudio concluyen que la I + D y la innovación tienen un efecto positivo en la decisión de inversión, en donde la I + D tienen un impacto mayor que el de la innovación.

La investigación de Reljic et al. (2023), tiene como objetivo de estudio la relación entre el desempeño de trabajo no estándar e innovación, a través de una revisión detallada de evidencias empíricas sobre el impacto de la desregulación del mercado laboral en la productividad e innovación tanto de productos

como procesos. Por ello, tomaron como fuente de información la base de datos de innovación sectorial (SID) que engloba diferentes fuentes de datos a nivel industrial como la Encuesta de Innovación Comunitaria (CIS), la Encuesta de población activa de la UE (EULFS), bases de datos para análisis estructural de la OCDE (STAN) y tablas mundiales de insumo - producto (WOIT). Tomaron de referencia países europeos de relevancia: Francia, Países Bajos, Italia, Alemania y Reino Unido en un periodo comprendido entre 1994 y 2016. Con información de 18 empresas pertenecientes al sector manufacturero y 23 de servicios, en donde se encontró que hay una asociación significativamente negativa entre la proporción de los trabajadores no estándar y la innovación en procesos y productos, también que las consecuencias en la adopción del trabajo no estándar en la propensión a innovar en productos son más pronunciadas en sectores con alta tecnología.

Por el contrario, Chiappini et al. (2022) realizan una investigación entorno a cómo los subsidios a la innovación que han proporcionado el banco público de inversión francés a sus PYME han condicionado a mejores accesos de financiación de deuda y capital. Utilizaron tres bases de datos: la base de datos única de la PYME innovadoras de Bpifrance, FIGUS y FARE que son proporcionadas por el Instituto Nacional de Estadística de Francia (INSEE) en donde se recopiló la información acerca de los subsidios a la innovación que han recibido las empresas francesas, esto en un periodo de 2000 - 2014. Para su análisis utilizaron una regresión de diferencias en diferencias (DID) a

través de la cual se pudo encontrar que las empresas con subsidios a la innovación tuvieron mejoras en el acceso a financiamiento bancario, concentrado en empresas micro y pequeñas con una operación de seis años, pero no se encontraron mejoras para el acceso a financiación de capital.

Ahora bien, Fotso (2021) hace su análisis basado en clústeres franceses enfocado en el caso específico del Instituto Francés de Investigaciones Tecnológicas (TRI), trata de evaluar el efecto que podría tener una política de innovación en el empleo y resultados financieros de empresas locales sin apoyo. Entonces, emplea el uso de datos de empresas beneficiarias que han sido recogidos por Nanoelec TRI. Gracias a esto se estudió a 2.306 PYMES entre 2008 y 2016 para los resultados financieros y empleo. Además, llevo a cabo este análisis a través del método de diferencias en diferencias con efectos fijos, encontrando que las empresas ubicadas en regiones tratadas tuvieron una mejora significativa en su desempeño financiero comparado al de las empresas de control. El efecto de las políticas al inicio fue significativamente negativo sobre la proporción de gerentes, pero después de su implementación se obtuvo un efecto positivo.

También Anicet et al. (2022) hace un análisis de clústeres agroalimentarios en Brasil (etapa emergente) y Francia (etapa de crecimiento) en cuatro empresas para hallar respuesta al interrogante de cómo los clústeres tienen influencia en la innovación de las empresas. Debido a esto hacen un estudio con un enfoque cualitativo basado en la recolección de

datos a manera de investigación documental, en donde se hicieron 32 entrevistas a expertos de este sector entre 2015 y 2016. Se halló que en los clústeres franceses hay más proactividad al innovar en comparación con los brasileños, en los primeros se tienen programas de formación y premios para las empresas que conducen hacia la innovación, en cambio los brasileños están más enfocados en qué hacer para ayudarlos, no en estimularlos. Esto los lleva a concluir que la influencia del clúster va a variar de acuerdo con su etapa de desarrollo, pero estos siguen teniendo un papel importante para la innovación.

Finalmente, Dicuonzo et al. (2022) se encargan de investigar la relación entre las prácticas ambientales, sociales y de gobierno (ESG) y la

innovación, esta última medida por la inversión en I + D y el número de patentes que han desarrollado las empresas. Se analizó por medio de regresión de datos panel con información obtenida a través de las bases de datos de Refinitiv, Datastream y USPTO de la Oficina de Patentes y Marcas de EE. UU., con una muestra de 1.787 empresas importantes en el sector industrial de países como Estados Unidos, Francia, España, Alemania, Italia y Reino Unido en un periodo comprendido entre 2013 y 2020. Sus resultados concluyeron que las empresas que se enfocan más a la innovación se desempeñan de mejor manera en la adopción de prácticas ESG, esto sugiere que las empresas que más invierten en I + D y patentes, poseen mejores rendimientos ESG.

Tabla 1. Resumen de literatura académica con enfoque cuantitativo sobre los efectos de la innovación en las empresas.

Autor	Variable dependiente	Variables independientes	Técnica estadística	Base de datos	Tamaño de muestra
Mulkay (2019)	Innovación, producto y procesos	Índice de Lerner Concentración de empresas Producto Proceso Empleo Empleo2 Registro (K / L) (I+D / Ventas) (I+D / Ventas)2 Tasa de exportación Tasa de importación Distancia Competencia Competencia 2 Cuota de mercado Cuota de mercado2 Participación relativa Participación relativa2	Modelo probit de efectos aleatorios	Muestra no equilibrada de las encuestas francesas de I+D (CIS)	9.374 empresas y corresponde
Akcigit et al. (2020)	Intensidad de investigación básica	N° de registro de industrias Participación estatal en 1985 Subsidios a la I + D Log del empleo Colaboración universitaria Industria FE Año FE	Modelo Tobit	Encuesta anual de I+D realizada por el Ministerio de Investigación francés. Además, se combinó dos bases de datos "Enquete Liaisons Financieres" (LIFI) y "Enquete Annuelle des Entreprises" (EAE).	La muestra está compuesta por 13.708 observaciones de empresas

Autor	Variable dependiente	Variables independientes	Técnica estadística	Base de datos	Tamaño de muestra
Carboni y Medda (2021)	Intensidad de I + D Intensidad innovadora Intensidad de inversión	Log. número de empleados Antigüedad de las empresas Exportado antes de 2008. Pertenece a un grupo Cabeza del grupo Financiamiento interno inversiones Financiamiento interno de las inversiones Financiamiento externo inversiones Incentivos de I + D Financiamiento externo Proporción de empresas con I + D	Modelo Tobit Modelo SUR	Los datos se obtuvieron a través de la Encuesta EU-EFIGE/Bruegel-Unitcredit.	Contiene información sobre la estructura y el comportamiento de 14.911 empresas manufactureras en siete países europeos.
Reljic et al. (2023)	Innovación en productos y procesos	Porcentaje de NSW Gasto interno en I+D Gasto en maquinaria Tamaño Valor agregado Coste laboral medio Int. de alta tecnología Porcentajes generales Proporción de trabajadores manuales	Evidencia empírica	Bases de datos de innovación sectorial (SID), encuesta de innovación comunitaria (CIS), encuesta de población activa de la UE (EULFS), bases de datos de análisis estructural de la OCDE (STAN) y tablas mundiales de insumo-producto (WOIT).	Usa datos de 18 industrias manufactureras y 23 de servicios.
Chiappini et al (2022)	Subsidios a la innovación	Apalancamiento financiero Coeficiente de capital Productividad Empleo Edad Activos intangibles	Regresión de diferencias en diferencias (DID).	Combina tres bases de datos: la base de datos única de la PYME innovadoras de Bpifrance, FICUS y FARE proporcionadas por el Instituto Nacional de Estadística de Francia (INSEE).	2.622 empresas.
Fotso (2021)	Política de innovación	Edad Productividad laboral Rotación Equidad Autonomía financiera Empleados Gerentes PYME Actividades de I + D	Modelo de diferencias en diferencias con efectos fijos	Recogieron varias bases de datos: la base de datos de la DIANE, datos del DADS del INSEE y la base de datos GECIR.	Con la fusión de estas bases de datos y dejando la solo con las PYMES, se obtienen datos de 2.306

Autor	Variable dependiente	Variables independientes	Técnica estadística	Base de datos	Tamaño de muestra
Anicet et al. (2022)	Influencia del clúster en la innovación de la empresa	Contexto Estrategia colectiva Política pública Comercialización Proactividad Relaciones externas Colaboración Asimilación Transformación Aplicación del conocimiento Gobernanza Infraestructura Recursos financieros Recursos humanos	Enfoque cualitativo	Los datos han sido recolectados por medio de una investigación documental.	Se registraron 32 entrevistas dadas a expertos en la industria ovina en Brasil y Francia.
Dicuonzo et al. (2022)	Puntuación de ESG	I + D Patentes Comité de sostenibilidad RSC Directrices del informe GRI Puntaje de innovación ambiental EIS Responsabilidad del producto Activos totales Capitalización de mercado Rendimiento de los activos	Modelo de regresión de datos panel	Se utilizaron las bases de datos Refinitiv, Datastream y la base de datos de la Oficina de Patentes y Marcas de EE. UU. Además, una fuente adicional USPTO.	El análisis se hizo con 1.787 empresas, pero al final estuvo enfocado en una muestra de 182 empresas.

De la literatura indagada con anterioridad acerca de estudios recientes sobre algunos de los determinantes de la innovación en Francia, se puede evidenciar cómo esta tiene un papel preponderante en las dinámicas económicas de las empresas, por lo tanto, se centran en desarrollarla a través de formaciones e incentivos por su implementación. Además, se observaron elementos relevantes en las diferentes investigaciones tales como la competencia, las políticas enfocadas en la I + D, la financiación, el trabajo no estándar y la adopción de prácticas ESG. También, se hizo uso de diferentes modelos econométricos para su análisis, pero el modelo Tobit y el modelo DID fueron los que más se utilizaron.

4. METODOLOGÍA

La investigación tiene un alcance explicativo debido a que con ella se pueden analizar fenómenos o problemas de investigación recientes, desconocidos o que han sido poco estudiados; además, permiten conseguir información acerca de poder llevar a cabo investigaciones muy completas y profundas con respecto a un contexto en particular, determinar conceptos o variables importantes en la investigación, fijar las prioridades en las futuras investigaciones así como suscitar hipótesis, afirmaciones y postulados (Hernández- Sampieri y Mendoza, 2018).

Para analizar la base de datos se implementarán dos métodos de regresión: logística y probabilística. Un modelo de regresión logística ya que como lo indicó Celis de la Rosa y Labrada (2014), este método es empleado para el análisis

sis de datos en los que sus variables Explicativa y Respuesta pueden tomar dos valores, por lo general toman valor “1” cuando se está en presencia de la característica que es de interés y “0” cuando no se encuentra esta característica. Un elemento primordial en este método es la función logística expresada en la ecuación (1):

$$f(z) = \frac{1}{1+e^{-z}} \quad (1)$$

En donde e indica la función exponencial y z a algún número que este entre $-\infty$ y $+\infty$ pero en este caso será un número que se halle entre 0 y 1.

Un segundo modelo de regresión probabilística en donde tal como lo dicen Watson y Stock (2012), este es un modelo de regresión no lineal utilizado precisamente para variables dependientes binarias. Por lo tanto, esta regresión modela la probabilidad de que $Y = 1$, entonces los valores estimados están entre 0 y 1 y se utiliza la función de distribución acumulada normal estándar. Un modelo probit con un solo regresor X es como se muestra en la ecuación (2)

$$\Pr(Y = 1|X) = \Phi(b_0 + b_1X) \quad (2)$$

donde Φ es la función de distribución de probabilidad acumulada normal estándar y el término desempeña el papel de « z » en la distribución normal estándar acumulada.

La Tabla 2 muestra un resumen acerca de las variables dependientes e independientes que se emplearán para la realización de la in-

vestigación. Las variables independientes utilizadas son: el gasto realizado por las empresas en I + D, participación total o parcial que tienen los individuos u empresas extranjeras en la organización, la cifra total de empleados de la empresa tanto permanentes como temporales, además de los años que estas llevan en funcionamiento hasta el momento en el que se realizó la encuesta. También, el si la empresa ha llevado a cabo ventas en el extranjero, la cantidad de años de experiencia que posee su gerente general, las inversiones en capacitaciones a sus empleados temporales y permanentes, además la idoneidad que tienen para poder introducir herramientas tecnológicas.

Tabla 2. Variables empleadas en el estudio.

Variables dependientes		
Variable	Concepto	Opciones
Innovación en productos (h1)	Durante los últimos tres años la empresa ha introducido productos o servicios nuevos o mejorados.	Sí (1) No (0)
Innovación en procesos (h5)	Durante los últimos tres años, la empresa ha introducido algún proceso nuevo o mejorado.	Sí (1) No (0)
Variables independientes		
Variable	Concepto	Opciones
I + D (h8)	Durante el último año fiscal se han realizado gastos en actividades de investigación y desarrollo	Sí (1) No (0)
Participación extranjera (b2b)	Porcentaje de la empresa que es propiedad de individuos u organizaciones de otro país.	≥ 10% (1) < 10% (0)
Tamaño de la empresa (l7)	Número de trabajadores permanentes y temporales.	2 – 1.791
Tiempo de funcionamiento (b6b)	Años desde que se estableció la empresa hasta el momento en que se realizó la encuesta.	1- 200
Exportaciones (d3c)	La empresa realizó ventas en el extranjero.	Sí (1) No (0)
Experiencia (b7)	Años de experiencia del gerente general de la empresa.	1 - 64
Capacitaciones (l10)	La empresa realizó actividades de formación y entrenamiento al personal permanente y/o temporal.	Sí (1) No (0)
Website (c22b)	La empresa cuenta con su propio sitio web o página de redes sociales.	Sí (1) No (0)

Fuente: Elaborado a partir del Banco Mundial (2023).

Los datos provienen de un conjunto de datos de encuestas a empresas francesas, *Enterprise Surveys (ES)* realizadas por el Banco Mundial (2023) como proyecto en curso a través del cual buscan recopilar tanto datos objetivos basados en la experiencia de las empresas como en su percepción acerca del entorno en el que operan con el objetivo de conocer las experiencias de las empresas pertenecientes al sector privado, en concreto para este estudio se utilizan valores correspondientes al año 2021 con información acerca de 1.567 empresas, pero al eliminar los datos que contenían faltantes, omisiones y los casos de no sabe esto se redujo a 1.379 empre-

sas. Los modelos econométricos se estimaron a través de la utilización del software estadístico Stata (StataCorp, 2023).

5. RESULTADOS

Con el fin de dar una contextualización de la innovación empresarial, se realizó una comparación entre cuatro países europeos con economías similares: Francia, Austria, Países Bajos, España y Alemania. Al analizar los porcentajes se evidencia que Francia dispone de cifras bajas en innovación en comparación con algunos de estos países. En Francia el 50,83% de las empresas desarrollan innovación en

productos, esta cifra es superior a Países Bajos (46,41%), pero inferior a las presentadas por España, Austria y Alemania. Por otro lado, las cifras de empresas que desarrollan innovación en procesos son más bajas en comparación a las de productos, a excepción de Países Bajos donde el 59,37% de las empresas realizan innovación en procesos, Francia está por encima de Austria y España con el 32,92%. Analizando los porcentajes obtenidos, se puede considerar que Francia tiene una mejor posición en innovación en procesos comparado a la innovación en productos donde está por debajo de tres países. (Ver Tabla 3)

Tabla 3. Innovación en productos y procesos en una selección de países.

País (año de la encuesta)	Porcentaje de empresas que adelantan innovación en productos	Porcentaje de empresas que adelantan innovación en procesos
Francia (2021)	50,83%	32,92%
Austria (2021)	55,69%	24,75%
Países Bajos (2020)	46,41%	59,37%
España (2021)	58,06%	26,79%
Alemania (2021)	52,23%	37,06%

Fuente: Elaboración propia con información del Banco Mundial (2023)

Por otro lado, se estimaron modelos econométricos a partir de la base de datos de Francia (2021), con el propósito de observar la relación que existe entre las variables dependientes y las variables independientes. Además, relacionar esto con lo analizado a través de las diferentes teorías y antecedentes acerca de estudios previos.

La Tabla 4 muestra los resultados de estimar la variable Innovación en productos con las variables independientes. En el Modelo 1 se utiliza Logit, encontrando no significativas las

variables: participación extranjera, tamaño de la empresa y exportaciones. Por su parte, el Modelo 2 utiliza la misma técnica estadística anterior, pero dejando por fuera las variables que no resultaron significativas. Entonces, se tiene que la inversión en I + D, las capacitaciones y website tienen un efecto positivo sobre la probabilidad a innovar en productos, esto respalda lo dicho por Tarde (1907) ya que estas fomentan la habilidad mental de crear, facilitándole al individuo las herramientas para incrementar su conocimiento para dar lugar al proceso mental de crear algo nuevo de forma espontánea o a partir de nuevas relaciones de lo ya existente. Con estos resultados se puede afirmar que entre más antigua sea una empresa y mayor su experiencia, se crea una rigidez e inflexibilidad a la demanda de cambios en un mercado altamente competitivo, optan por ser conservadores y mantener las prácticas que han caracterizado a la empresa desde sus inicios. Además, esto se apoya en lo argumentado por Villani, E. et al. (2023) y Basly y Abdelwahed (2023), en donde sostienen que las empresas familiares frecuentemente están enfrentadas a una tensión absurda entre su apego al pasado y su necesidad por renovarse e innovar para continuar siendo competitivas, esto limita la innovación porque esta posiblemente se muestre renuente a cooperar con otras empresas o a permitir el uso de licencias de su propiedad intelectual a otros, por miedo a debilitar su ventaja competitiva.

Los resultados de los modelos anteriores se respaldan con lo hallado por medio de la técnica Probit, en donde para el Modelo 3 se encontraron no significativas las mismas va-

riables del Modelo 1, y al hacer la estimación del Modelo 4, sin esas variables, se obtuvieron los mismos efectos.

Tabla 4. Resultados de la estimación: Innovación en productos

Variables	Modelo (1) - Logit	Modelo (2) - Logit	Modelo (3) - Probit	Modelo (4) - Probit
Constante	-0,2441	-0,1829	-0,151	-0,11387
I+D (h8)	0,9219***	0,995***	0,5713***	0,6127***
Participación extranjera (b2b)	0,1940	-	0,1170	-
Tamaño de la empresa (l7)	0,0002	-	0,00015	-
Tiempo de funcionamiento (b6b)	-0,0087**	-0,0078**	-0,00541	-0,0048**
Exportaciones (d3c)	0,19402	-	0,1206	-
Experiencia (b7)	-0,0093**	-0,0099**	-0,0058*	-0,0061**
Capacitaciones (l10)	0,2109*	0,2224*	0,1303*	0,1375*
Website (c22b)	0,3257**	0,3259**	0,20164*	0,20207*
N	1379	1379	1379	1379
Cuenta R ²	59,8%	60,3%	60%	60,2%
* p < 0,1, ** p < 0,05, *** p < 0,01.				

La Tabla 5 muestra la estimación de la variable Innovación en procesos con las variables independientes, en donde para el Modelo 1 se hallan no significativas las variables Participación extranjera, Tamaño de la empresa, Tiempo de funcionamiento y Exportaciones. Además, se encuentran significativas las variables inversión en I + D, capacitaciones, experiencia y website. Por consiguiente, se realizó el Modelo 2 solamente con las variables significativas, donde se encuentra que la experiencia tiene un efecto negativo, y las variables inversión en I + D, capacitaciones y website tienen un efecto positivo, es decir, incentivan a la innovación en procesos. Esto respalda lo planteado por Schumpeter (2002) y Carter y Williams (1971), quienes coinciden en que la innovación se da por la implementación o desarrollo de la

tecnología en los procesos de producción de una empresa, ya que estas estimulan el conocimiento para la creación de tecnología y desarrollo en el proceso productivos.

Secuencialmente, se desarrollaron los modelos 3 y 4 a través de Probit. Estos modelos apoyan lo encontrado en el modelo de Tobit, lo que le da mayor robustez a la estimación y a los resultados hallados, ya que la significancia y los efectos de las variables en la innovación en procesos es la misma con las dos técnicas econométricas.

Tabla 5. Resultado de la estimación: Innovación en procesos

Variables	Modelo 1 - Logit	Modelo 2 - Logit	Modelo 3 - Probit	Modelo 4 - Probit
Constante	-1,2575***	-1,2349***	-0,7685***	-0,7555***
I+D (h8)	0,6572***	0,6946***	0,4041***	0,4271***
Participación extranjera (b2b)	-0,1521	-	-0,09643	-
Tamaño de la empresa (l7)	0,0004	-	0,0002	-
Tiempo de funcionamiento (b6b)	-0,0005	-	-0,0003	-
Exportaciones (d3c)	0,1303	-	0,0815	-
Experiencia (b7)	-0,0088*	-0,0087*	-0,00548*	-0,0054*
Capacitaciones (l10)	0,3141*	0,3196**	0,1906*	0,1940*
Website (c22b)	0,3337*	0,3405*	0,2019*	0,2064*
N	1379	1379	1379	1379
Cuenta R ²	67,3%	67,3%	67,2%	67,3%
* p < 0,1, ** p < 0,05, *** p < 0,01.				

Los resultados revelan la importancia que tiene la inversión en I + D para impulsar a la innovación en productos y procesos, apoyándose en lo encontrado por Mulkay (2019) en su estudio en donde igualmente esta variable guarda un efecto positivo, por lo que las empresas con mayores inversiones en I + D son más propensas a innovar. Por otro lado, Carboni y Medda (2021) en su investigación observaron igualmente un impacto negativo de la experiencia, concluyendo en que las empresas más jóvenes tienen un mayor dinamismo empresarial.

6. CONCLUSIONES

La innovación empresarial en Francia es un fenómeno que ha venido tomando fuerza gracias a las políticas implementadas para su desarrollo. Sin embargo, se encuentra en un puesto promedio frente a otros países desarrollados con

índices más altos de innovación. La revisión de la literatura apoya y explica las decisiones tomadas en pro de la innovación; el comportamiento que ha tenido el país se puede explicar por las teorías de innovación para países desarrollados, es decir, encaja en la descripción de países con características similares.

A través del análisis de las variables más significativas para determinar cuáles eran las más influyentes en el desarrollo de la innovación de las empresas discriminando el tipo de innovación en procesos y productos. Los hallazgos fueron los esperados: variables como inversión en I + D resultó ser significativa para los dos tipos de innovación, lo que da cumplimiento al objetivo planteado. Esto implica que esta variable es de suma importancia para el crecimiento y competitividad de las empresas, debido a que proporciona herramientas para desarrollar ventajas competitivas que les

permitan mantenerse a la vanguardia en un mercado en constante cambio y evolución y, de esta manera, establecerse con una posición sólida para generar valor a largo plazo, tanto a sus clientes como accionistas.

Para finalizar, se recomienda ahondar esta investigación en un periodo más amplio con el objetivo de tener una visión más general sobre cuáles han sido los determinantes con mayor influencia a través del tiempo y poderlos comparar con los encontrados en este estudio. Además, es necesario complementar el análisis con un estudio donde se aborde la intensidad y medios utilizados por el gobierno para apoyar estas prácticas de las empresas, ya que se encontraron referencias importantes sobre la intervención del Estado por medio de subsidios que contribuyen al desarrollo de la innovación en las empresas.

7. AGRADECIMIENTOS

Las autoras agradecemos el acompañamiento realizado por los líderes del Semillero de Investigación en Desarrollo Regional (SIDeR) - Grupo de Investigación en Desarrollo Regional y Ordenamiento Territorial (GIDROT) en la realización de la presente investigación. También agradecemos las valiosas sugerencias de distintos compañeros de estudio durante la realización de este.

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Akcigit, U., Hanley, D. & Serrano-Velarde, N. (2021). Back to Basics: Basic Research Spillovers, Innovation Policy, and Growth. *The Review of Economic Studies*. 88(1), 1–43.

- <https://doi.org/10.1093/restud/rdaa061>
- Anning-Dorson, T. & Nyamekye, M.B. (2020). Be flexible: turning innovativeness into competitive advantage in hospitality firms. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 32 (2), 605-624. <https://doi.org/10.1108/IJCHM-12-2018-1014>
- Banco Mundial (2023). *Enterprise Surveys* (Austria 2021). <http://www.enterprisesurveys.org>
- Banco Mundial (2023). *Enterprise Surveys* (France 2021). <http://www.enterprisesurveys.org>
- Banco Mundial (2023). *Enterprise Surveys* (Germany 2021). <http://www.enterprisesurveys.org>
- Banco Mundial (2023). *Enterprise Surveys* (Netherlands 2020). <http://www.enterprisesurveys.org>
- Banco Mundial (2023). *Enterprise Surveys* (Spain 2021). <http://www.enterprisesurveys.org>
- Basly, S., & Abdelwahed, Y. (2023). Commitment to Learning and Open Innovation in Family Firms: Exploring the Moderating Effect of Family-to-firm Identity Fit. *The Journal of Entrepreneurship*, 32(2), 420-448. <https://doi.org/10.1177/09713557231184454>
- Bittencourt, B.A., Zen, A.C., Prévot, F. & Schmidt, V.K. (2022). How to Be More Innovative in Clusters? The Influence of Geographical Agglomerations on Its Firms. *Journal of the Knowledge Economy*. <https://doi.org/10.1007/s13132-022-00975-2>
- Boyer, J., Ozor, J., & Rondé, P. (2021). Local innovation ecosystem: structure and impact

- on adaptive capacity of firms. *Industry and Innovation*, 28(5), 620–650. <https://doi.org/10.1080/13662716.2021.1891407>
- Campus France. (s.f.). Dinamismo industrial e innovación a la francesa. <https://www.campusfrance.org/es/dinamismo-innovacion-Francia>
- Carboni, O.A. & Medda, G. (2021). Innovative activities and investment decision: evidence from European firms. *The Journal of Technology Transfer*. 46, 172–196. <https://doi.org/10.1007/s10961-019-09765-6>
- Carter, C. & Williams, B. (1958), *Investment in Innovation*, London: Oxford University Press.
- Celis de la Rosa, A. y Labrada, M. V. (2014). *Bioestadística* (3ª ed.). Editorial El Manual Moderno.
- Chiappini, R., Montmartin, B., Pommet, S. & Demaria, S. (2022). Can direct innovation subsidies relax SMEs' financial constraints? *Research Policy*. 51(5). <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004873332200021X>
- Dicuonzo, G., Donofrio, F., Ranaldo, S. & Dell'Atti, V. (2022). The effect of innovation on environmental, social and governance (ESG) practices. *Meditari Accountancy Research*. 30(4), 1191-1209. <https://doi.org/10.1108/MEDAR-12-2020-1120>
- Djellal, F. & Gallouj, F. (2023). The Laws of Imitation and Invention: Gabriel Tarde and the Evolutionary Economics of Innovation. SSRN. <https://ssrn.com/abstract=4344822>
- Dodgson, M., & Gann, D. (2019). *Innovación*. Antoni Bosch Editor. <https://www.digitali-publishing-com.bibliotecavirtual.uis.edu.co/a/98749>
- Evers, N., Ojala, A., Souza, C., Criado, A. (2023). Unraveling business model innovation in firm internationalization: A systematic literature review and future research agenda. *Journal of Business Research*, 158, <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2023.113659>
- Fotso, R. (2022). Evaluating the indirect effects of cluster-based innovation policies: the case of the Technological Research Institutes in France. *The Journal of Technology Transfer*. 47, 1070–1114. <https://doi.org/10.1007/s10961-021-09865-2>
- Godin, B., Gaglio, G. & Vinck, D. (2021). *Handbook on Alternative Theories of Innovation*. Edward Elgar.
- Galliano, D., & Nadel, S. (2015). Firms' Eco-innovation intensity and sectoral system of innovation: The case of french industry. *Industry and Innovation*, 22(6), 467–495. <https://doi.org/10.1080/13662716.2015.1066596>
- García, J., Tumbajulca, I. & Cruz, J. (2021). Innovación organizacional como factor de competitividad empresarial en mypes durante el Covid-19. *Comuni@cción*, 12(2), 99-110. <https://dx.doi.org/10.33595/2226-1478.12.2.500>
- Hernández- Sampieri, R. y Mendoza, T. C. (2018). *Metodología de la Investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGRAW-HILL.
- Jiménez, A. y Geldes, C. (2019). Los desafíos de la innovación en Latinoamérica. *Journal of technology management & in-*

- novation. 14. 3-5. DOI: 10.4067/S0718-27242019000400003
- Kinnunen, J. (1996). Gabriel Tarde as a Founding Father of Innovation Diffusion Research. *Acta Sociologica*. 39(4), 431–442. <http://www.jstor.org/stable/4194846>
- Lomineishvili, K. (2021). How Entrepreneurial Management and Continuous Learning Affect the Innovation and Competitiveness of Companies?. *Economic Alternatives*, 3, 459-468. <https://doi.org/10.37075/EA.2021.3.08>
- Mulkay, B. (2019). How does competition affect innovation behaviour in french firms? *Structural Change and Economic Dynamics*. 51, 237-251. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2019.05.003>
- Palacio, A., Arévalo, P., & Guadalupe, J. (2017). Tipología de la Innovación Empresarial según Manual de Oslo. *Revista Ciencia América*, 6(1), 97-102.
- Reljic, J., Cetrulo, A., Cirillo, V. & Coveri, A. (2023) Nonstandard work and innovation: evidence from European industries. *Economics of Innovation and New Technology*. (32)1, 136-164. <https://doi.org/10.1080/10438599.2021.1893139>
- Ríos, R. (2020). La Innovación como Proceso en las Organizaciones. *Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo*. 2085 a 2104. https://www.researchgate.net/publication/344331328_La_Innovacion_como_Proceso_en_las_Organizaciones
- Seclen, J. & Barrutia, J. (2019). *Gestión de la innovación empresarial: conceptos, modelos y sistemas*. Fondo Editorial de la Pontificia universidad Católica del Perú.
- Skordoulis, M., Ntanos, S., Kyriakopoulos, G., Arabatzis, G., Galatsidas, S. & Chalikias, M. (2020). Environmental Innovation, Open Innovation Dynamics and Competitive Advantage of Medium and Large-Sized Firms. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 68 (4). [doi:10.3390/joitmc6040195](https://doi.org/10.3390/joitmc6040195)
- StataCorp. (2023). *Stata: Release 18. Statistical Software*. <https://www.stata.com/manuals/u.pdf>
- Stock, J. & Watson, M. (2012). *Introducción a la Econometría*. Pearson Educación.
- Tardé, G. (1907). *Las leyes de la imitación*. Daniel Jorro Editor: España.
- Terán, A., Dávila, G. & Castañón, R. (2019). Gestión de la tecnología e innovación: un Modelo de Redes Bayesianas. *Economía: teoría y práctica*, 1(50), 63-100. <https://doi.org/10.24275/etypuam/ne/502019/teran>
- Villani, E., Linder, C., De Massis, A. y Eddleston, KA(2023). Incentivos para emplearse en innovación en empresas familiares: un enfoque configuracional. *Revista de Gestión*. <https://doi.org/10.1177/01492063231157323>



Recibido
7/9/2023

Aceptado
9/11/2023

El Salado, un escenario de memoria, recuerdo y olvido social

El Salado, a site of memory, remembrance, and social forgetting

Laura Gabriela Rodríguez¹

Cómo citar:

Rodríguez, L. , (2023). El Salado, un escenario de memoria, recuerdo y olvido social. *Vía Innova*, 10 (1), 132-146.

[https://doi.org/ 10.23850/2422068X.5888](https://doi.org/10.23850/2422068X.5888)

¹ Comunicadora social y periodista de la Universidad del Tolima e integrante del semillero del grupo de investigación Comunicación y Democracia de la misma institución. gabriela.rodriguez1521@gmail.com

Resumen

La masacre de El Salado es recordada como una de las más atroces del conflicto contemporáneo de Colombia. Fue perpetrada entre el 16 y el 21 de febrero del 2000 por 450 paramilitares que, apoyados por helicópteros, dieron muerte a 60 personas en estado de total indefensión. El presente artículo hace una revisión documental por medio de las hemerotecas digitales de los medios periódicos: El Tiempo y El Colombiano, se recoge una muestra que comprende desde el 2010 hasta el 2020 y cómo estos medios al ser de ideologías diferentes, narraron el acontecimiento; qué diferencias se presentan, en qué puntos se encuentran y a qué conclusiones llega cada uno.

Palabras clave: memoria, olvido, recuerdo, violencia, periódicos.

Abstract

The El Salado massacre stands out as one of the most atrocious incidents in Colombia's contemporary conflict. Occurring between February 16th and 21st, 2000, it was orchestrated by 450 paramilitaries who, supported by helicopters, mercilessly took the lives of 60 people, leaving them in a state of utter helplessness. This article delves into the archives of digital newspapers such as El Tiempo and El Colombiano, covering the period from 2010 to 2020. The goal is to analyze how these media outlets, each with its distinct ideology, portrayed the event. The study explores differences, points of agreement, and the conclusions drawn by each outlet in their narratives.

Keywords: memory, oblivion, remembrance, violence, newspapers.

1. INTRODUCCIÓN

La memoria es la recopilación de una serie de prácticas narrativas en torno a un acontecimiento, a un recuerdo del pasado de un grupo. Se expresa, se elabora y se transmite a través de la constante interacción con las personas del mismo grupo o de otro, por medio de la narración o la oralidad, lugar donde se sienten identificados en un momento específico en el tiempo y espacio histórico. Con base en ello, la comunicación está ligada a la memoria, porque allí se representa y se reflexiona, la importancia del pasado en los acontecimientos del presente que buscan tener protagonismo en cualquier sociedad (Rosa, Alberto- Bellel & Bakhurst, 2000).

En concordancia con lo anterior, el recuerdo hace parte del pasado, donde se profundiza, se indaga y se analiza sobre todo lo que aconteció, incluyendo todo tipo de detalles que evoquen un suceso y con esto, el pasado cobrará sentido propio y se transmitirá de una generación a otra, si así lo decide el grupo en el que están contenidos los múltiples relatos. Anexo a ello, la enseñanza del pasado radica en los acontecimientos que de alguna u otra forma, marcaron a un grupo, que retiene, conserva y puede restituir la memoria colectiva, donde hay múltiples interpretaciones de una historia que está en el pasado, pero que se ubica en el presente cuando se rememora (Yerushalmi, 1998).

Además de ello, los diversos fenómenos que atraviesa el ser humano a lo largo de su vida lo sitúan en un escenario ideológico, político y cultural, del cual es difícil desprenderse. Esto

origina un significado que el individuo interioriza, reflexiona y cuestiona, lo que conlleva a una apropiación del pasado, trascendiendo y ubicándose en la conciencia del sujeto, creando así una memoria social que cuenta con etapas de carácter histórico que busca comprender desde otro tipo, presente, lo que ocurrió en las experiencias del pasado (Baeza, 2011).

2. OBJETIVOS

General

Analizar cómo los medios periodísticos El Tiempo y El Colombiano, de ideologías diferentes, narraron la masacre de El Salado, una de las más atroces del conflicto contemporáneo de Colombia. Para ello, se realiza una revisión documental por medio de las hemerotecas digitales de ambos medios, con una muestra que comprende desde el 2010 hasta el 2020.

Específicos

Identificar las diferencias en la narración de los hechos por parte de los dos medios periodísticos.

Analizar los puntos en común en la narración de los hechos por parte de los dos medios periodísticos.

3. BASES TEÓRICAS

El recuerdo, momento histórico que pertenece al pasado, allí está contenida una relación de debates políticos, diversos puntos de vista y una persistencia sobre los intereses en el ámbito de la narración y la comunicación que ayuda a construir lo que Kansteiner (2007) denominaría la *Memoria Nacional*, la cual se basa en compartir su vivencia. Todo esto tiene el

objetivo de crear apoyo entre las personas que participan de dicha memoria. Normalmente esto se presenta en acontecimientos violentos que impactan a una comunidad y que los hechos son recordados en conjunto, por el discurso que las demás personas han relatado.

La memoria de un grupo humano es un proceso continuo de disputas, donde hay diversos participantes que enmarcan un conflicto social. Todo esto contribuye a miradas subjetivas de su parte y a análisis históricos que se basan en “reconocer que las memorias se construyen y cobran sentido en cuadros sociales cargados de valores y de necesidades sociales enmarcadas en visiones del mundo” (Jelin, 2002, p. 23). Esto puede implicar, en un primer momento, una clara y única concepción de pasado, presente y futuro.

En este contexto la memoria colectiva adquiere relevancia. Vale señalar que el olvido y la memoria están intrínsecamente relacionados; son un fenómeno relacional y social que comprende el enlace del individuo consigo mismo, con su entorno y con las generaciones subsiguientes. El sujeto debe tratar de no alejarse de las experiencias pasadas, porque ocurriría un desvanecimiento progresivo de la memoria (Trujillo, 2017).

“Para que nuestra memoria reciba la ayuda de la de los otros, no basta con que éstos nos aporten sus testimonios: es necesario también que ella no haya dejado de coincidir con sus memorias y que existan bastantes puntos de contacto entre una y las otras para que el recuerdo que nos recuer-

dan pueda reconstruirse sobre una base común.” (Halbwachs, 2005, p. 171)

Aunque existen diferentes memorias que enfrentan constante transformación, siempre habrá una *Memoria Social* cuya particularidad es mostrar que por más que existan diversos relatos individuales, siempre habrá uno que primará sobre los otros. Esto se evidencia en mayor medida en la práctica oral discursiva que no está tan alejada de la parte narrativa, que investiga y cuenta mediante lo escrito una reproducción del pasado (Baeza, 2011).

Al respecto, el pasado es un cúmulo de experiencias y hechos que hacen parte de la identidad sociocultural, no solo de un grupo humano sino de cada integrante. Constituye su personalidad con relación a dicha identidad. Así, los cimientos del pasado definen de alguna u otra forma el futuro del sujeto y que, además, convive con su memoria (Olick, 1998).

Aunque hay personas que vivieron un determinado momento que no almacenaron en su conciencia porque no los impactó ni física, ni emocionalmente (o simplemente no lo experimentó), los sujetos pueden crear y recrear recuerdos que no vivieron, lo que Halbwachs (1950) denominaría *memoria artificial*, que se caracteriza por una reproducción de momentos que modifican el modo de ver un acontecimiento que se encuentra en el pasado de un grupo social. Lo anterior se refuerza en las pruebas, testigos y testimonios del pasado que le confirman a la persona que un acontecimiento quedó plasmado en la realidad.

La memoria individual se expresa en el discurso, que suele ser siempre colectivo y de carác-

ter subjetivo. Sin embargo, las experiencias son únicas y se viven, se sienten y se manifiestan individualmente. Cada relato es diferente por más que haga parte de una colectividad, que tiene en común un suceso y la duración del mismo depende de esta. Es limitado, a menos que el relato pase de generación en generación, el recuerdo será pobre y no tendrá el mismo impacto que aquellas personas que lo presenciaron.

La memoria colectiva se produce allí, en un conjunto de relatos de diferentes vivencias pero que ayudan a compartir cultura y a comprender el pasado cultural del otro. La colectividad forma parte de un grupo que tiene una situación en común. Dicho suceso se enmarca en un plano histórico, así que, la primera de ellas toma prestado de la segunda cualquier indicio, como el archivo documental, entre otros, que testifique que se presentó en algún punto de la historia un acontecimiento que interrumpió la normalidad de un conjunto de individuos (Antequera, 2011).

Así entonces, el recuerdo y la memoria permiten crear un patrimonio cultural donde están contenidos diversos conocimientos, prácticas discursivas orales y principalmente escritas que ligan al pasado con el presente. Es allí donde el presente selecciona, modifica o elimina parte del relato y lo deja a la suerte del olvido. Es una constante reformulación del pasado tratando de cambiar o predecir, de alguna u otra forma, el futuro (Rosa, Alberto-Bellel & Bakhurst, 2000).

Cuando no hay un reconocimiento de lo que pasó, ocurre una desaparición de las huellas que desestabilizan la normalidad de la memoria, a su vez el individuo desconfía de sí mismo, lo que resulta en una constante inquietud y sufrimiento (Ricoeur, 2000). De allí la importancia de la prensa y la rememoración de hechos cargados de significado histórico.

El Centro Nacional de Memoria Histórica ha destacado que los registros periodísticos son una fuente importante para la construcción y reelaboración de los relatos sobre hechos que han marcado la trayectoria de una sociedad en particular. La narración periodística ha permitido que todo un país conozca los puntos de vista que surgen a partir de las diferentes declaraciones de agentes estatales y sociales. En este sentido, la prensa cumple una función crucial al hacer seguimiento a los acontecimientos que han marcado la historia de distintas sociedades alrededor del mundo.

La narración de la prensa permite al lector ubicarse temporal y espacialmente en los hechos; según los titulares, la composición de los párrafos e imágenes, el público puede entender con mayor claridad el problema. Christian Salmon (2008), escritor y miembro del Centro de Investigaciones sobre las Artes y el Lenguaje, explica que “los usos instrumentales del relato con fines de gestión o de control conducen así a denunciar el contrato ficcional (que permite discernir la realidad de la ficción y suspender la incredulidad del lector durante un relato).” (p.35).

Con ello, se busca que los lectores como “*consumidores de memoria*” (Kansteiner, 2007) recuerden el trauma de otros, lo sientan y lo compartan, formando una gran memoria colectiva e histórica, llena de testigos, testimonios, imágenes, textos y noticias. El mismo Kansteiner (2007) afirma: “Para muchos consumidores las historias e imágenes no constituyen experiencias particularmente intensas o abrumadoras, pero conforman, no obstante, las identidades y cosmovisiones de la gente.” (p.38).

4. METODOLOGÍA

Por los datos recolectados y los artículos leídos y cuestionados, se realizó un *análisis del discurso* como técnica de investigación para revisar datos cualitativos, de corte descriptivo, que permitió reconocer la estructura del discurso en los diarios El Tiempo y El Colombiano. Dijk (1990) manifiesta que en este tipo de análisis se interesa por los diferentes contextos del discurso, es decir, “por los procesos cognitivos de la producción y la recepción, y por las dimensiones socioculturales del uso del lenguaje y la comunicación.” (p. 14). Al adentrarse en un espacio donde el lenguaje y las prácticas socioculturales convergen, se permite comprender los diferentes fenómenos que ocurren en un lugar por medio de la observación, descripción y análisis (Blancafort & Amparo Tusón Valls, 2001).

El análisis del discurso surge a finales de los años 80, debido al desarrollo sociolingüístico y sus teorías. A partir de allí se empieza a analizar este tipo de estudio sobre el discurso. Con base en ello, se critica e investiga los siguientes

factores: la organización textual y discursiva, la situación de enunciación y el género discursivo escrito. Así mismo, se integran los elementos dichos anteriormente en lo que se postula como un proceso cognitivo.

“Estos aspectos formales —que pueden ser más o menos independientes del contenido o la sustancia del proceso de persuasión— pueden ayudar: 1) a representar la información textual en la memoria; 2) a organizar mejor esa información; 3) a ampliar las posibilidades para su rescate y uso; y finalmente 4) a influir en los cambios de creencia y opinión” (Van Dijk, 1990, p. 125).

Cabe resaltar, que el Análisis del Discurso comprende los fenómenos sociales, partiendo de la lingüística y de la investigación crítica que da como resultado un enfoque transdisciplinario, explicando la estructura social de lo dicho anteriormente. Además, cuenta con múltiples teorías que ayudan a enriquecer la indagación (Ferreiro & Wodak, 2014). El discurso contiene ciertos parámetros que de alguna u otra forma dirigen el modo de ver del individuo. Dijk (1998) lo explica como

“La estrategia general del discurso dominante y el control mental siguen, a menudo, la polarización básica entre grupos donde subyacen ideologías: enfatizando nuestras cosas buenas, enfatizando sus cosas malas; mitigando nuestras cosas malas, mitigando sus cosas buenas —una estrategia que he llamado el cuadrado ideológico.” (p.212)

Particularmente la prensa es un modo de expresión de los medios de comunicación; allí se reflejan características políticas, religiosas,

culturales, económicas, entre otras, a partir de la comunicación que se establece entre lector y periódico. “El conjunto de funciones de conservación, oficialidad, difusión pública y medio de expresión de ciencia y cultura han otorgado al texto escrito un prestigio social inalcanzable para la mayoría de las actividades ordinarias” (2001, pp. 73–74). Este tipo de método busca tener una mirada muy amplia de los hechos que se han de estudiar. La relación de comunicación y sociedad es indirecta, lo que conlleva a múltiples interpretaciones de un suceso, es decir, el contexto está enmarcado en cómo lo observa el medio, partiendo de su modo de expresión, intereses y a qué tipo de público quiere llegar, y el cómo lo reciben los lectores desde su propia experiencia y su entorno sociopolítico.

Anexo a lo anterior, el alcance que tiene el análisis del discurso comprende la posibilidad de entender el proceso narrativo, es decir, el lenguaje empleado y el impacto que este tiene en los lectores. Allí se evidencia también todo un constructo social que juega un papel importante en rescatar los hechos más relevantes de un acontecimiento. Santander (2011) lo manifiesta de la siguiente manera: “Nos referimos a dinámicas en cuyo centro encontramos las nociones de identidad y cultura que comienzan a desplazar a otras, como las de redistribución igualitaria, estructura social o la de clase” (p.208).

Por otra parte, se presenta una realidad visible por medio del lenguaje, puesto que se describe lo que se vivió. Ese discurso permite plantear diferentes alternativas al lector, es decir, surgen preguntas alrededor de un hecho

que el texto por sí mismo no puede responder, así que deja espacios en blanco donde el lector los completa según la interpretación que tiene sobre el texto y sobre la situación, todo esto tiene una estructura cognitiva y social que posibilita el análisis de los espectadores (Van Dijk, 1990).

Precisamente esto lleva a unos géneros discursivos donde se encasillaron los artículos seleccionados, dando mayor claridad a lo que se leyó, puesto que cada noticia estudiada comprende diferentes valores culturales y estéticos, usualmente encaminados a la parte social.

Cada uno de ellos, emplea un lenguaje conciso, que contribuye a una reflexión por parte del escritor que le hace llegar de forma implícita a la audiencia; al mismo tiempo, en ese proceso de escritura donde están inmersos los puntos que se comentaron anteriormente, se presenta una planificación del texto, donde se busca enlazar la información que se tiene. Blancafort & Amparo Tusón Valls (2001) expresan que “El proceso inferencial del lector pone en marcha su conocimiento del mundo para movilizar expectativas e hipótesis y para seleccionar de entre las posibles interpretaciones aquella que se incluye mejor en su estructura mental previa” (p.85).

5. HALLAZGOS

En este trabajo se hizo la revisión digital y el análisis de discurso comparativo entre los diarios El Tiempo y El Colombiano sobre la masacre de El Salado, específicamente en 12 artículos publicados entre el año 2010 y el 2020 (seis artículos por cada periódico). A continua-

ción, se registran los artículos analizados y sus fechas de publicación:

Tabla 1 *Compilación de información masacre El Salado*

EL TIEMPO	FECHA DE PUBLICACIÓN	EL COLOMBIANO	FECHA DE PUBLICACIÓN
Conmemoran diez años de la masacre de El Salado, una de las más brutales en la historia del país.	21/02/2010	El olvido e impunidad perpetúan el dolor de El Salado.	21/02/2010
La masacre de El Salado, sólo el 3% de los autores han sido condenados.	22/02/2010	La hora de las víctimas, ojalá	03/10/2010
Colombia, un país Salado	21/02/2010	La masacre de El Salado, fotos y recuerdos que nunca se olvidarán	16/02/2010
La cruenta masacre que dejó a El Salado en 20 años de silencioso duelo	14/02/2020	El presente busca superar el pasado en El Salado	16/02/2020
Así fue el cruel ataque paramilitar que dejó 60 muertos en El Salado.	19/02/2020	20 años después de El Salado, abandonados.	17/02/2020
Piden a JEP abrir caso sobre apoyo de Fuerza Pública a paramilitares	09/07/2020	Medidas cautelares para proteger cuerpos de víctimas de masacre de El Salado	26/07/2020

Elaborada por Laura Gabriela Rodríguez Cortés

En general, hay que decir que se identificaron las diferentes narrativas empleadas en cada artículo noticioso escogido, un contraste entre los titulares, además del cubrimiento que le hicieron ambos periódicos al suceso mencionado. En los artículos escogidos se analizaron tres aspectos: la memoria, el olvido y el recuerdo. De ellas se subdividieron los siguientes ítems: Estado, víctimas y victimarios, como constructo histórico de un hecho violento.

En cuanto a hallazgos se puede afirmar, en primer lugar, que el género periodístico mayormente usado fue el reportaje. En el diario El Tiempo se mostró una fuerte tendencia a que el reportero fuese al lugar de los hechos y desde allí comunicara lo que ha sucedido. Otro elemento fue la entrevista, normalmente realizada a los habitantes del pueblo, hubo un caso particular donde se entrevistó, en diferente tiempo, a la misma persona.

Los tres artículos seleccionados de El Tiempo tuvieron un papel importante en la representación de Estado, victimarios y víctimas, todos con un mismo fin: relatar las diferentes miradas en búsqueda de escucha, ayuda y paz. Los titulares de las noticias del 2010 hacen énfasis en la crueldad de los asesinatos que ocurrieron en la masacre de El Salado, así mismo en la mayoría de las noticias se describe de forma descarnada lo que vivieron los habitantes del pueblo.

El año 2010 fue estudiado debido a que, durante el mandato del expresidente Juan Manuel Santos, el país estaba atravesando una fuerte ola de violencia y el gobierno estaba analizando y tratando de llevar a cabo los Procesos de Paz con las Farc. La muestra también comprende el 2020, porque se completan 20 años de la masacre de El Salado y fue necesario revisar los diferentes papeles que han cumpli-

do las víctimas, el Estado y los victimarios en un escenario post Acuerdo de Paz, creación de la JEP y la memoria histórica.

Por otra parte, el periódico El Colombiano enfocó gran parte de sus titulares en el dolor de las víctimas y resaltó el abandono que se ha presentado durante 20 años. A diferencia de El Tiempo, este diario basó la mayoría de sus notas periodísticas en un género de entrevista, donde se evidenciaron también las fuentes que en su mayoría son víctimas, dejando parcialmente de lado las diferentes fuentes no oficiales.

Asimismo, el reportaje como género periodístico, fue pocas veces implementado, en los dos periódicos analizados; por una parte, El Colombiano, basó buena parte de sus investigaciones en entrevistar a los habitantes del pueblo. En la indagación se mostró que hubo mayor énfasis en una violencia institucionalizada que no se ha detenido hasta la fecha en el departamento de Bolívar.

La narrativa de El Tiempo se encaminó a buscar diferentes fuentes, teniendo así un contraste entre lo que comentaban los habitantes de El Salado, las autoridades locales, nacionales y los victimarios, esto con el fin de darle un panorama más amplio a lo que se estaba presentando. Las fuentes que más se presentaron fueron de Organizaciones No Gubernamentales y sin ánimo de lucro, como Human Rights Watch, donde están consignadas diferentes ayudas que han realizado a El Salado, buscando beneficiar a más de 700 habitantes.

Esto mismo se comprueba en los testimonios de los entrevistados, donde además se evidencia una fuerte ausencia por parte del Estado:

hasta el 2010 sólo el 3% de los autores habían sido condenados. Esto muestra un abandono estatal y un silencio cómplice entre perpetradores y el gobierno. Asimismo, El Salado no había contado con la suficiente ayuda para restaurarlo materialmente; las autoridades que estuvieron implicadas como la Armada de la República de Colombia, no se habían hecho responsables de sus actos. Es allí cuando hay una ruptura no sólo entre lo prometido por el gobierno, sino que el pueblo se está quedando en el olvido sistemático, es decir, el Estado no contribuye a construir la paz en El Salado. Sólo fue hasta 2011 cuando el presidente Juan Manuel Santos se pronunció ante la población pidiendo perdón en nombre del Estado que había estado ausente durante todo ese periodo de tiempo; a pesar de ello, 9 años después de dichas disculpas, los acuerdos pactados entre el gobierno y el pueblo habían cubierto menos del 50%.

La anterior nota hace referencia al relato de Javid Torres, habitante de El Salado en el año 2012, en donde se narra que dicha masacre ya había sido anunciada meses antes. El exgobernador del departamento de Bolívar, Miguel Raad Hernández, tenía pleno conocimiento de lo que iba a suceder. Además de ello, se repartieron panfletos especificando que paramilitares entrarían al pueblo; hubo omisión y silencio, sin contar el desplazamiento de varios familiares a ciudades costeras huyendo de una futura tragedia. No fue sino hasta el 22 de febrero del 2000 cuando las fuerzas armadas intervinieron en el pueblo, fue solo hasta esa fecha donde periódicos como El Tiempo co-

menzaron a cubrir la noticia y se dieron las primeras declaraciones de algunas víctimas que decidieron hablar. Las imágenes empleadas en la noticia anterior dan cuenta de que 20 años después, los relatos siguen vigentes, la violencia en Montes de María sigue ocurriendo de forma sistemática y no hay una pronta solución a ello.

El Colombiano, por otro lado, buscó una forma narrativa cuyo eje principal eran las víctimas, lo que reducía la imagen que tenía el lector sobre los hechos. Además de ello se reitera en diversos artículos lo que sucedió los días de la masacre y se deja un poco de lado la participación del Estado y de los perpetradores. Se deja para los artículos que se publicaron en la primera parte del 2020; sobre las fuentes gubernamentales, se hace un breve paneo acerca de algunas declaraciones de los victimarios y luego se centra nuevamente en las víctimas. Cabe resaltar que solo se encontró una vez un reportaje sobre la masacre; además, muchas de las imágenes empleadas están en colaboración con el diario El Tiempo, esto puede dar a entender que la mayor captación de información y de fuentes es por parte del periódico ya mencionado. Esto se ve documentado en El Colombiano, la publicación del 3 de octubre del 2020 titulada *La hora de las víctimas, ojalá y Conmemoran diez años de la masacre de El Salado, una de las más brutales en la historia del país*, publicada el 21 de febrero del 2010 donde se presenta el testimonio de Belén Martínez. Se resalta allí el papel de las víctimas, el Estado ausente, un pueblo que al parecer está condenado al olvido y la no reparación ni justicia a las vícti-

mas. Son 10 años de diferencia de una nota a la otra y la forma narrativa es muy parecida por más de que el medio de comunicación sea diferente. También hay un silencio en la memoria histórica, ignorando datos importantes como la parte histórica, los antecedentes del departamento en torno a un ambiente violento por parte de los paramilitares.

La participación continua de las víctimas en las notas periodísticas contribuye a que los relatos no queden en una cifra más, sino que se recuerden con nombres propios y las experiencias que tuvo que pasar cada habitante que decidió contar su vivencia. Además, se critica continuamente la poca presencia del Estado en el cubrimiento del acontecimiento y se muestra un elemento importante: la pobreza del pueblo, que no coopera para una reestructuración física del territorio. Se destaca además el poco apoyo psicosocial que han tenido los habitantes de El Salado durante 20 años.

Un hecho que se resalta en ambos periódicos es el de la música y la danza. Por más controversial que sea, los relatos que se analizaron tienen ese factor puesto que, en la masacre, después de cada asesinato se bebía alcohol y se bailaba celebrando la muerte de una persona inocente. Este aspecto queda en la profundidad de la memoria, un detalle que hace parte del recuerdo y del que es difícil soltarse; además de ello se encontró el perdón como enigma, los Acuerdos de Paz y la Comisión Nacional de Memoria Histórica buscan este elemento como principal fuente de olvido. Se ha considerado que mediante el reconocimiento de la culpa se puede obtener el perdón, a pesar de eso, el re-

cuerdo que queda tiene el problema del olvido, nada que cause tanto impacto se puede olvidar. Los dos periódicos localizan el olvido en la narración, se cuenta y se manifiesta en el tiempo pasado, sin embargo, este tiene repercusiones en el futuro, en la mayoría de las notas se observa la incertidumbre de que pueda volver a ocurrir lo mismo. Las fuentes gubernamentales que se presentaron en cada noticia dan cuenta de que se debe realizar un proceso de reflexión sobre lo sucedido, luego de ello se puede realizar un olvido el cual queda suspendido en el tiempo hasta que lleguen nuevamente los medios de comunicación a indagar sobre lo que ocurrió.

Cada año se escribe lo que sucedió hace 20 años, interrogan a diferentes personas buscando una narración diferente. Es en este punto donde el Estado, con toda la información que ha recolectado, deja de lado los relatos que han ayudado a la reconstrucción del pueblo y a que las víctimas logren entender el porqué de los hechos cometidos, en otras palabras, el olvido por omisión. La Comisión Nacional de Reparación y Reconciliación (2009) publicó un texto sobre la Masacre de El Salado donde especifica que:

“Las obligaciones del Estado con la comunidad de El Salado, por los hechos ocurridos en febrero del 2000, no se agotan en la responsabilidad que pueda llegar a derivarse por las presuntas acciones u omisiones de la fuerza pública y de autoridades civiles frente a lo sucedido los días 16 a 21 de febrero del 2000, sino que se extienden al contexto global que permitió el desen-

cadenamiento de los acontecimientos, que cubre desde su ausencia histórica en el territorio hasta la desinstitucionalización de sus políticas, lo cual incidió en el escalamiento de la guerra.” (p.261)

6. CONCLUSIONES

El cubrimiento periodístico de la masacre de El Salado por parte de los diarios El Tiempo y El Colombiano ha sido amplio y emotivo, lo que ha permitido que los lectores se apropien de la historia y la cuenten como si fuese propia. La revisión documental realizada por estos medios muestra que, a pesar de ser de ideologías diferentes, ambos medios coinciden en que la masacre de El Salado fue un acto de barbarie que no puede ser justificado bajo ninguna circunstancia.

Sin embargo, la revisión documental también muestra que ambos medios presentan diferentes puntos de vista sobre el acontecimiento. El Tiempo lo presenta desde diferentes fuentes, haciendo hincapié en las víctimas, victimarios y Estado. Por otro lado, El Colombiano se centra específicamente en las víctimas, dejando de lado las diferentes fuentes extraoficiales, esto conlleva a un silencio por parte del medio, lo que distrae al público y lo intenta convencer de que solo existe una verdad, cuando en realidad es un acontecimiento multidireccional.

Es importante destacar que la masacre de El Salado es un acontecimiento que ha enriquecido la parte sociocultural de la región, permitiendo un recuerdo constante sobre lo vivido. Ambos diarios al informar sobre esta guerra, establecieron engranajes narrativos

que conoció todo un país y del que parten opiniones y emociones públicas. Sin embargo, es necesario que los medios de comunicación presenten una visión más completa y objetiva de los hechos, para que la sociedad pueda tener una comprensión más profunda de lo sucedido y se puedan tomar medidas para prevenir que hechos similares vuelvan a ocurrir.

El Tiempo es un medio para hacer memoria histórica, reconstruye mediante las narraciones lo que sucedió en el pueblo, hay una dimensión de lo hecho y lo dicho donde se crea la promesa de la memoria, el no olvidar, el recordar constantemente buscando un fin.

La masacre de El Salado recae sobre el presente y futuro de las personas que la experimentaron y eso los lleva a una constante modificación de su relato. Ellos guardan en su memoria individual una narración en común, dicha por distintas voces que siempre llegan a un mismo fin: la memoria colectiva.

La masacre de El Salado ha dejado una huella imborrable en la historia de Colombia. La revisión documental realizada por el Grupo de Memoria Histórica de la Comisión Nacional de Reparación y Reconciliación muestra que este acontecimiento es uno de los episodios de violencia más atroces del conflicto contemporáneo de Colombia. Este suceso hace parte de la más sangrienta escalada de eventos de violencia masiva ocurridos en Colombia entre 1999 y 2001. En ese período y solo en la región de los Montes de María, donde está ubicado El Salado, ese ciclón de violencia se materia-

lizó en 42 masacres, que dejaron 354 víctimas fatales.

La memoria histórica que ha dejado la masacre de El Salado se ha caracterizado por el escenario colectivo, en donde se han puesto diversos esquemas que aluden a representaciones del pasado donde están consignados recuerdos difíciles de olvidar. Sin embargo, no por ello se imposibilita un perdón que se ha ido ganando con el tiempo, todo esto gracias a las manifestaciones históricas que han tenido los habitantes para transformar el futuro, dejando atrás las huellas del dolor.

Es importante destacar que la reparación integral de las víctimas y sus familias es fundamental para garantizar la justicia y la no repetición de hechos similares. La Comisión Nacional de Reparación y Reconciliación ha establecido medidas de reparación colectiva y medidas de reparación individual para las víctimas de la masacre de El Salado.

El relato de la madre que narra cómo la que separaron de su hija, para horas después enterarse de que los paramilitares habían abusado sexualmente de ella y que se le prohibía llorar, es un ejemplo de la violencia extrema que se vivió en El Salado. En medio de esa dicotomía prevalecía la vida de ambas mujeres, llorar podía esperar, el dolor es permanente y el recuerdo aún no desaparece. Es necesario que la sociedad colombiana se una para luchar contra la violencia y trabajar juntos para construir un futuro más pacífico y justo para todos.

El cubrimiento de las noticias por parte de los dos medios de comunicación analizados ha garantizado una rememoración constante de

esta masacre. El Colombiano obtuvo en diversas ocasiones testimonios de varias víctimas que perdieron algún conocido en esa semana de masacre. Las historias contadas suelen ser atemporales en el transcurso de 20 años, eso se manifiesta en los relatos del 2010 y del 2020, sin embargo quedan sueltos detalles, puesto que hay varios habitantes que ya no viven allí o que la memoria por diferentes funciones ha olvidado o ha dejado de lado.

7. BIBLIOGRAFÍA

- Blancafort, H. C., Amparo Tusón Valls. (2001). *Las cosas del decir. Manual de análisis del discurso*. <http://www.fileserve.com/list/Rx7Npdh>
- Fernando López Noguero. (n.d.). *El análisis de contenido como método de investigación*. Retrieved November 5, 2020, from <http://rabida.uhu.es/dspace/bitstream/handle/10272/1912/b15150434.pdf?sequence=1>
- Ferreiro, J. M., & Wodak, R. (2014). Análisis Crítico de Discurso desde el Enfoque Histórico: La construcción de identidad latinoamericana en la misión de Naciones Unidas en Haití (2004-2005). *Escucha de La Escucha. Análisis e Interpretación En La Investigación Cualitativa*, 189–230.
- Halbwachs, M. (2005). Memoria individual y memoria colectiva. *Estudios: Centro de Estudios Avanzados*, 16, 163–187. <https://doi.org/10.31050/1852.1568.n16.13479>
- Halbwachs, M. (2005). *Memoria individual*. 163–187.
- Jelin Elizabeth. (2002). Los trabajos de la memoria. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Kansteiner, W. (2007). *Dar sentido a la memoria*. 186. <http://roderic.uv.es/handle/10550/46209>
- López Noguero, F. (2002). El análisis de contenido como método de investigación.
- Marin, A. L., Noboa, A. (2014). *Conocer lo social: estrategias y técnicas de construcción y análisis de datos*. [https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=-5JsWBAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA193&dq=KRIPPENDORFF,+K.+\(1990\).+Metodología+de+análisis+de+contenido.&ots=uOmOfdm86t&sig=hhVLH-6d8gYTLJjBVXmtLCVvzo2s#v=onepage&q=análisis+de+contenido&f=false](https://books.google.com.co/books?hl=es&lr=&id=-5JsWBAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA193&dq=KRIPPENDORFF,+K.+(1990).+Metodología+de+análisis+de+contenido.&ots=uOmOfdm86t&sig=hhVLH-6d8gYTLJjBVXmtLCVvzo2s#v=onepage&q=análisis+de+contenido&f=false)
- María del Pilar Puentes Espinosa. (2019). *La contribución de la prensa a la construcción de memoria de la Masacre de Trujillo: un análisis de El Tiempo y El País de Cali (1994 - 2018)* [Universidad del Rosario]. <https://repository.urosario.edu.co/bitstream/handle/10336/20078/P.Puentes.Espinosa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Memoria, G. De, G. G. S., Rincón, T., Wills, M. E., Uribe, M. V., Bello, M. N., Riaño, P., Uprimny, R., De, A., María, A., Arias, A., Orjuela, C., Chaparro, D., Quiroga, D., Cabarcas, G., Rincón, J. J., Porras, L., Sánchez, L. C., Mancera, W., ... Granada, S. (2007). La Masacre De El Salado: Esa Guerra No Era Nuestra. In *Victoria*.
- Olick, J. (1998). Memoria colectiva y diferenciación cronológica: historicidad y ámbito

- público. *Ayer*, 24(32), 119–146. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=185017>
- Ricoeur, P. (2000). La memoria, el olvido y la historia. In *Memoria histórica* (pp. 71–95).
- Rosa, Alberto- Bellel, G., & Bakhurst, D. (2000). *Memoria colectiva e identidad nacional*. https://www.comisionporlamemoria.org/archivos/jovenesymemoria/bibliografia_web/historia/Jedlowski.pdf
- Salmon, C. (2010). Storytelling. La máquina de fabricar historias y formatear las mentes. In *Comunicación: revista Internacional de Comunicación Audiovisual, Publicidad y Estudios Culturales* (Issue 8, pp. 89–93).
- Sherman, D. J. (1999). *The construction of memory in interwar France*. University of Chicago Press.
- Santander, P. (2011). Por qué y cómo hacer Análisis de Discurso. *Cinta de Moebio*, 41, 207–224. <https://doi.org/10.4067/s0717-554x2011000200006>
- Santander Molina, P. (2016). Análisis crítico del discurso y análisis de los medios de comunicación: retos y falencias. *Revista Latinoamericana de Estudios Del Discurso*, 7(1), 59. <https://doi.org/10.35956/v.7.n1.2007.p.59-78>
- Torres Cuenca, L. (2017). Narrativas de la memoria: el poder del lenguaje en la construcción de sentido después de una masacre. *Memoria y Sociedad*, 21(42), 21. <https://doi.org/10.11144/javeriana.mys21-42.nmpl>
- Van Dijk, T. A., Wodak, R., & Meyer, M. (2003). La multidisciplinariedad del análisis crítico del discurso: un alegato en favor de la diversidad. Barcelona: Gedisa, 143–177.
- Van Dijk, T. A. (1990). La noticia como discurso. Comprensión, estructura y producción de la información.
- Wodak, R., & Colorado, C. (2010). Artículo entrevista Una mirada al Análisis Crítico del Discurso. A perspective in Critical Discourse Analysis. Interview with Ruth Wodak. 4(3), 579–596. www.dissoc.org
- Yerushalmi, Y. (1989). Reflexiones sobre el olvido. *Usos del olvido*, 13–26.



Recibido
19/09/2023

Aceptado
12/11/2023

Beneficios del uso de los Esports o deportes electrónicos como actividad de bienestar en instituciones de educación superior colombianas

Benefits of using Esports as a wellness activity in colombian high education institutions

Camilo Estacio¹.
Juana Valentina Navarrete².
Juan Pablo Aponte³.
Sebastián Ortiz⁴.

Cómo citar:

Estacio C., Navarrete J., Aponte J., Ortiz J. (2023). Beneficios del uso de los esports o deportes electrónicos como actividad de bienestar en instituciones de educación superior colombianas. *Vía Innova*, 10 (1), 147-164.
<https://doi.org/10.23850/2422068X.5888>

1 Ingeniero Industrial, docente Fundación Universitaria Unicervantes. camilo.estacio@unicervantes.edu.co. Bogotá.

2 Estudiante Finanzas y Negocios Internacionales Fundación Universitaria UniCervantes. juana.navarrete@unicervantes.edu.co. Bogotá.

3 Estudiante Finanzas y Negocios Internacionales Fundación Universitaria UniCervantes. juan.aponte@unicervantes.edu.co. Bogotá.

4 Estudiante Finanzas y Negocios Internacionales Fundación Universitaria UniCervantes. sebastian.ortiz@unicervantes.edu.co. Bogotá.

Resumen

La investigación base del presente artículo busca establecer los beneficios del uso de los eSports, (videojuegos competitivos o deportes electrónicos en español) como actividades de bienestar para estudiantes de educación superior. En primer lugar, se hace necesario buscar literatura que explique qué beneficios tienen los videojuegos para quienes los usan, y documentación sobre el uso de eSports en ambientes universitarios. Para ello, luego de llevar a cabo una búsqueda de universidades que hacen uso de eSports entre sus actividades, se entrevista a los encargados de bienestar de cuatro de las instituciones contactadas y se lleva a cabo una encuesta a la comunidad universitaria de Uni-Cervantes.

Este artículo presenta los resultados de las entrevistas que se mencionan, esperando que sean de utilidad a quienes tengan pensado llevar a cabo un proyecto de implementación de deportes electrónicos en una institución educativa.

Palabras clave: deportes electrónicos, eSports, videojuegos, universidad, bienestar, TIC's

Abstract

This article is part of a research that pretend to establish the benefits of using competitive video games as Student Services activities for higher education students. In order to run this research, it is needed, in first place, to locate literature useful to explain the benefits of video games for its users, and documentation on the use of eSports in university environments. Netxt, a search for universities using eSports is developed, in order to interview the Student Services managers of four of them.

This article presents the results of the interviews, hoping they will be useful to those who is writing eSports project in a high school or university.

Key words: electronic sports, eSports, video games, university, student services, Information and Communication technologies, ICTs.

1. INFORMACIÓN GENERAL

1.1 El problema.

Temas como la cultura y el deporte están siempre presentes en la vida universitaria, pues brindan a los estudiantes la oportunidad de relajarse, aprender en ambientes diferentes y desarrollar competencias que, en su diario vivir académico, probablemente no puedan experimentar. En este sentido, es factible considerar a los videojuegos como una alternativa deportiva, a partir del concepto de eSport (deporte electrónico en español) establecido por Wagner (2008) quien lo define como “un área de las actividades deportivas donde las personas desarrollan y entrenan habilidades mentales o físicas por intermediación de las Tecnologías de Comunicación e Investigación”⁵ (p. 3). Bajo esta premisa, puede entenderse que la inclusión de deportes electrónicos en las actividades de bienestar de una institución de educación superior puede ser altamente benéfico tanto para los estudiantes como para la misma institución.

La recepción que el tema de los videojuegos puede tener entre estudiantes universitarios puede presagiarse desde las cifras del sector. La industria de los videojuegos es de más de US3000 millones y el 10% corresponde a Latinoamérica, donde su crecimiento anual es el más alto del mundo, después de Asia-África (NewZoo, 2022). De acuerdo con ADS Móvil (2021), el 42% de los jugadores de videojuegos móviles en Colombia, están entre los 14 y los 29 años, lo que ubica a buena parte de la pobla-

ción en edad de estudiar una carrera universitaria al alcance de un celular.

Así las cosas, la discusión central en este artículo gira alrededor de los posibles beneficios que podría traer a estudiantes universitarios y las instituciones de educación superior a las que pertenecen, la conformación, promoción y apoyo a un equipo de eSports, desde lo educativo y lo no educativo.

Desde lo educativo, lo lúdico, y en general lo relacionado a la transmisión de conocimiento, se toma como base teórica fundamental el aprendizaje significativo y a través de la experiencia. El juego está asociado al aprender infantil como una estrategia de alto impacto, donde el niño se divierte, aprende y asimila conocimientos en un entorno de interacción social (The LEGO Foundation, 2018). Aunque lo anterior se asocia al aprendizaje en la infancia, no parece ser diferente en edad universitaria; investigaciones como la de Nuñez, Sanz y Ravina (2020) demuestran que la percepción de las personas hacia el uso de videojuegos en la educación es alta y que sus beneficios son numerosos, misma teoría que expone Sedeño (2009), quien indica juegos de video, diseñados para el entretenimiento, que potencian la memoria, el razonamiento mecánico, el pensamiento lógico-matemático y las habilidades para la resolución de problemas, sin mencionar las competencias blandas como resiliencia, resolución de conflictos, tolerancia, trabajo en equipo, entre otros.

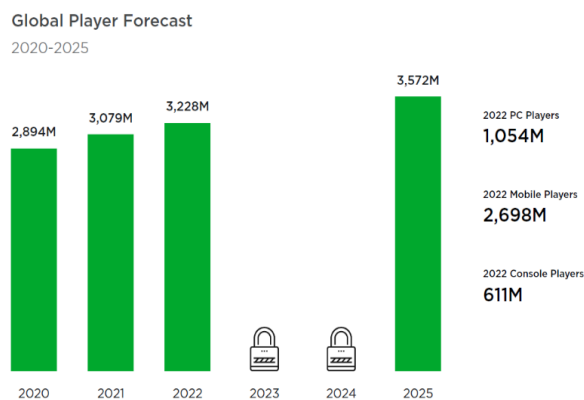
Dados estos beneficios, y sumados a la gran popularidad que los videojuegos tienen entre la comunidad estudiantil, es posible derribar

5 Traducción libre de los autores

algunos de los preconceptos negativos generados en torno a los videojuegos desde hace años, que permanecen en la mente de integrantes de la comunidad universitaria en general.

Desde el punto de vista de mercado, promoción, visibilidad, etc., es de importancia establecer que, según el reporte de NewZoo (2022), es evidente que el mercado de los videojuegos tiene un crecimiento que llama la atención. El reporte pronostica que la cantidad global de videojugadores pasará de 2900 millones en 2020 a 3600 millones en 2025, lo que resulta en un crecimiento aproximado de 4,8% al año. Esto se traduce, en términos de ganancias, a un crecimiento de US\$2.8 millones en 2020 a US\$3.5 millones para 2025, lo que demuestra que la industria de los videojuegos es una tendencia creciente a nivel mundial y, por lo tanto, estableciendo un símil de negocios, es una ola a la que vale la pena subirse.

Gráfica 1. Pronóstico global de videojugadores 2020-2025.

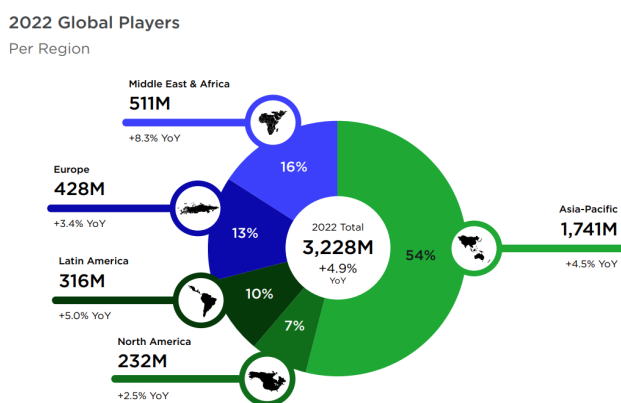


Nota: Los datos de 2023 y 2024 se encuentran en la versión de pago del informe. Tomado de NewZoo (2022).

Por otro lado, la participación de Latinoamérica en el escenario mundial de la industria del videojuegos es de apenas un 10%, lo cual parece

poco. Sin embargo, el informe Newzoo de 2018 reveló que la participación de Latinoamérica en el mercado era de apenas el 4% quitándole participación a Norteamérica, donde según el mismo informe, era del 23%. Las situaciones de confinamiento provocadas por la pasada pandemia impulsaron el gusto por los videojuegos, y así mismo se fortaleció el mercado.

Gráfica 2. Participación global de jugadores por región, 2022.



Nota: Tomado de NewZoo (2022).

Viendo más de cerca el mercado colombiano, en palabras de un experto en la materia,

Es importante contar que en el 2019 el tamaño del mercado gamer en Colombia era de aproximadamente de US\$400 millones con un crecimiento anual del 8%. Según cifras de reportes de empresarios a ProColombia, las exportaciones de videojuegos llegaron a US\$160.000, entre enero y mayo de 2021, lo cual significó un aumento de más de 600% frente al mismo periodo de 2020 (Ruiz, citado en Portafolio.co (2022). Párr. 4).

Las cifras son claras al demostrar que los videojuegos son una tendencia en alza también en Colombia, así que se está hablando de un

“boom” que se puede aprovechar de diversas formas.

No existen estudios formales recientes respecto a las características de los gamers colombianos, pero se pueden encontrar algunos datos relevantes a través de la red.

Por ejemplo, el portal marketing4commerce.co (2018), manifiesta que la edad promedio del 54% de los gamers en Colombia está entre 18 y 24 años. El 63% de los jugadores lo hacen a través de sus celulares, 23% juega mientras están en el transporte público, 89% desde casa, y 22% en casa de sus amigos. Por su lado, en el portal especializado en finanzas Valora Analitik, Pérez Godoy (2020) argumenta que para 2021, en Colombia se consumieron US\$760 millones en videojuegos, destacándose en su orden, las ciudades de Bogotá, Medellín, Barranquilla, Pereira y Bucaramanga. También menciona que, aunque la población masculina es mayor a la femenina, la diferencia entre cantidad de hombres y mujeres gamer es cada vez menor. Entre los juegos más populares en el país se destacan los títulos League of Legends (LoL), Fortnite, FIFA, Call of Duty y Among US. Sin embargo, el dato más revelador está en las edades de los jugadores. La autora cita que el 32% de los gamers colombianos está entre los 16 y los 24 años, y el 29,7% entre los 25 y los 34, lo que sitúa a casi la mitad de los gamers colombianos en edad de formarse profesionalmente. A partir de todos estos datos puede reconocerse que los videojuegos están pasando de ser un pasatiempo a ser una cultura.

Dadas estas cifras, puede entreverse el impacto que tendría en la comunidad uni-

versitaria, el uso de los videojuegos para fines educativos, recreativos y formativos. Puede teorizarse bajo las cifras presentadas que, si se desarrolla un equipo de deportes electrónicos en un entorno académico, la universidad donde se desarrolle no solo tendría una forma novedosa, interesante y atractiva para cubrir las necesidades de su comunidad académica, sino también un buen gancho publicitario para atraer a aquellos aspirantes a profesionales que son, desde el colegio, aficionados a los videojuegos.

1.2 Objetivos

El objetivo general perseguido por esta investigación es analizar los beneficios que traería para la comunidad universitaria de UniCervantes, la implementación de un equipo de eSports entre sus actividades de Bienestar Universitario, con el propósito de dar herramientas de viabilidad a un futuro proyecto relacionado con videojuegos en la institución universitaria a la que pertenecen los investigadores. Como objetivos específicos se establecieron los siguientes:

1. Establecer los beneficios específicos de los eSports en personas en edad universitaria.
2. Explorar casos de éxito en la implementación de eSports en instituciones universitarias de Colombia.
3. Recoger la opinión de los estudiantes de la Fundación Universitaria UniCervantes frente al desarrollo de un equipo de eSports representativo de la universidad

El presente documento resume, en mayor parte, el desarrollo de los dos primeros objetivos específicos, y el respectivo aporte que éstos dan al objetivo general. Se desea que el tercer objetivo se presente en una futura publicación.

1.3 Algunos antecedentes.

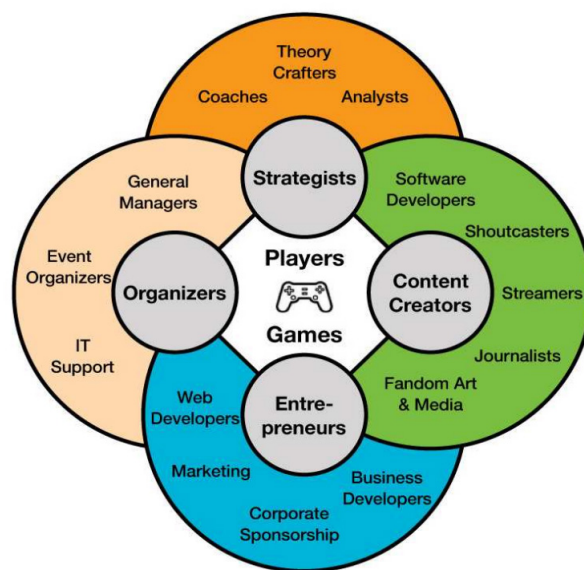
Can et.al (2023) inician mencionando que, a pesar de que los deportes competitivos basados en videojuegos no son nuevos, su incursión en el ambiente universitario (al menos en Estados Unidos) data de apenas 2014, con la Robert Morris University, en Illinois. A partir de este primer paso, los deportes electrónicos se hicieron un espacio en cada vez más universidades, de modo que en 2016 se creó la NACE – National Association of Collegiate eSports (Asociación Nacional de eSports Colegiados)⁶. Tanto la NACE como las diferentes universidades que tenían actividades asociadas con los videojuegos competitivos sufrieron cancelaciones de eventos y actividades a causa del confinamiento causado por el COVID-19, y luego, con la reactivación económica, padecieron de las prohibiciones que las políticas de distanciamiento impusieron en todo el mundo. Sin embargo, la flexibilidad que ofrecen los juegos en línea, acompañados del entusiasmo de los miembros de las diferentes comunidades de eSports en cada universidad, hicieron que los eventos que inicialmente se iban a cancelar, se llevaran a cabo de forma completamente virtual, y que las políticas de distanciamiento fueran acatadas con facilidad.

Este artículo demuestra que la idea de introducir deportes electrónicos en las universidades

no es una idea nueva, sino que data de más de 10 años, y resulta ser una gran alternativa para ellas, pues es la pasión y la resiliencia de sus miembros las que garantiza su continuidad en el tiempo. Así pues, los autores ayudan a demostrar en su artículo la valía de los videojuegos en la academia, objetivo que también persigue este artículo.

Otro aporte en la misma línea es el proporcionado por Besombes et.al. (2021), en cuyo artículo se comenta que hay más de 2000 instituciones educativas de educación superior con equipos dedicados a la práctica de deportes electrónicos, aunque son pocas las que tienen un conocimiento real sobre como explotar los videojuegos a nivel académico, profesional o laboral. Los autores proporcionan algunas de las posibilidades de proyección laboral que los deportes electrónicos ofrecen en la actualidad.

Gráfica 3. Profesiones asociadas con los eSports



Nota: La imagen presentada es solo un resumen de un ecosistema mucho mayor, para el caso de las grandes empresas basadas en videojuegos competitivos. Imagen tomada de Besombes et. Al. (2021)

6 Traducción libre del autor.

La investigación aborda de forma general las diferentes opciones laborales que presenta la industria de los deportes electrónicos, y como éstas se pueden potenciar a través de la gestión de equipos al interior de la misma universidad. Se trata de una de las investigaciones más útiles a nivel de referencias, dado que da un panorama general de los beneficios que la práctica de deportes electrónicos tiene para aportar en los diferentes ámbitos de formación profesional que suelen ofrecer las universidades.

Lo mismo hacen Jimenez Toribio, Teruel Moleroc, García-Naveira Vaamonde, & Suarez (2018). En su documento, los autores definen a los eSports, y en general a los videojuegos como “una realidad social, económica, laboral y de entretenimiento, que vive una expansión a nivel mundial” (DEV, 2016; Hamari y Sjöblom, 2017; Stanton, 2015, citados por Jimenez Toribio, Teruel Moleroc, García-Naveira Vaamonde, & Suarez (2018, pág. 3)). Según los autores, son cada vez más las investigaciones sobre los beneficios de los videojuegos, en contrapartida de las investigaciones que resaltan sus efectos negativos. La investigación se llevó a cabo mediante revisión bibliográfica de 26 investigaciones sobre los beneficios de los videojuegos, encontrando en ellas que los videojuegos conllevan a cambios positivos a nivel cognitivo (memoria, búsqueda visual, habilidades multitareas, procesamiento de información periférica, comunicación verbal, atención, pensamiento cognitivo, tiempo de reacción, etc.). Como habilidades psicológicas se hallaron la pasión armónica (referente a la dedicación a una pasión, sin interferir con el

resto de la vida de la persona), orientación al logro, socialización, autorregulación, autoestima, crecimiento personal, hedonismo (placer y disfrute), propósito de vida, entre otros. Finalmente, en cuanto al desarrollo de valores, se hallaron beneficios como trabajo en equipo, civismo, respeto, cumplimiento de normas, disciplina, etc.

Sin duda alguna, esta investigación es altamente valiosa para para cualquier institución que esté pensando en involucrar deportes electrónicos en sus programas, lógicamente, haciendo las salvedades a que haya lugar para que se trate de un ambiente de aprendizaje seguro. Debido a la alta variedad de información consultada, la calidad de tal información y los hallazgos relacionados con los múltiples beneficios de los videojuegos, se incluye la investigación arriba resumida.

Para ejemplificar las conclusiones de las investigaciones anteriores, Taylor (2020), retrata un ejemplo específico de lo descrito por Besombes. En su capítulo de libro *Sports, Society, and Technology: Bodies, Practices, and Knowledge Production*, refleja algo de las habilidades que adquieren, en particular, los miembros del equipo de eSports de la North Carolina State University (NCSU). Menciona el autor que las competencias desarrolladas por los miembros del equipo universitario del juego *League of Legends*, (Riot Games Inc., s.f.), puede ser de utilidad en otros campos, por ejemplo, la industria militar. Manifiesta el autor que, al abstraer los movimientos propios, de compañeros y rivales en un mapa, es posible traducir información visual y tomar decisio-

nes en consecuencia. También destaca el uso de la observación de equipos rivales para establecer estrategias de contraofensiva para el momento en que sea necesario enfrentarlos, o el uso de exjugadores con experiencia como analistas de sus compañeros. El autor traduce todo ello como análisis de datos, y destaca la valía de este análisis en otros sectores, por lo que se hace evidente que las experiencias de estos estudiantes en particular les puede ser de gran utilidad en el sector real. Taylor da una visión desde la experiencia de la NCSU, elemento muy útil para esta investigación como elemento demostrativo de los beneficios de los videojuegos para la formación profesional.

Algo similar a lo desarrollado por Taylor es llevado a cabo por Medina y Olarte (2021) quienes estudian el caso de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Bogotá (Colombia), donde los deportes electrónicos ya hacen parte del programa de Bienestar universitario. En resumen, mencionan que la acogida de los estudiantes de la institución ante esta iniciativa no es alta debido a que muchos estudiantes (cerca del 90% de los estudiantes de Administración deportiva de la universidad, según los autores), no tenían conocimiento de la existencia del programa. Tampoco parecían tener conocimiento sobre la existencia de un programa deportivo referente a eSports.

Este estudio tiene utilidad, en primer lugar para comprobar que no solo los videojuegos competitivos, sino cualquier iniciativa enfocada a bienestar, pueden ser exitosos siempre y cuando se le dé la debida promoción, y en segundo lugar para constatar que, en efecto,

existen programas deportivos para actividades de competencia online. Las conclusiones de esta investigación son corroboradas durante este estudio, mediante las entrevistas mencionadas más adelante.

En otros aspectos del uso de los eSports, Cristófol, Cristófol, Martínez y Román (2020) comentan en su escrito cuál ha sido el uso que los eSports, como industria, han hecho de la figura de los patrocinios para su mantenimiento, a través de datos históricos y consultando a expertos en diferentes áreas. Luego de hacer un recuento histórico de los videojuegos, desde el primer torneo de Space Invaders hasta el reconocimiento de los eSports como actividad deportiva por parte de Comité Olímpico Internacional en 2019, menciona algunas marcas importantes patrocinadoras de equipos y eventos de videojuegos competitivos, como Intel, Coca-Cola, RedBull, Movistar, Louis Vuitton, Tiffany & Co, entre otros, así como la manera en que estas marcas aparecen o son mencionadas durante los torneos. Finalmente, los autores concluyen que la industria de los deportes electrónicos en España está en pleno crecimiento, lo que hace que el sector se vuelva cada vez más atractivo para empresas que busquen visibilidad.

Esta investigación tiene los elementos básicos para demostrar que diferentes marcas, endémicas como Intel o Movistar, o no endémicas como RedBull o Louis Vuitton tienen el mismo interés en los videojuegos de competencia en términos publicitarios; esta información es valiosa principalmente porque es un punto a favor de la incursión de los videojuegos com-

petitivos en las universidades cuyos directivos estén interesados en promocionar de formas novedosas sus instituciones y sus respectivos programas.

Por otro lado, la investigación llevada a cabo por Martin y Pedrero (2019) da un punto de vista algo más conservador respecto al tema de los videojuegos y sus usuarios. Los autores abren proporcionando un recorrido histórico de los videojuegos en cuanto a su enfoque competitivo, iniciando con los primeros torneos en las décadas de 1970 y 1980, y finalizando con los torneos actuales, ya presentes hacia 2018. Luego, los autores comentan sobre la brecha generacional provocada por los cambios tecnológicos que, a su vez, generaron cambios culturales respecto a las costumbres de las personas nacidas en los últimos 20 años. Hablando puntualmente de los eSports, los autores afirman que:

La influencia que ejerce sobre nosotros la sociedad, el momento en el que vivimos y los adelantos tecnológicos que sufrimos nos forman como generación. Con gustos, inquietudes y responsabilidades distintas. Y por ello, si hablamos de los eSports como una nueva disciplina a la que considerar en un futuro muy cercano, debemos de hacer hincapié en el segmento de la población al que van dirigidos los deportes electrónicos, que no es otro que el público joven (Martín Muñoz & Pedrero Esteban, 2019, pág. 9).

Comentan los autores que es necesario que desde el ámbito educativo se forme a los jóvenes sobre el uso sano y responsable de los videojuegos, y más sobre los competitivos, de

modo que se puedan potenciar sus beneficios y al tiempo reducir sus efectos negativos. Estas conclusiones dan a entender que, aunque útiles, los videojuegos también tienen efectos negativos; aunque tales efectos no son mencionados a profundidad en este documento, se tienen en cuenta durante el desarrollo de la investigación, descubriendo que tanto directivos de instituciones de educación superior como estudiantes e investigadores los tienen muy presentes.

2. METODOLOGÍA

La investigación presentada fue de tipo exploratorio, pues la información que se requirió para llevarla a cabo resultó ser escasa y no contó con muchos antecedentes; fue necesario levantarla durante la investigación y de ahí hacer el respectivo análisis. Se declaró un enfoque mixto, pues se necesitaron datos de orden cualitativo y cuantitativo para completar la investigación.

La investigación en general tuvo dos etapas: en la primera se hizo una búsqueda vía internet de instituciones de educación superior en cuyas páginas web evidenciaran el uso de videojuegos o de eSports entre sus actividades de Bienestar, con lo que se halló un total de 14 instituciones entre colombianas y extranjeras. Acto seguido, las universidades nacionales fueron contactadas vía mail, con el propósito de pactar entrevistas con la mayor cantidad posible de ellas. Para esta investigación en particular los autores contaron con la colaboración de las unidades de Bienestar universitario de cuatro instituciones de educación superior

de Colombia. Las entrevistas contaron con un consentimiento informado, acompañadas de una autorización para revelar los nombres de los entrevistados y la institución a la que pertenecen, y para usar en la investigación el material fílmico o fotográfico que se recogió, de acuerdo con la Ley 1266 de 2008 (El Congreso de la República, 2008). Todas las entrevistas se hicieron a través de medios digitales (Teams de Microsoft y Meet de Google), y fueron grabadas, con el obvio consentimiento de los entrevistados, con el fin de sintetizar las respuestas.

La segunda parte de la investigación consistió en una encuesta aplicada a los estudiantes de la Fundación Universitaria Unicervantes, para lo que fueron vitales las respuestas de las entrevistas otorgadas en la primera parte.

Los resultados mostrados en este artículo corresponden a la primera parte de la investigación; las entrevistas concedidas por las unidades de bienestar de las universidades que respondieron al llamado de los investigadores.

3. RESULTADOS

Inicialmente se buscaron, a través de búsqueda básica vía Google, universidades, instituciones de educación superior y otras entidades relacionadas, donde se hayan llevado a cabo acciones relacionadas con los eSports. Entre los resultados se halló que, por ejemplo, la Universidad del Norte (s.f.) muestra información sobre su equipo E-Sports con nombre Uninorte/Quantum Leap en su página web. EAFIT (s.f.) muestra el listado de asignaturas impartida por la unidad de Bienestar Universitario, donde una de ellas se llama Iniciación

E-sport. La Universidad de Antioquia (2020) destaca la participación de un estudiante de la universidad en FISU América, en un torneo de FIFA20. Paola Beltrán (2021) habla sobre la relación entre videojuegos y vida universitaria, comentando que desde la Decanatura de estudiantes (DECA) de la Universidad de los Andes se promueven varios torneos de eSports al interior de la universidad. Se hallaron otros casos adicionales, como la Universidad de Antioquia, Rosario, Tadeo Lozano, Santiago de Cali, Antonio Nariño, e incluso algunos datos de universidades extranjeras como la University of Michigan – Flint (EE.UU), Universidad de Granada (España) y la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas – UPC (Perú).

Luego de contactar a todas las universidades colombianas listadas (un total de 10), se logró establecer entrevistas con los responsables de bienestar de cuatro de ellas: Sebastián García Peña, instructor de eSports de la Universidad Antonio Nariño; Emiliano Vagnoni Montragon, director de eSports del Politécnico Gran Colombiano; Biviana María Castrillón, analista del Departamento de Deportes y Recreación de la universidad EAFIT y Juan Gabriel García López, director deportivo de una universidad pública del occidente colombiano⁷.

Las preguntas generadas para las entrevistas hechas fueron las siguientes:

- ¿Por qué su institución decidió apostar por los eSports como actividad de Bienestar Universitario?
- ¿Qué resultados esperan obtener con la in-

⁷ La persona entrevistada en esta ocasión niega la autorización para revelar el nombre de la institución educativa que representa.

clusión de esta actividad entre las actividades ofrecidas a los estudiantes?

- ¿De qué forma se publicitan las actividades relacionadas con eSports en este momento?

- ¿Cómo ha sido la acogida de los estudiantes frente a esta iniciativa?

- ¿Qué juegos están vigentes en el programa?

- ¿Con qué inconvenientes se han topado hasta el momento en esta iniciativa? ¿Cómo les están haciendo frente?

- ¿Qué tal ven el futuro de la iniciativa, teniendo en cuenta los resultados que tienen hasta ahora?

- ¿Qué logros han obtenido hasta el momento con la iniciativa?

- ¿Además de los beneficios a los estudiantes, de que otra forma se ve beneficiada la institución con esta iniciativa (publicidad, visibilidad)?

Las respuestas a las preguntas generadas en las entrevistas, a nivel general, se resumen a continuación.

Algunas universidades ya estaban incursiendo lentamente en el tema de los deportes electrónicos antes del confinamiento obligatorio del año 2020 (El presidente de la República de Colombia, 2020), pero debido a éste los eSports se vieron potenciados, mientras que en otras instituciones los videojuegos competitivos se tornaron en una alternativa a los deportes tradicionales que no podían practicarse debido a las restricciones impuestas por el gobierno a lo largo del periodo de pandemia. Sea cual sea el origen de la iniciativa, todos los entrevistados manifestaron resultados positivos

en cuanto a la acogida de la idea por parte de los estudiantes.

Los resultados que se esperan de cara a los estudiantes son diversos. En la mayoría de las instituciones se espera que los estudiantes que participen en actividades relacionadas con deportes electrónicos adquieran competencias blandas de forma orgánica, como lo son la resiliencia, el trabajo en equipo, la atención al detalle, etc. Sin embargo, algunas instituciones también esperan obtener otros beneficios a los estudiantes, como la creación de comunidades sanas y responsables alrededor del tema, la creación de un ala competitiva que represente a la universidad de en eventos regionales, nacionales e internacionales, la integración de sedes que estén físicamente alejadas, la promoción de eventos interuniversitarios, la implementación de salas de juego o de entrenamiento especializadas, la creación o consolidación de grupos de estudio alrededor del tema, etc.

Aunque no existe un consenso entre las formas de promoción, las estrategias de divulgación de la iniciativa suelen ser similares: uso del micrositio de bienestar universitario y las redes sociales de las diferentes instituciones. Algunas universidades hacen eco de sus actividades de eSports al momento de abrir inscripciones a los cursos de bienestar.

Hay una variedad de juegos que se usan en los deportes electrónicos, y dependen mucho de las políticas de cada institución; por ejemplo, algunas universidades permiten juegos con violencia explícita, como Call of Duty o Fortnite, mientras que otros vetan los juegos más violentos y se decantan por los si-

muladores deportivos y de movimiento, como Mario Kart, Pro Evolution Soccer (PES) o Just Dance. Los juegos que suelen ser más populares y comunes entre los entrevistados son FIFA (para lo cual cuentan con consolas propias), Clash Royal y League of Legends.

Los inconvenientes citados se pueden reunir entres diferentes categorías:

- Desconocimiento del tema. Ante este problema, quienes lo han tenido han optado por recurrir a otras instituciones con más experiencia, y de su mano han logrado interesantes resultados.
- Falta de infraestructura o de inversión. En estos casos, los procesos han tenido que acomodarse al presupuesto mínimo y haciendo uso de los recursos ya disponibles, como en los casos en que se hace uso de las salas de sistemas y solo se escogen juegos de acceso gratuito. Se destaca que los estudiantes que participan de las actividades suelen intervenir, buscar los problemas y hallar las soluciones de forma autónoma, lo que ha sido benéfico para el desarrollo de las actividades programadas con recursos mínimos.
- Incredulidad en el proyecto de parte de directivos de las instituciones. En muchas instituciones, los videojuegos se ven satanizados debido a la creencia de que los juegos de video distraen a los estudiantes de su verdadero objetivo, generan adicción, promueven el sedentarismo, etc. En estos casos, han sido los propios estudiantes quienes, estudios en mano, han sabido demostrar los múltiples beneficios que los

videojuegos pueden traer a la comunidad estudiantil, y que los elementos negativos pueden prevenirse con una adecuada planeación de las actividades. Además, con el tiempo se han dado resultados interesantes que han sorprendido gratamente a los antes detractores de los eSports.

En todas las instituciones observadas se nota un futuro esperanzador, de modo que se tiene mucha fe en los respectivos proyectos. Todos son conscientes de que los videojuegos son una tendencia en alza, y una actividad del gusto de los estudiantes, por lo que esperan que los deportes electrónicos a nivel recreativo y competitivo permanezcan en Bienestar Universitario por mucho tiempo.

En cuanto a beneficios adicionales, se destacan, por un lado el auto sostenimiento del equipo de eSports, haciéndose independiente de la unidad de bienestar en términos de presupuesto, y por otra, el interés de algunos estudiantes por pertenecer a la institución, entre otras razones, debido a que se sabe que tienen equipo de deportes electrónicos. Tal interés en los aspirantes se debió a la gestión llevada a cabo por la universidad, lo que la hizo merecedora de una entrevista por parte de una emisora radial juvenil que les dio reconocimiento y divulgación hacia su nicho objetivo.

4. DISCUSIÓN

Los datos obtenidos por las entrevistas validan de forma correcta los hallazgos consultados como fundamentación teórica de la investigación. Por un lado, en las entrevistas hechas a representantes de Bienestar se evidencia que

existían, como preocupaciones principales, el temor de crear o incentivar una adicción a los videojuegos y el temor de provocar sedentarismo y procrastinación en su comunidad académica. La creencia en los perjuicios que provocan los videojuegos, fundamentada tanto en creencias como en investigaciones, está ampliamente difundida. Lo que al parecer no se difunde con tanto ánimo es la cara opuesta de la moneda; aquellos beneficios que los videojuegos brindan a las personas que los usan.

En las comunidades académicas que fueron entrevistadas se evidenció que existe un patrón relacionado con la percepción que existe sobre los videojuegos en la academia; se encontró que, como mínimo, las directivas tienen dudas respecto a los beneficios de los videojuegos. Y ha sido la propia comunidad estudiantil la que, a fuerza de resultados, ha hecho resaltar los beneficios sobre los perjuicios. Es de aclarar que, a pesar de sus reparos, las unidades de bienestar de las universidades revisadas le dieron visto bueno al proyecto bajo condiciones, lo cual fue válido y demostró ser una buena decisión que trajo beneficios como los descritos en los resultados obtenidos.

5. CONCLUSIONES

Luego de todo lo anterior se pueden concluir varios puntos. En primer lugar, queda en evidencia luego de la revisión bibliográfica que los beneficios que los videojuegos pueden dar a la comunidad académica de cualquier universidad no solo son amplios, sino que abarcan diferentes competencias útiles para la vida personal y profesional. Se evidenciaron estu-

dios en los que se demuestran las habilidades psicomotrices, sociales y emocionales que los videojuegos pueden generar (coordinación ojo-mano, resiliencia, pensamiento lateral, pensamiento analítico, capacidad para enfrentar problemas, trabajo en equipo, entre otras).

Además, las entrevistas llevadas a cabo con las cuatro universidades, y las investigaciones documentales hechas sobre otras instituciones, demuestran la gran valía que tienen los videojuegos como medio motivador para los estudiantes; que los videojuegos sean tan populares entre los estudiantes en edad universitaria puede hacer que desde la iniciativa se construyan proyectos autogestionados que, dirigidos de forma organizada y responsable, tiene el potencial de generar muy buenos resultados a nivel personal, académico e institucional, tal como se mostró en el caso del Politécnico Gran Colombiano, donde los estudiantes, sin apoyo de la universidad, y de forma autónoma, crearon y gestionaron un equipo que después representó a la universidad en diferentes certámenes, logrando cierta independencia de la institución, sin dejar de lado sus valores ni su identidad corporativa.

Se concluye que el uso de los videojuegos en la academia puede dar a la comunidad una valiosa experiencia si se sabe aprovechar, por ejemplo, de varias formas.

Los videojuegos son una buena herramienta para el fomento en los estudiantes de competencias blandas, útiles en cualquier campo laboral/profesional (trabajo en equipo, responsabilidad, tolerancia al fracaso y a la frustración), el desarrollo de competencias espe-

cíficas desarrolladas mediante el uso regular de los videojuegos (coordinación ojo-mano, capacidad de resolver problemas, orientación al logro, curiosidad, pensamiento lateral), y mediante el desarrollo de competencias específicas en eSports como competencias, gestión de equipos, etc, útiles en la vida laboral y profesional en gestión de proyectos (capacidad de autogestión, organización, asignación y cumplimiento de tareas, gestión de eventos, presupuestos, cronogramas, organización, etc.), acorde con la autonomía que se le dé al equipo de trabajo.

Existen beneficios adicionales a los que puede tener el estudiante, encaminados al desarrollo de programas universitarios y de bienestar el interior de cada universidad, como, por ejemplo:

- Se beneficia el área de Bienestar al tener herramientas para orientar desde lo interno al buen uso y disfrute de videojuegos y demás herramientas tipo TICs, y tener la posibilidad de encaminar de buena forma los beneficios de los videojuegos y los eSports, manteniendo sus perjuicios controlados, además de innovar en sus actividades de bienestar, mediante el uso de Tecnologías de información.
- Se beneficia el área de admisiones de la universidad al tener acceso a una forma innovadora de atraer estudiantes en edad preuniversitaria, opciones de presencia y representación en torneos interuniversitarios de videojuegos, tanto a nivel nacional como internacional y al tener también la posibilidad de estudiar el tema de video-

juegos desde las miradas de los diferentes programas, creando así contenidos de corte académico al respecto (investigaciones, diplomados, cursos, programas, etc).

Dadas las razones anteriores, se concluye que, en efecto, es factible y conveniente hacer cuanto menos, una prueba piloto liderada por la unidad de Bienestar de la universidad ligada al uso de videojuegos a nivel recreativo o a nivel competitivo, para ofrecerlos como opción para la comunidad estudiantil. Un programa de eSports articulado por la unidad de Bienestar Institucional, bien consolidado y bien ejecutado, puede hacer la diferencia en un estudiante al momento de escoger donde estudiar, y también puede hacer la diferencia en ese mismo estudiante al momento de graduarse y enfrentarse a un mercado laboral cada vez más competitivo y orientado al logro.

6. REFERENCIAS

- ADS Móvil. (2021). *Mobile Gaming en Colombia: ¿Quiénes son los mobile gamers? ¿Cómo pasan su tiempo?* [Infografía]. Obtenido de <https://adsmovil.com/wp-content/uploads/mobile-gaming-research-colombia-2021.pdf>
- Beltrán, P. (2021). *Deportes electrónicos y vida universitarios*. Obtenido de DECA - Decanatura de Estudiantes Universidad de Los Andes: <https://decanaturadeestudiantes.uniandes.edu.co/deportes-electronicos-y-vida-universitarios>
- Besombes, N., Connolly, C., Gawrysiak, J., Halevi, T., Jenny, S. E., Miljanovic, M., ... Williams, J. P. (2021). Foundations for Esports Curricula in Higher Education. *ITiCSE-WGR '21: Pro-*

- ceedings of the 2021 Working Group Reports on Innovation and Technology in Computer Science Education*, (págs. 27-55). doi:<https://doi.org/10.1145/3502870.3506566>
- Can, O., Cote, A., Foxman, M., Hansen, J., Harris, B., Fickle, T., & Waseq, U. (2023). The COVID Season: U.S. Collegiate Esports Programs' Material Challenges and Opportunities During the 2020–21 Pandemic. *Games and Culture*, 229-250. doi:<https://doi.org/10.1177/15554120221088116>
- Cristófol, F., Cristófol Rodríguez, C., Martínez Ruiz, Á., & Román Navas, I. (2020). *Evolution of sponsoring strategies in esports in Spain: 2013-2021*. Obtenido de Ámbitos Revista Internacional de Comunicación: https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/99933/Evolucion_de_las_estrategias_de_patrocinio_en_los_esports_en_Espana_2013-2021_.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- El Congreso de la República . (2008). *Ley 1266 de 2008. por la cual se dictan las disposiciones generales del hábeas data y se regula el manejo de la información contenida en bases de datos personales, en especial la financiera, crediticia, comercial, de servicios y la proveniente de terceros*. Obtenido de Sistema Único de Información Normativa - Juriscol: [https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1676616#:~:text=\(-diciembre%2031\)-,por%20la%20cual%20se%20dictan%20las%20disposiciones%20generales%20del%20h%C3%A1beas,y%20se%20dictan%20otras%20disposiciones](https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1676616#:~:text=(-diciembre%2031)-,por%20la%20cual%20se%20dictan%20las%20disposiciones%20generales%20del%20h%C3%A1beas,y%20se%20dictan%20otras%20disposiciones)
- El presidente de la República de Colombia. (2020). *Decreto 457 de 2020. Por el cual se imparten instrucciones en virtud de la emergencia sanitaria generada por la pandemia del Coronavirus COVID-19 y el mantenimiento del orden público*. Obtenido de Sistema Único de Información Normativa - JURISCOL: <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/30038972#:~:text=El%20funcionamiento%20de%20establecimientos%20y,emergencia%2C%20incluidas%20las%20emergencias%20veterinarias>
- Jimenez Toribio, M., Teruel Moleroc, B., García-Naveira Vaamonde, A., & Suarez, A. (2018). *Beneficios cognitivos, psicológicos y personales del uso de los videojuegos y esports: una revisión*. Obtenido de Revista de Psicología Aplicada al Deporte y el Ejercicio Físico: <https://www.redalyc.org/journal/6138/613865230006/613865230006.pdf>
- lgw.gg. (2021). *El equipo de la Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas “UPC” es el campeón de la AMD Red League University Challenge*. Obtenido de <https://www.lgw.gg/team-upc-es-el-campeon-de-la-amd-red-league-university-challenge/>
- Marketing4ecommerce.co. (2018). *Así son los nuevos gamers colombianos de acuerdo a Google*. Obtenido de <https://marketing4ecommerce.co/gamers-colombianos/#:~:text=De%20acuerdo%20a%20Google%20las%20edades%20m%C3%A1s%20comunes,en%20los%20%C3%BAltimos%2030%20d%C3%ADas%20en%20un%2054%25>

- Martín Muñoz, D., & Pedrero Esteban, L. (2019). *Los eSports: origen, evolución y tendencias*. Obtenido de Revista de cultur visual VISTA: <https://revistavista.pt/index.php/vista/article/view/3016>
- Medina Cervantes, O., & Olarte Aldana, F. (2021). *Programa deportivo enfocado a los deportes electrónicos en la Universidad Francisco José de Caldas*. Obtenido de Boletín Semillas ambientales: <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/bsa/article/view/18896>
- NewZoo. (2022). *Global Games Market Report*. Obtenido de https://resources.newzoo.com/e3t/Ctc/RD+113/c4sjHO4/VXjNhh3S-jF6N98lkF6z2cyfW1vWp-FD4XljlYN37Jq6t3q3pBV1-WJV7Cg-NQ8MlgKGFmJzy6W11Z8X-1FOPgBW3B-DZ5M413gn2W4MbWf31fC6qsW8XC8_t2VZc2pW1l_Vry26YYfdW6wOCxN2Rd-MOvW3qc1fl4Ot5cqW105M493Wl1pqW-2Fqgc08vCjqVVPPrw7n1gQHHTW7
- Nova et Vetera. (2022). *E-Sports y videojuegos: oportunidades y desafíos para Colombia*. Obtenido de Universidad del Rosario: <https://urosario.edu.co/noticias/e-sports-y-videojuegos-oportunidades-y-desafios-para-colombia-1593>
- Núñez Barriopedro, E., Sanz Gómez, Y., & Ravina Ripoll, R. (2020). *Los videojuegos en la educación: Beneficios y perjuicios*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=194163269012>
- Pérez Godoy, M. C. (2020). *Colombia es segunda en el consumo de videojuegos en América Latina*. Obtenido de <https://www.valoraa-nalitik.com/2022/07/19/colombia-es-segunda-en-el-consumo-de-videojuegos-en-america-latina/>
- Portafolio.co. (2022). *Videojuegos suman US\$1.200 millones en ingresos en el país*. Obtenido de <https://www.portafolio.co/economia/finanzas/videojuegos-suman-us-1-200-millones-en-ingresos-en-el-pais-563012>
- Riot Games Inc. (s.f.). *League Of Legends - Página principal*. Obtenido de Riot Games: <https://www.leagueoflegends.com/es-mx/>
- Sanchez, F. d. (03 de Abril de 2023). *La Universidad de Granada participa en la competición universitaria más importante de 'esports'*. (F. d. Sanchez, Ed.) *Granada Hoy*. Obtenido de https://www.gradahoy.com/canal_universidad/Universidad-Granada-competicion-universitaria-importante-esports_O_1773123100.html
- Sanchez, K. S. (s.f.). *¡Los Esports se toman el Poli!* Obtenido de Polotécnico GranColombinao: <https://www.poli.edu.co/noticias/los-esports-se-toman-el-poli>
- Sedeño Valdellos, A. (2009). *Videojuegos como dispositivos culturales: competencias espaciales*. Obtenido de Revista científica de educación: <https://elibro.net/es/ereader/unicervantes/98680?page=6>
- Taylor, N. (2020). *The Numbers Game: Collegiate Esports and the Instrumentation of Movement Performance*. En J. J. Sterling, & M. G. McDonald (Edits.), *Sports, Society, and Technology: Bodies, Practices, and Knowledge Production* (págs. 121-144). Palgrave McMillan. doi:https://doi-org.bibliodigital.ugc.edu.co/10.1007/978-981-32-9127-0_6

- The LEGO Foundation. (2018). *Aprendizaje a través del juego*. Obtenido de <https://www.unicef.org/sites/default/files/2019-01/UNICEF-Lego-Foundation-Aprendizaje-a-traves-del-juego.pdf>
- Universidad Antonio Nariño. (2019). *Los eSports 2019-1 en la UAN sube de nivel*.
- Universidad Católica de Colombia. (2021). *Segunda Liga Universitaria E-Sports 2*. Obtenido de Bienestar Universitario: <https://www.ucatolica.edu.co/portal/segunda-liga-universitaria-e-sports-2/>
- Universidad de Antioquia. (2020). *Noticias 2020*. Obtenido de Actualidad para tu bienestar: https://www.udea.edu.co/wps/portal/udea/web/generales/interna/!ut/p/zO/fYzBCsIwEES_xqNsDFLrMRQRSk8K0u-5F1iboakzaJhU_31RB8OJt3vBmAKEG-dPTgMOX2jmziBrNjvi7kQi1Ftd2VhVB-ZoTar_aGSuYQS8L-QHvja96gAW--ieU-aoOz9EsqM2NBMUfuni7-aTT2ycCZGG-qX5vHWsfjrKceu1TbONIljXp-VeH7obN
- Universidad de Antioquia. (s.f.). *Participa en el segundo torneo de eSports de la Facultad*. Obtenido de http://200.24.17.24:10039/wps/portal/udea/web/generales/interna/!ut/p/zO/xVLRTsIwFP0VeOCx6TYI-jMdlOOZAUEnM7Iu5dGVc3drSdih-vd-OMREwkMTHhqb3tueec3HMPoxllEn-ZYgEMlofT1Exs-x-MOCpNBMLt5mKZB-MkyTyWj5OIviiE4p-xVwd3U_ahjwZbtI-CWVcSSfeHc2OMg7KOhfQC8CeVhtVicM-dpXXoat566Q
- Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. (2022). *Utadeo te acerca al mundo virtual y los E-Sports*. Obtenido de <https://www.utadeo.edu.co/es/noticia/novedades/home/1/utadeo-te-acerca-al-mundo-virtual-y-los-e-sports>
- Universidad del Norte. (s.f.). *eSports Uninorte*. Obtenido de Bienestar Universitario: <https://www.uninorte.edu.co/web/bienestar-universitario-2/e-sports>
- Universidad EAFIT. (s.f.). *Asignatura Bienestar Universitario (BU)*. Obtenido de Deportes y recreación / Servicios.: <https://www.eafit.edu.co/bienestar-universitario/deportes/servicios/Paginas/asignatura-bu.aspx>
- Universidad Peruana de Ciencias aplicadas. (2023). *Taller de Fundamentos de eSports virtual*. Obtenido de Vida Universitaria: <https://blogs.upc.edu.pe/vida-universitaria/2023/03/09/taller-de-fundamentos-de-e-sports-virtual-2/>
- Universidad Santiago de Cali. (2022). *La Universidad Santiago de Cali fomenta los E-Sports como innovación académica y digital*. Obtenido de <https://www.usc.edu.co/index.php/noticias/item/7598-la-universidad-santiago-de-cali-fomenta-los-e-sports-como-innovacion-academica-y-digital>
- University of Michigan - Flint. (s.f.). *M Flint eSports*. Obtenido de <https://clubs.umflint.edu/esports/>
- Wagner, M. (2008). *On the Scientific Relevance of eSports*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/220968200_On_the_Scientific_Relevance_of_eSports



Recibido
22/09/2023

Aceptado
22/11/2023

Potencial endógeno de desarrollo y estrategias de desarrollo local en los planes municipales de desarrollo del Aburrá Sur 2016 - 2019

Endogenous development potential and local development strategies in the municipal development plans of Aburrá Sur 2016-2019.

Daniela Toro López²
Isabel Cristina Betancur Hinestroza³
Robert Ng Henao⁴

Cómo citar:

López D., Betancur I., Henao R., (2023). Potencial endógeno de desarrollo y estrategias de desarrollo local en los planes municipales de desarrollo del Aburrá Sur 2016 - 2019. *Vía Innova*, 10 (1), 165-192.

<https://doi.org/10.23850/2422068X.5965>

1 Este trabajo es producto del proyecto de investigación "Validación sectorial y apuestas estratégicas del sector empresarial del Aburrá Sur en el marco de la especialización inteligente metropolitana".

2 Egresada del Programa de Administración de Empresas, Universidad de Medellín. danieliviris09@hotmail.com

3 Profesora de tiempo Completo Programa de Economía. Universidad de Medellín. icbetancur@udemedellin.edu.co

4 Profesor de tiempo Completo Programa de Economía. Universidad de Medellín. robertng@udemedellin.edu.co

Resumen

El potencial endógeno de un territorio representa el conjunto de los recursos de diferente naturaleza que pueden ser aprovechados con la finalidad de constituir un desarrollo sostenible y competitivo. Su análisis ha constituido, a su vez, la teoría del desarrollo endógeno que explica cómo los territorios se desarrollan a partir de sus propios recursos. Particularmente el Aburrá Sur, conurbación en Antioquia – Colombia, es una zona geoeconómica importante del país por su alto índice de desarrollo en el sector productivo. El objetivo de esta investigación fue analizar el inventario de los recursos de potencial endógeno del Aburrá Sur y su relación con las estrategias de desarrollo local contenidas en los Planes de Desarrollo municipal 2016 - 2019. Se realizó a través de un estudio de caso con una metodología mixta evaluando el potencial del desarrollo endógeno y los planes de desarrollo municipal de los municipios del Aburrá Sur y se contrastó con los resultados de una encuesta implementada durante 2020 a los empresarios del territorio. Los resultados muestran que las acciones han sido positivas y que se han alcanzado muchas de las metas propuestas en los Planes de Desarrollo de acuerdo con los recursos económicos destinados. Además, se sugiere el componente institucional como uno de los principales factores del desarrollo de esta región.

Palabras clave: Potencial endógeno, Aburrá Sur, desarrollo local, desarrollo económico, desarrollo endógeno.

Abstract

The endogenous potential of a territory represents the set of resources of different nature, which can be exploited in order to constitute a sustainable and competitive development. Its analysis has constituted, in turn, the endogenous development theory that explains how territories develop from their own resources. Particularly the Aburrá Sur, a conurbation in Antioquia-Colombia, is an important geoeconomic zone of the country due to its high rate of development in the productive sector. The objective of this research was to analyze the inventory of endogenous potential resources of Aburrá Sur and their relationship with the local development strategies contained in the municipal development plans 2016-2019. It was conducted through a case study with a mixed methodology evaluating the endogenous development potential and the municipal development plans of the municipalities of Aburrá Sur and contrasted with the results of a survey implemented during 2020 to entrepreneurs in the territory. The results show that the actions have been positive and that many of the goals proposed in the development plans have been achieved in accordance with the economic resources allocated. In addition, the institutional component is suggested as one of the main factors in the development of this region.

Key words: Endogenous potential, Aburrá Sur, local development, economic development, endogenous development. development, endogenous development.

1. INTRODUCCIÓN

El Valle de Aburrá es un territorio ubicado en el departamento de Antioquia, Colombia, el cual posee una extensión de 1.152 Km² y para el 2018, el censo realizado por el DANE reportó que contaba con 3.726.219 habitantes, equivalentes al 62,37% de la población del departamento antioqueño que en el mismo periodo correspondía a 5.974.788 habitantes (DANE, 2019). Esta región está conformada por 10 municipios: Barbosa, Bello, Caldas, Copacabana, Envigado, Girardota, Itagüí, La Estrella, Medellín y Sabaneta, los cuales son un importante pilar de desarrollo para esta área.

Dentro del Valle de Aburrá, se encuentra la conurbación denominada “Aburrá Sur”, una de las zonas geoeconómicas más importantes del país por su alto índice de desarrollo en el sector productivo (Centro de Convenciones Aburrá Sur, s.f). Esta área del Valle de Aburrá es un referente de comercio, desarrollo, superación, transformación, economía e inversión (Alcaldía de Sabaneta, 2018). Cada municipio del Aburrá Sur posee diversos recursos, desde población hasta infraestructura y servicios. Estos conforman su potencial endógeno, lo que podría estar impulsando un desarrollo competitivo y sostenible que impacta no solo localmente sino también a nivel departamental y nacional.

Los municipios de Envigado, Itagüí y Sabaneta han logrado un reconocimiento local que, con sus resultados tanto económicos como sociales, han destacado dentro del departamento de Antioquia como el segundo departamento

con mayor contribución al PIB del país (DANE, 2020). Así mismo, Antioquia también aporta a los indicadores de desarrollo, a la disminución de la pobreza y al bienestar general de la población. Específicamente el aporte al PIB de los municipios de Envigado, Itagüí y Sabaneta fueron del 3,63%, 4,93% y 1,93% respectivamente para el año 2015, destacando el municipio de Itagüí con la segunda contribución más alta en todo el Valle de Aburrá después de Medellín (Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia, 2019).

Tras revisar las bases de datos académicas para este estudio, se destaca una profusa literatura enfocada en conceptos como desarrollo endógeno, desarrollo local y desarrollo económico, principalmente proveniente de Europa y Asia. A pesar de que estas áreas de estudio son amplias, incluyen también el tópico de potencial endógeno. Es importante señalar que el desarrollo endógeno presenta distinciones respecto a otros enfoques de desarrollo, aunque comparte ciertas similitudes (Vásquez, 2018). Sin embargo, una consulta específica en SCOPUS utilizando el término “endogenous potential”, acotada a las áreas relacionadas con economía y negocios, arroja solamente 35 resultados. Entre los estudios destacados se encuentran reflexiones académicas (Farjoun, 2002), ejemplos de transferencia tecnológica vinculada al potencial endógeno (Hassink, 1996, 1997; Tymoshchuk et al., 2019), comparaciones del desarrollo social y económico entre regiones (Milek, 2018) y análisis de po-

líticas públicas dirigidas al desarrollo regional (Uitermark, 2002), entre otros.

Al consultar diversas bases de datos en busca de literatura vinculada con América Latina, se resalta el estudio exploratorio de Pérez y Salazar (2013). Ellos concluyen que el desarrollo endógeno varía según el territorio, influenciado por las necesidades, capacidades locales y políticas regionales. De forma paralela, Vivas et al. (2010) argumentan que dicho desarrollo debe estar respaldado por normativas e iniciativas de ambos sectores, público y privado, enfocadas en maximizar las capacidades regionales. Añez (2006) agrega que el papel del Estado es crucial para incentivar procesos como I+D, esenciales para el desarrollo endógeno, promoviendo intercambios de capital, ya sea humano o material. Por su parte, Icart y Baltar (2010) enfatizan que la innovación es central para el desarrollo endógeno que, a su vez, potencia la globalización. Por ello, es esencial concebir el desarrollo endógeno no solo desde una perspectiva local, sino también en un contexto global.

Dada la importancia a nivel regional del Aburrá Sur, este artículo examina cómo los municipios que lo conforman utilizan sus recursos de potencial endógeno en relación con las estrategias de desarrollo local con el fin de poder evidenciar si las estrategias de desarrollo del territorio están bien direccionadas en el marco del concepto de potencial endógeno. Se abordan los recursos y la situación en las **áreas** de educación, salud, vivienda, empleo y desempeño institucional, desde la perspectiva de la teoría del desarrollo endógeno. Esto, teniendo

en cuenta la disponibilidad de la información en cada uno de los municipios.

Este trabajo se divide en cinco secciones y se desarrolla a través de una combinación de estrategias cuantitativas y cualitativas. En la primera, se expone el marco teórico base para los planteamientos y guía de análisis; se abordará una temática referente al crecimiento económico y a la teoría del desarrollo endógeno. En la segunda, se abordará la metodología implementada en esta investigación. En la tercera, se hará una introducción de manera detallada al Aburrá Sur, realizando una descripción de cada uno de sus municipios teniendo en cuenta su extensión territorial, límites, población y economía, ofreciendo un contexto de sus condiciones para el desarrollo endógeno. En una cuarta sección, se abarcarán las diferentes estrategias de desarrollo local propuestas en los Planes de Desarrollo en los municipios del Aburrá Sur durante el periodo 2016 – 2019, teniendo en cuenta las áreas de trabajo y sus objetivos, para luego, en la quinta sección establecer un análisis que permita determinar la relación entre el potencial endógeno de desarrollo y las estrategias de desarrollo local de cada municipio, con la finalidad de dar respuesta a la siguiente pregunta: ¿Cuál ha sido el nivel de cumplimiento de las estrategias de desarrollo local propuestas en los planes municipales de desarrollo en los municipios del Aburrá Sur durante el periodo 2016 -2019 en relación a su potencial endógeno? de manera complementaria, desde una encuesta de validación sectorial a los empresarios, responder cuáles han sido los principales factores desde

el potencial endógeno que han determinado la localización de las empresas en el territorio y la sección final corresponde a las conclusiones.

Los resultados de esta investigación muestran que, tras relacionar los indicadores de potencial endógeno desde los recursos disponibles para educación, salud, vivienda, empleo y desempeño institucional, con el nivel de cumplimiento de las metas en los planes de desarrollo territorial, se ha alcanzado un porcentaje considerable. Así mismo, de acuerdo con una encuesta implementada sobre validación sectorial a empresarios del Aburrá Sur, se identificó el factor institucional como uno de los factores importantes para la localización en el territorio.

Los hallazgos de esta investigación abordan un vacío existente en la literatura revisada y es la relación entre indicadores de potencial endógeno y metas territoriales para el Aburrá Sur y confirma la idea del desempeño y presencia de instituciones para la atracción y retención de empresas en el territorio.

Estos hallazgos son esenciales para los responsables de políticas públicas, dado que ilustran cómo el cumplimiento de metas en planes de desarrollo territorial se relaciona con el potencial endógeno existente. Además, ofrecen una base empírica que puede orientar futuras investigaciones en contextos similares o distintos. Este estudio también sienta las bases para investigaciones más profundas que busquen ampliar el espectro de indicadores vinculados al potencial endógeno, enriqueciendo así el análisis y los resultados.

2. MARCO TEÓRICO: Desarrollo, potencial y teorías del crecimiento endógeno

Las teorías del desarrollo han sido objeto de estudio durante décadas, buscando responder a los determinantes que dan lugar no solo al crecimiento de los países y regiones, sino también al mejoramiento de indicadores de calidad de vida y de progreso. Es evidente que los contextos y las épocas ofrecen diferentes explicaciones y dinámicas cambiantes que cada vez permiten respuestas mucho más completas.

Según Juárez (2013), el desarrollo puede ser entendido como una oportunidad de crecimiento en la cual se reciben nuevas influencias y conocimientos, a la vez que se trasladan experiencias; de esta manera, el progreso se basa en las potencialidades internas, estas son acciones que promueven una singularidad propia, un reconocimiento dentro del sistema. En lo que Albuquerque (2004) destaca la responsabilidad de la intervención del Estado para llevar a cabo este desarrollo, los gobernantes son responsables de promover el desarrollo local de su zona de gestión y está bajo su cargo el establecimiento e implementación de propuestas, políticas y estrategias para la mejora social.

Complementando, la Comisión Económica para América Latina y el Caribe describe el desarrollo económico local como *“el proceso de crecimiento y cambio estructural que, mediante la utilización del potencial de desarrollo existente en el territorio, conduce a la mejora del bienestar de la localidad”*. (Comisión Económica para América Latina y el Caribe - CEPAL, 1998, pág. 11)

Vázquez (2007), comparte la anterior definición expuesta por la CEPAL que considera el Desarrollo Económico Local (DEL) como el proceso de expansión económica de un territorio, que parte de la evolución en la industria y el ámbito empresarial hacia un enfoque que enfatiza la creación de bienes y servicios con un valor añadido superior, o una transformación en la estructura misma.

Esta teoría surge a comienzos de los años 80 y analiza la acumulación de capital y sus mecanismos en conjunto con las fuerzas del crecimiento, van desde recursos locales y externos al territorio. Además, sobresale al capital humano como fuente la productividad y el crecimiento económico. De igual manera, propone que tanto el crecimiento de la economía como el progreso tecnológico están estrechamente relacionados con los recursos disponibles y de la capacidad de ahorro e inversión.

El desarrollo endógeno tiene diversos enfoques: el evolutivo, el estratégico, y del desarrollo humano. El enfoque evolutivo del desarrollo endógeno está asociado con las transformaciones que se obtienen a través de la utilización de recursos en proyectos que generan rendimientos crecientes. El enfoque estratégico está relacionado con las iniciativas locales espontáneas como soluciones a los problemas del territorio. Finalmente, el enfoque basado en el desarrollo humano, propone un proceso culturalmente sostenible basado en las capacidades la población en su progreso (Barquero, 2007).

Como lo expone Juárez (2013), los procesos de desarrollo endógeno tienen una importancia fundamental a nivel local. Estos procesos

buscan resolver desafíos utilizando los recursos propios y promueven la participación de los residentes y las fuerzas locales en su propio progreso.

Es esencial considerar que el proceso de desarrollo endógeno no sigue un patrón estándar, ya que está influenciado por las particularidades de cada región local, razón por la cual se consideró tener un apartado para una breve descripción de la región de estudio. Cada región posee su propia estructura y está dotada de sectores productivos que difieren en términos de habilidades de gestión, acceso a tecnología, capacidad innovadora, disponibilidad de recursos naturales e infraestructura, valores culturales arraigados, tradiciones, composición de la fuerza laboral y el nivel de capital social presente (Vivas, Rodríguez y Mendoza, 2009).

A partir del concepto de desarrollo endógeno surge la teoría de crecimiento endógeno. Esta teoría postula un crecimiento que se sostiene por sí mismo, argumentando que los factores internos tienen un papel crucial en la acumulación de capital. Esto da lugar a economías de escala tanto internas como externas, además de economías de aglomeración y diversidad. Estas dinámicas contribuyen a la reducción de costos generales y de transacción, promoviendo así las ventajas de la diversidad económica (Canzanelli, 2004, pág. 3).

Cada territorio adapta su economía y procesos locales con base en su carácter, teniendo presente la identidad económica, política, social y cultural que ha definido durante su establecimiento; motivo por el cual, las políticas

de desarrollo deben considerar las particularidades y las especificidades territoriales para una adecuada y esperada efectividad (Canzaneli, 2004, pág. 3).

Este último aspecto es guía para el desarrollo del presente artículo y enmarca el análisis de la relación entre las políticas contenidas en los Planes de Desarrollo de cada municipio del Aburrá Sur y su potencial endógeno.

Como lo exponen Hannele et al (2016), es esencial crear herramientas como sistemas de clasificación de ciudades sostenibles o enfoques metodológicos, que permitan a las ciudades comparar soluciones y adoptar las mejores prácticas. Diversas organizaciones y proyectos de investigación han diseñado sistemas de indicadores para que las autoridades municipales empleen más los indicadores de desarrollo sostenible. Estos indicadores respaldan la formulación y evaluación de estrategias urbanas, posibilitando un monitoreo y seguimiento efectivo para guiar el progreso en aspectos económicos y medioambientales. Así mismo, este estudio pretende hacer una contribución en este aspecto, estructurando algunos elementos metodológicos de base para analizar la información disponible en los sistemas de información regionales y poder sacar algunas conclusiones útiles para la evaluación y el diseño de estrategias de planificación territorial.

3. METODOLOGÍA

La metodología propuesta tiene como objetivo principal analizar las interacciones entre las políticas de desarrollo presentes en los planes municipales del Aburrá Sur y su inherente potencial endógeno. Esta exploración se realiza considerando las características y singularidades propias de cada territorio, tal como se detalló en la introducción y como se amplía en el siguiente apartado. La investigación adopta un enfoque mixto, aunque predomina un matiz cualitativo y descriptivo. Es esencial para este estudio poner en relieve las particularidades distintivas de la conurbación del Aburrá Sur, subrayando su trascendencia para el departamento de Antioquia, Colombia, ofreciendo un breve pero conciso panorama de la dimensión económica y su relevancia en la región y una breve descripción de los intereses en los Planes de Desarrollo de cada municipio.

Con base en el marco teórico de la sección anterior, se identificaron las principales teorías y conceptos asociados al desarrollo y el potencial endógeno de un área. Estos conceptos fueron la guía para el desarrollo del análisis. Adicionalmente, se examinó todos los municipios del Aburrá Sur, considerando cada uno como una entidad individual para el estudio.

En una fase subsecuente, se consultaron documentos oficiales, informes y registros de los distintos municipios, haciendo énfasis en los detalles de sus Planes de Desarrollo y los recursos que tenían a disposición. Se rastrearon todos los indicadores que pudieran vincularse con el potencial endógeno de cada municipio.

Debido a que el concepto de “potencial endógeno” se refiere a los recursos intrínsecos de los territorios, se tomó la decisión de tener un enfoque en áreas específicas: educación, salud, vivienda, empleo y desempeño institucional. Esta elección permitió cotejar los recursos disponibles con estas áreas, con las políticas y resultados derivados de los planes de desarrollo de cada municipio. En este sentido, se establecieron las tasas alcanzadas en un año base para algunas de estas áreas como representativas del potencial endógeno. Luego, estas tasas se compararon con las metas descritas en los Planes de Desarrollo, y después se comparaba con las tasas realmente logradas.

Fue crucial determinar qué información estaba disponible en cada municipio para realizar esta comparación y dependiendo de la diferencia entre estas tasas, se categorizó el nivel de cumplimiento en tres niveles: alto, medio o bajo. En aquellos casos donde la información no estaba disponible, no se registró ningún resultado.

De manera complementaria, se quisieron mostrar algunos resultados de una encuesta realizada a 435 empresarios registrados en Cámara de Comercio de Aburrá Sur en el año 2020 donde se identificaron algunos motivos de la localización en su municipio de elección, confirmando los resultados obtenidos del anterior análisis respecto a su nivel de cumplimiento en los planes de desarrollo.

Con los hallazgos se realizan recomendaciones para mejorar la alineación de las políticas de desarrollo con el potencial endógeno y se proporciona una conclusión general y recomenda-

ciones específicas para cada municipio y para el Aburrá Sur como un conjunto. Así mismo, se abordaron algunas limitaciones durante el estudio, principalmente, relacionadas con la recopilación de datos, respuestas sesgadas o cualquier otro aspecto relevante.

4. CONURBACIÓN DE DESARROLLO LOCAL Y PROGRESO

El Valle de Aburrá, una subregión de Antioquia, Colombia, es una conurbación ubicada en la ciudad de Medellín. Incluye municipios vecinos al norte (Barbosa, Bello, Copacabana, Girardota) y al sur (Caldas, Envigado, Itagüí, La Estrella, Sabaneta). Estos municipios junto a Medellín forman el Área Metropolitana del Valle de Aburrá, conectados por múltiples aspectos como lo ambiental, económico y cultural. (Área Metropolitana del Valle de Aburrá, 2019).

Durante las últimas tres décadas, estos municipios han experimentado un cambio en sus políticas de desarrollo, enfocándose en la innovación empresarial como motor de competitividad. Han establecido un entorno institucional que respalda un sistema regional de innovación eficaz en comparación con otras áreas del país (Henao et al, 2022)

Referente a su economía y desarrollo, el Valle de Aburrá es considerado el epicentro del desarrollo del departamento de Antioquia y el mayor consumidor de bienes y servicios que se generan en las demás subregiones. Es la subregión que realiza el mayor aporte al PIB departamental destacándose los aportes que hacen

los sectores financieros, energía, gas y agua, construcción e industria. (Durán, 2016).

Asimismo, se ha llevado a cabo un esfuerzo colaborativo entre diversas entidades. Sin embargo, según el Informe de Gestión de la Cámara de Comercio del Aburrá Sur de 2017, la rotación de gobiernos, la discontinuidad institucional y las decisiones territoriales han dificultado la creación de un marco definitivo para orientar el desarrollo productivo (Henao et al, 2022). A continuación, se describirán brevemente los municipios del Aburrá Sur.

El municipio de Caldas, al sur de Medellín, es una entrada clave al Valle de Aburrá y suroeste antioqueño, con 133,40 km² de extensión (Departamento Nacional de Planeación, s.f). Inicialmente beneficiado por el comercio de la región, ahora destaca en industrias como locería, madera y mecánica. Agricultura de plátano y yuca en su suelo fértil también es prominente (Alcaldía de Caldas, s.f). Su economía se impulsa por la zona franca ZOFIVA.

Ahora, el municipio de Envigado cuenta con un área aproximada de 78,80 Km². Es una zona con una economía destacable, pues gracias al provecho de sus recursos ha logrado una alta calidad de vida de sus habitantes, al tiempo que ha alcanzado un reconocimiento por su gestión e inversiones efectivas en materia educativa, ambiental e infraestructura.

Continuando con la descripción, Itagüí cuenta con una extensión territorial de 21.09 km², siendo así uno de los municipios más pequeños del país (Alcaldía de Itagüí, s.f). Es una de las ciudades más dinámicas de Colombia por ser centro industrial y comercial (Centro

de Convenciones Aburrá Sur, s.f). Sintetizando, no ha sido un factor limitante su poca superficie territorial disponible, al contrario, ha sacado provecho de cada uno de los recursos disponibles, generando estrategias de desarrollo en pro del crecimiento económico local teniendo en cuenta su potencial endógeno.

Siguiendo, el municipio de La Estrella tiene una extensión de 35 km². En suma, esta localidad, cuya superficie territorial es en su mayoría territorio rural, tiene un amplio potencial, dado que cuenta con hectáreas productivas y ha realizado amplias inversiones en educación, salud y economía, que de la mano con unas buenas estrategias de desarrollo local han resultado en crecimiento económico, lo que mejora la calidad de vida de sus habitantes.

Para finalizar esta sección, Sabaneta es el municipio más pequeño del país con 15 km² de extensión, al tiempo que es uno de los territorios más dinámicos del país, logrando una transformación municipal convirtiéndose en destino turístico y religioso, a la vez que es referente gracias a su infraestructura, su desarrollo económico, social, cultural y calidad de vida (Alcaldía de Sabaneta, 2018).

En definitiva, esta localidad ha mostrado un adecuado provecho de sus recursos y de su potencial endógeno, desarrollando estrategias a favor de su crecimiento económico, local y sociocultural que han traído consigo un conjunto de reconocimientos y transformaciones en el Valle de Aburrá. Para finalizar esta primera sección, a continuación, se muestra información principal expuesta de los mismos:

Tabla 1. Información general del Aburrá Sur

Municipio	Extensión Km²	# de Barrios
Caldas	133,40	24
Envigado	78,80	39
Itagüí	21,09	58
La Estrella	35	23
Sabaneta	15	31
Total	283,29	175
Municipio	# de veredas	# de habitantes
Caldas	19	79.638
Envigado	6	228.848
Itagüí	9	276.744
La Estrella	12	71.545
Sabaneta	6	82.375
Total	52	739.15

Fuente: Elaboración propia con información obtenida de la página web de cada municipio y el DNP.

5. PLAN DE DESARROLLO MUNICIPAL: estrategias de desarrollo y progreso local

Un Plan de Desarrollo Municipal (PDM⁵) es el instrumento de planificación que orienta las acciones de la administración municipal, en él se estipulan de manera explícita los objetivos, acciones, programas, proyectos y metas de desarrollo que en forma conjunta constituyen la estrategia a desarrollar por los municipios durante el mandato del alcalde electo, asociado lo anterior, a los recursos públicos (Departamento Nacional de Planeación, s.f).

Cada municipio del Aburrá Sur cuenta con un PDM en el cual proponen diversas estrategias de desarrollo local enfocadas a subsanar aquellos aspectos en donde se presentan falen-

cias, para fortalecer sus áreas fuertes y brindar una mejor calidad de vida a sus habitantes.

A continuación, se estudiará el PDM para el periodo 2016 – 2019 de estos municipios, dirigiendo gran atención a la dimensión social, económica e institucional, las cuales serán las categorías de análisis y se analizarán posteriormente, en la sexta sección del presente artículo, en relación con el potencial endógeno de la zona de estudio, sus estrategias y políticas planteadas.

Tabla 2. Líneas / Temas de estudio Planes de Desarrollo Municipal Aburrá Sur

Importancia
La educación es un factor fundamental en el desarrollo tanto humano como municipal. Este aspecto, condiciona las oportunidades del territorio. Un municipio con educación de calidad puede hacer un mejor uso de sus recursos y competencias, obteniendo consigo progreso. Cualquier proceso de aprendizaje no solamente es un derecho inherente a todos los individuos, sino que también es vital para el progreso y desarrollo (UNESCO, 2014, pág. 17).
Cualquier proceso de aprendizaje no solamente es un derecho inherente a todos los individuos, sino que también es vital para el progreso y desarrollo.
Línea: Educación
Dimensión: Social
¿Es posible cumplir todos nuestros objetivos, ser competitivos y eficientes con nuestros recursos, si no tenemos garantías en aras a la salud, ni atención médica e infraestructura de calidad?
La salud es esencial para el desarrollo, y los líderes deben proveer recursos y adecuada infraestructura para el bienestar de la comunidad. Promoverlo en todas las etapas de la vida es crucial para el desarrollo sostenible. (Organización de las Naciones Unidas, 2020)
Línea: Salud
Dimensión: Social
Mejorar las condiciones de vida para un desarrollo adecuado implica viviendas óptimas y acceso a servicios públicos como agua y alcantarillado. Analizar estos aspectos es crucial para lograr un desarrollo local efectivo y aprovechar su potencial, requiriendo condiciones mínimas de calidad de vida para los ciudadanos. El agua es clave para el desarrollo sostenible, impactando en la economía, los ecosistemas y la supervivencia humana. (Organización de las Naciones Unidas, 2014)
Línea: Vivienda: Acueducto y alcantarillado

5 En adelante, se hará referencia al Plan de Desarrollo Municipal como PDM.

Dimensión: Social
Para el desarrollo económico sostenible de un municipio, es crucial entender su potencial y aplicar políticas acordes. Crear oportunidades de empleo es esencial para reducir desigualdades, impulsar la economía y el progreso urbano. Un desarrollo económico equitativo y continuo tiene el potencial de estimular el avance, generar empleo digno para la totalidad y elevar los niveles de vida.” (Organización de las Naciones Unidas, 2020)
Línea: Economía: Empleo digno y disminución de brechas
Dimensión: Economía
Estudiar este aspecto es de gran importancia dado que permite identificar los resultados, efectividad e impacto de las políticas establecidas. Además, permite evaluar la administración pública municipal, su eficiencia, sus logros, desarrollos y demás, en cuanto al desarrollo endógeno, la seguridad, la competitividad y la imagen municipal.
Línea: Gobernanza y competitividad municipal
Dimensión: Institucional

Fuente: Elaboración propia.

Municipio de Caldas

Su plan de desarrollo para el periodo analizado está enfocado en el crecimiento integral de la comunidad y el desarrollo económico sostenible e integrado; propone una construcción colectiva del desarrollo y una garantía de los derechos a todos los ciudadanos.

Estrategias y áreas de trabajo

- **Dimensión social:** abarca las prácticas sociales, la creación de conocimiento, innovación tecnológica, acceso a bienes y servicios, condiciones de vida, necesidades básicas satisfechas e insatisfechas, educación, pobreza, salud, recreación, nutrición, entre otros aspectos de importancia, en búsqueda principalmente de una equidad e igualdad social en conjunto del progreso municipal (Alcaldía de Caldas, 2016).
- **Dimensión económica:** involucra la ca-

pacidad de transformación productiva y generación de valor agregado, competitividad, innovación empresarial y emprendimiento; se orienta a la construcción de sistemas productivos territoriales que propicien el desarrollo económico local (Alcaldía de Caldas, 2016).

- **Dimensión institucional:** está asociada a la generación y fortalecimiento de capacidades de los actores del desarrollo territorial, para que de acuerdo con su rol o competencia contribuyan con el logro del desarrollo integral deseado (Alcaldía de Caldas, 2016).

“Este plan busca reducir la brecha entre personas ricas y de bajos recursos al combatir la pobreza y cubrir las necesidades básicas. Su objetivo es lograr un desarrollo inclusivo y participativo que mejore la calidad de vida y transforme la situación actual. Además, integra la educación con otros sectores como el económico, institucional y ambiental para contribuir al posconflicto (Alcaldía de Caldas, 2016). También, incluye estrategias para fomentar la competencia en los mercados locales e internacionales y satisfacer las demandas de bienes y servicios.”

En resumen, el municipio de Caldas ha diseñado un Plan de Desarrollo centrado en aprovechar su potencial endógeno para mejorar la calidad de vida, fomentar el desarrollo económico y reducir desigualdades. También se esfuerza en estrategias para la sostenibilidad, competitividad y prácticas efectivas en todas las áreas. Promueve igualdad de oportuni-

des en educación, empleo y salud, optimiza recursos y evalúa acciones previas.

Municipio de Envigado

Para el periodo indicado, su Plan de Desarrollo se basa en cinco enfoques fundamentales: fortalecimiento de derechos democráticos y sociales, mejora del bienestar y calidad de vida; fomento de equidad e inclusión con énfasis en género y diversidad; promoción de sostenibilidad y resiliencia; enfoque integral, estratégico y global; y construcción de paz territorial y preparación posconflicto, incluyendo reparación a víctimas (Alcaldía de Envigado, 2016).

Estrategias y áreas de trabajo

- **Línea “Desarrollo social, equidad e inclusión para el buen vivir”:** acceso a derechos individuales por trayectos de vida; derechos individuales y colectivos de poblaciones de especial interés; familias, entornos de vida y protección; y mujeres con dignidad y equidad.
- **Línea “Educación, innovación y cultura, pilares para el desarrollo”:** sistema educativo articulado; inclusión y diversidad en la educación; gestión de la calidad para una educación integral; Centro de Innovación y Desarrollo (CID); y fortalecimiento de la cultura para la construcción de ciudadanía.
- **Línea “Salud y deporte para vivir mejor”:** cobertura, calidad y humanización en la prestación de servicios del sistema general de seguridad social en salud; fortalecimiento de los procesos de planeación, inspección, vigilancia y control para el ejercicio de la autoridad sanitaria; habilidades para la vida en salud; y habilidades para la vida desde la recreación, el deporte y la actividad física.
- **Línea “Desarrollo económico con competitividad e integración regional”:** unidades productivas fortalecidas para la innovación y el acceso a nuevos mercados; oportunidades para la generación de ingresos y acceso a trabajo decente y productivo; fortalecimiento de la asociatividad y conglomerados empresariales urbanos y rurales; fortalecimiento del direccionamiento estratégico para la competitividad territorial mediante la alianza Educación – Empresa - Estado y gestión de cooperación para el desarrollo económico local.

Las anteriores líneas permiten desarrollar una serie de planes estratégicos para llevar a cabo diversas transformaciones sociales e impactos en la calidad de vida de los ciudadanos, con el apoyo de las entidades municipales y la administración pública.

Resumiendo, el municipio de Envigado tiene líneas de trabajo sólidas y estrategias bien definidas. Utiliza sus recursos de manera efectiva, mejorando aspectos clave para el bienestar y desarrollo comunitario. Se enfoca en dimensiones esenciales, con ambiciosas estrategias para el desarrollo local, mejora económica y calidad de vida, considerando recursos, necesidades y oportunidades.

En pocas palabras, destacan estrategias educativas y de desarrollo económico: en aras de la educación, que sea integral y accesible a todos, sin lugar a barreras; en desarrollo económi-

co con innovación, generación de ingresos y empleo digno para fortalecer la economía local y las oportunidades.

Municipio de Itagüí

Su Plan de Desarrollo se enfoca en derechos en esferas ambientales, sociales, económicas, culturales y políticas. Garantiza oportunidades y mejora constante de la calidad de vida. Aborda el curso de vida, necesidades de diversas edades y poblaciones vulnerables, con enfoque democrático y territorial (Alcaldía de Itagüí, 2016).

Estrategias y áreas de trabajo

El PDM de Itagüí propone tres importantes estrategias en pro de un desarrollo local que permita pasar de un territorio con desequilibrios y contradicciones, a un territorio equilibrado y que promueva la equidad: 1. Estimular una cultura de ciudad y de construcción de ciudadanía, 2. Impulsar el fortalecimiento institucional y el buen gobierno, 3. Promover el desarrollo territorial, el ordenamiento y la integración municipal. (Alcaldía de Itagüí, 2016).

De igual modo, para el cumplimiento del PDM y teniendo presente las dimensiones de análisis de trabajo, se da un arduo compromiso en las siguientes áreas (Alcaldía de Itagüí, 2016):

- **Educación:** Se propone un sistema educativo competente que dé respuesta a los retos actuales en aras de la cobertura, retención escolar, promoción educativa, calidad y desempeño. Se garantiza una educación con calidad, contextualizada y eficiente que brinde un acceso y permanencia en los

diferentes ámbitos de aprendizaje, velando por la inclusión, equidad de oportunidades, desarrollo sostenible y competitividad.

- **Salud:** Se enfocan los esfuerzos en pro de construir condiciones ambientales, humanas y de atención en salud, que promuevan y potencien el bienestar de la población. (Alcaldía de Itagüí, 2016)
- **Vivienda y hábitat:** Se desarrollan actividades a favor de la mejora del entorno en los barrios y veredas, brindando una infraestructura apropiada. Además, se promueve la adquisición de vivienda nuevas con oportunidades de acceso para la población más necesitada.
- **Seguridad:** Se promueve el sentimiento de seguridad en el municipio abarcando buenas prácticas de gobierno, adecuado uso de la fuerza pública y políticas satisfactorias que protejan a los ciudadanos y disminuyan la violencia, el consumo de sustancias alucinógenas y demás aspectos de inseguridad territorial.

En resumen, el municipio de Itagüí busca mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos mediante oportunidades equitativas y educación. En línea con otros municipios, prioriza acceso igualitario a empleo y educación para un desarrollo sostenible y competitivo. Su enfoque se centra en cerrar brechas y promover inclusión.

Municipio de La Estrella

Su Plan de Desarrollo para el periodo mencionado se orienta al desarrollo social con enfoque territorial y desarrollo metropolitano,

con el objetivo de generar condiciones de bienestar para todos los habitantes promoviendo la inclusión social, equidad y oportunidades para la mejora de la calidad de vida. (Alcaldía de La Estrella, 2016).

Estrategias y áreas de trabajo

- **Dimensión Social:** involucra estrategias en relación con la educación, la vivienda, servicios públicos, deporte y recreación, salud y población víctima. Además, busca el bienestar de la población urbana y rural con un favorable ejercicio de los derechos sociales.
- **Dimensión económica:** sus planteamientos incluyen estrategias y mejoras en empleo, turismo, formalización, emprendimiento, fortalecimiento empresarial, innovación, internacionalización, promoción comercial, infraestructura vial y transporte.
- **Dimensión institucional:** su planeación busca el fortalecimiento institucional, Gobierno En Línea, gestión de tecnologías de información, gestión del talento humano, infraestructura pública (equipamientos sociales e institucionales), desarrollo comunitario. Su estrategia se concentra en gerenciar de manera eficiente, eficaz y oportuna los recursos del Municipio.
- En este PDM, La Estrella comparte el propósito de reducir brechas dentro de la comunidad municipal. Al igual que otros municipios, trabaja en estrategias para generar equidad en oportunidades y be-

neficios. Además, desarrolla diversas acciones en pro del buen uso de los recursos actuales que posee, como en el ámbito de la salud y la educación, utilizando instalaciones actuales y desarrollando mejoras en este factor.

Municipio de Sabaneta

Su Plan de Desarrollo para el periodo en estudio se despliega en cinco ejes estratégicos, dimensiones, para el cumplimiento de su objetivo y lineamientos planteados (Alcaldía de Sabaneta, 2016):

1. **Condiciones de Vida:** se refiere a toda el área social y cultural; es la **dimensión social** y presta gran atención a la educación.
2. **Nivel de Vida:** involucra la adquisición de bienes materiales y disfrute de bienes de consumo y servicios para generar bienestar humano; es la **dimensión económica** y hace énfasis en el empleo.

Protección de la Vida: son todos aquellos aspectos que brindan protección y seguridad a la población; es la **dimensión la justicia, la equidad y la paz** y enfatiza en la equidad.

Estrategias y áreas de trabajo:

Para cada uno de los ejes, se instaure un proyecto estratégico que conlleve a una serie de acciones que permitan el cumplimiento del objetivo del PDM y sus propuestas en general. Las estrategias estipuladas son:

- **Educación de calidad:** se establece la conformación de una zona franca en educa-

ción e innovación que garantice calidad y cobertura con una jornada única y excelencia docente (Alcaldía de Sabaneta, 2016).

- **Empleo digno y competente:** se promueve la ciencia, la tecnología y la innovación de manera que incentive el emprendimiento y la oferta de oportunidades laborales, sacando provecho de las potencialidades en cuanto al turismo (Alcaldía de Sabaneta, 2016).
- **Entendimiento ciudadano:** se da una estrategia que favorezca la implementación de un sistema local de planeación, una gestión pública efectiva y confiable que promueva la cultura, la convivencia y la participación de todos (Alcaldía de Sabaneta, 2016).
- **Equidad social con seguridad:** su estrategia se encamina a la búsqueda permanente de la equidad para todos los grupos poblacionales con estrategias para la seguridad y justicia (Alcaldía de Sabaneta, 2016).

Cada área de trabajo municipal busca optimizar recursos a través de estrategias ingeniosas para lograr los objetivos. Sabaneta prioriza la calidad de vida con énfasis en educación, equidad y empleo digno. Además, busca establecer una economía sólida y estable.

6. POTENCIAL ENDÓGENO Y ESTRATEGIAS DE DESARROLLO LOCAL: relación en los municipios de Aburrá Sur

En esta sección se examinarán indicadores de potencial endógeno en la dimensión social (salud, educación, vivienda, calidad de vida),

económica (empleo, formalización, desarrollo económico) e institucional (desarrollo, gobernabilidad, seguridad) y se presentarán los principales resultados de los motivos de localización de los empresarios, basados en algunas de las áreas de educación e institucionalidad.

Los municipios del Aburrá Sur influyen local y regionalmente, contribuyendo en educación, empleo, vivienda, servicios, seguridad y calidad de vida. Sus Planes de Desarrollo municipal realizan grandes inversiones para impulsar potencial endógeno, integrando y cooperando en las dimensiones mencionadas anteriormente. En detalle, los montos de las inversiones para el año 2018 en materia de los principales potenciales se describen en la siguiente tabla:

Tabla 3. Inversiones de los municipios del Aburrá Sur en los factores principales de potencial endógeno. Año 2018

Inversión	Caldas	Envigado
Educación	\$5.563.979.706	\$117.765.476.559
Salud	\$96.868.693.994	\$20.508.366.725
Desarrollo económico	\$2.526.472.886	\$1.175.400.000
Justicia y seguridad ciudadana	\$1.207.552.067	\$42.132.490.285
Itagüí	La Estrella	Sabaneta
\$571.617.840.000	\$3.395.343.351	\$25.297.604.980
\$289.907.576.000	\$14.244.397.955	\$5.791.753.990
\$107.047.253.000	\$5.786.437.800	\$9.746.186.000
\$10.270.098.617	\$1.357.059.682	\$5.892.896.079

Fuente: Elaboración propia con información obtenida de los estados de resultados de cada municipio.

Analizando la tabla, Itagüí lideró con \$571.6 B en inversión de educación, seguido por Envigado con \$117.8 B. Ambos priorizaron este aspecto puntual, que fuera accesible y de calidad, es decir, un aprendizaje competitivo e inclusivo, impactando desarrollo local, calidad de vida y oportunidades. Estas acciones favorecieron el potencial educativo y mejoraron aspectos clave del PDM de cada uno.

Principio del formulario

Además de inversiones educativas, estos municipios avanzaron en sus propuestas del PDM. En la siguiente tabla, se muestran dos aspectos clave en educación del Aburrá Sur: cobertura neta y tasa de analfabetismo en mayores de 15 años. Muestra cifras iniciales, metas y resultados para evaluar objetivos y la relación con el potencial endógeno y eficacia de todas las inversiones realizadas. Aquí, se tendrán tres medidas de cumplimiento: Alto (entre un 71% a 100% cumplimiento), Medio (entre un 40% a 70% cumplimiento), Bajo (cumplimiento inferior al 39%).

Tabla 4. Metas y resultados aspecto educativo en el Aburrá Sur

Aspecto	Caldas	Envigado	
Tasa para el 2015 de cobertura neta en educación (Transición a media)	48,80%	67,8%	
Tasa meta para el 2019 de cobertura neta en educación (Transición a media)	50,20%	70%	

Tasa obtenida de cobertura neta en educación (Transición a media)	67,02%	65,7%	
Cumplimiento meta	Alto	Bajo	
Tasa para el 2015 de analfabetismo población mayor de 15 años	4,2%	0,71%	
Tasa meta de analfabetismo población mayor de 15 años	3,7%	0,5%	
Tasa obtenida de analfabetismo población mayor de 15 años	2,87%	0,88%	
Cumplimiento meta	Alto	Bajo	
Aspecto	Itagüí	La Estrella	Sabaneta
Tasa para el 2015 de cobertura neta en educación (Transición a media)	73,07%	75,83%	90%
Tasa meta para el 2019 de cobertura neta en educación (Transición a media)	66%[3]	85,34%	0.95
Tasa obtenida de cobertura neta en educación (Transición a media)	88,96%	77,21%	97,82%
Cumplimiento meta	Alto	Alto	Alto
Tasa para el 2015 de analfabetismo población mayor de 15 años	2,9%	3,90%	2,27%
Tasa meta de analfabetismo población mayor de 15 años	2,7%	3,40%	2,01%
Tasa obtenida de analfabetismo población mayor de 15 años	1,81%	2,37%	1,06%
Cumplimiento meta	Alto	Alto	Alto

Fuente: Elaboración propia con información obtenida de los PDM de cada municipio, el DAP y el DNP.

Cuando el cumplimiento de la meta es bajo es debido a que, en lugar de disminuir la tasa de analfabetismo, se dio un aumento, probablemente por un incremento en la población.

Continuando con el análisis de las inversiones, se puede considerar que el municipio de Itagüí en los diferentes aspectos evaluados se destacó tener altas inversiones, impulsando tanto aspectos económicos como el cumplimiento de las estrategias consignadas en el PDM, demostrando, su responsabilidad por parte de la administración pública con sus habitantes.

Al mismo tiempo, en la siguiente tabla referente a la cobertura de la población en el aseguramiento en salud, la inversión realizada por Itagüí fue efectiva, ya que no solo cumplió con su objetivo, sino que también es uno de los municipios del Aburrá Sur con mayor cobertura de afiliaciones en salud.

Tabla 5. Población asegurada y cobertura en salud del Aburrá Sur

Aspecto	Caldas	Envigado	
% para el 2015 de cobertura de afiliación aseguramiento en salud	-	75,9%	
% meta de cobertura de afiliación aseguramiento en salud	-	80%	
% de cobertura de afiliación aseguramiento en salud	99,53%	82,71%	
Cumplimiento meta	-	Alto	
Aspecto	Itagüí	La Estrella	Sabaneta
% para el 2015 de cobertura de afiliación aseguramiento en salud	95,8%	31,23%	93,79%
% meta de cobertura de afiliación aseguramiento en salud	96%	92,71%	100%
% de cobertura de afiliación aseguramiento en salud	99,51%	55,46%	71,67%
Cumplimiento meta	Alto	Medio	Bajo

Fuente: Elaboración propia con información obtenida de los PDM de cada municipio, el DAP y el DNP

Cuando el caso del cumplimiento de la meta es bajo, es debido a que se dio una reducción a la cobertura en salud reflejada sobre la cual se dio la meta.

Siguiendo en la dimensión social, el Aburrá Sur realiza un amplio esfuerzo en disminuir su déficit en vivienda tanto cuantitativo como cualitativo; igualmente, se busca aumentar la cobertura en servicios públicos como factor fundamental en la calidad de vida de la población, siendo esta eje principal de los PDM como apalancadora de desarrollo.

Tabla 6. Déficit en las viviendas

Recurso	Caldas	Envigado	Itagüí
Déficit cuantitativo de vivienda para el 2015	3%	0,85%	2,30%
Déficit cuantitativo de vivienda meta	1,20%	0,30%	0,5%
Déficit cuantitativo de vivienda obtenido	1,7%	0,69%	-
Cumplimiento meta	Alto	Medio	-
Déficit cualitativo de vivienda para el 2015	10,90%	0,26%	6,40%
Déficit cualitativo de vivienda meta	7,20%	0,20	4,69%
Déficit cualitativo de vivienda obtenido	25,9%	3,63%	-
Cumplimiento meta	Bajo	Bajo	-
Recurso	La Estrella	Sabaneta	
Déficit cuantitativo de vivienda para el 2015	2,80%	2,24%	
Déficit cuantitativo de vivienda meta	1,10%	-	
Déficit cuantitativo de vivienda obtenido	-	-	
Cumplimiento meta	-	-	
Déficit cualitativo de vivienda para el 2015	8,60%	1,63%	
Déficit cualitativo de vivienda meta	3,5%	-	
Déficit cualitativo de vivienda obtenido	-	-	
Cumplimiento meta	-	-	

Fuente: Elaboración propia con información obtenida del PDM de cada municipio y el Anuario Estadístico de Antioquia.

Conjuntamente, respecto a la información financiera de cada municipio mencionada en la segunda parte del presente artículo, se puede inferir que a medida que se obtienen mayores ingresos se pueden realizar significativas inversiones debido que los municipios que más destacaron respecto a sus inversiones fueron Envigado e Itagüí; asimismo, destacan en ingresos, esto a su vez, permite deducir que son municipios con un fuerte potencial, con una amplia economía y un crecimiento económico y desarrollo local cada vez mayor.

Los resultados e inversiones positivas reflejan gestión adecuada, por ende, Aburrá Sur muestra compromiso con sus habitantes y aprovecha el potencial endógeno en estrategias efectivas, generando sinergia entre objetivos y recursos locales.

Continuando, el Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA) sigue una estrategia de desarrollo basada en especialización inteligente, incluyendo CTel (Ciencia, Tecnología e Innovación), clústeres liderados por la Cámara de Comercio de Medellín y desarrollo económico metropolitano mediante una integración con los municipios del AMVA. Los municipios del Aburrá Sur contribuyen a esta competitividad mediante convergencia de esfuerzos.

Como es posible evidenciar en los distintos PDM, se trabaja con gran esfuerzo en la generación de empleo y su formalización, ya que esto va de la mano con las condiciones propicias para el desarrollo. En materia de ocupación, se presenta la siguiente información que permite

un análisis sobre su situación municipal y los esfuerzos realizados:

Tabla 7. Información de empleo en el Aburrá Sur 2018

Aspecto	Caldas	Envigado	Itagüí
Participación de empleo en la región	3,24%	30,78%	30,25%
Número de empresas en la región	2.319	9.696	10.477
Participación de empresas en la región	8,06%	33,70%	36,42%
Aspecto	La Estrella	Sabaneta	
Participación de empleo en la región	8,72%	19,10%	
Número de empresas en la región	2.23	4.049	
Participación de empresas en la región	7,75%	14,10%	

Fuente: Elaboración propia con información de Henao et al (2022).

La tabla anterior, refleja que Envigado lidera en participación de empleo regional, indicando estrategias efectivas y cooperación respecto a su potencial social e industrial. En el mismo aspecto, Itagüí sigue en segundo lugar, demostrando gestión eficiente y aprovechamiento del potencial endógeno en empleo y sector empresarial. Una relación exitosa entre estrategias y potencial endógeno requiere entender este potencial para fijar objetivos y estrategias de gobierno. Identificar recursos clave es crucial para priorizar atención y desarrollo.

Si bien en este aspecto no se pudo encontrar información similar como línea base y meta esperada para todos los municipios, en todos

los PDM se trazaron diferentes estrategias al respecto del empleo.

En este sentido, la convergencia de esfuerzos es esencial para evitar desviaciones y optimizar el potencial. Para un desarrollo endógeno exitoso, se deben considerar recursos y enfoques teóricos, mejorando análisis, planificación, ejecución y mejora continua.

Por lo tanto, estas acciones conducen a la medición del desempeño municipal, asignando puntajes según la gestión, resultados y esfuerzos. La administración refleja estrategias, políticas y trabajo municipal; evalúa la gestión de recursos, ejecución, ordenamiento territorial, y la calidad de vida en educación, salud, servicios y seguridad. La medición global surge de la gestión y resultados de cada municipio.

Para establecer una calificación en término cualitativo para el desempeño municipal, se tendrá en cuenta el total de municipios analizados a nivel departamental: 125 de 1101 a nivel nacional; se ordenará cada categoría de mayor a menor y se dividirá en tres partes iguales, por lo que aquellos que se encuentren dentro de los primeros 42 puestos se considerarán en la clasificación “Alto”, los siguientes 42 serán considerados “Medios” y los 41 restante serán “Bajo”.

Tabla 8. Medición de desempeño municipal Aburrá Sur.

Medición de desempeño municipal	Caldas	Envigado	Itagüí
Puntaje gestión	58,97	81,89	80,35
Posición gestión	147	2	3
Calificación	Medio	Alto	Alto
Puntaje resultados	74,94	71,23	74,31
Posición resultados	51	203	70
Calificación	Alto	Alto	Alto

Puntaje desempeño municipal	58,50	80,80	80,07
Posición desempeño municipal	110	2	3
Calificación	Alto	Alto	Alto
Medición de desempeño municipal	La Estrella	Sabaneta	
Puntaje gestión	77,97	76,11	
Posición gestión	6	11	
Calificación	Alto	Alto	
Puntaje resultados	70,95	81,27	
Posición resultados	219	2	
Calificación	Alto	Alto	
Puntaje desempeño municipal	78,32	76,01	
Posición desempeño municipal	5	10	
Calificación	Alto	Alto	

Fuente: Elaboración propia con información obtenida del Departamento Nacional de Planeación.

En el Aburrá Sur, destacando a Envigado e Itagüí, con foco en ingresos, gastos y empleo, matiza por su enfoque cooperativo entre estrategias y potencial endógeno, considerando determinantes y participación ciudadana. Ejemplifica desarrollo, transformación y conocimiento, siendo un referente regional gracias a su análisis y aprovechamiento de potencial.

Finalmente, es importante tener en cuenta que la población mundial ha crecido notablemente en las áreas urbanas durante los últimos setenta años. Esta expansión influye en el desarrollo urbano sostenible, todo ha evolucionado a partir del concepto general de progreso que se enfoca en el medio ambiente, lo económico y lo social según informes de la Organización de las Naciones Unidas (2014).

Según (Bakar & Razia, 2022), estas dimensiones son esenciales tanto para el desarrollo

sostenible en general como para el urbano. A medida que las ciudades crecen rápidamente, surgen problemas sociales graves como pobreza, aislamiento, desempleo y falta de colaboración. Aunque se valora la dimensión social, su importancia a menudo se subestima, lo que dificulta la creación de entornos urbanos socialmente sostenibles. Por lo tanto, no se debe pasar por alto el papel crucial de la sostenibilidad social en el desarrollo urbano para los planes nacionales que se implementen a futuro en Aburrá Sur.

Finalmente, el proyecto de investigación en el que se basó este producto de investigación implementó una encuesta a 435 empresarios registrados en Cámara de Comercio de Aburrá Sur durante el año 2020. Esta encuesta tuvo en cuenta en cada municipio los cinco sectores más representativos según el código CIIU, es decir, aquellos con un mayor número de empresas, y de la misma manera se distribuyó el número de empresas entrevistadas en cada municipio, según la participación al total de empresas de la conurbación del Sur.

Una de las particularidades, fue que cerca del 54% de los empresarios mencionaron iniciar operaciones de las compañías entre 2016 y 2020, muy similar al periodo de contraste de los Planes de Desarrollo municipal. Así mismo, el 70.8% de los entrevistados consideraron que el territorio o municipio donde se localizaba la empresa, incidía en el buen desempeño productivo, lo que indica que la localización geográfica y las características inherentes podrían tener un impacto significativo en la productividad y operatividad de las organi-

zaciones. Este dato es revelador, ya que sugiere que las condiciones y políticas de desarrollo en esos municipios durante el periodo de 2016 a 2020 podrían haber influido en la decisión de muchos empresarios para establecer o expandir sus operaciones en esos lugares específicos.

Adicionalmente se indagó sobre algunos factores que podrían estar influyendo de manera positiva en las decisiones de localización de una empresa en un territorio y las cinco razones más destacadas en cada municipio se describen en la Tabla 9:

Tabla 9. Cinco principales motivos de localización

Envigado
Acceso a materias primas e insumos - MERCADO
Servicios eficientes de logística y transporte - TRANSPORTE - INSTITUCIONALIDAD
Clima apropiado en materia de seguridad y convivencia ciudadana - SEGURIDAD - INSTITUCIONALIDAD
Facilidades en el acceso y desplazamientos al interior y alrededor del territorio - TRANSPORTE - INSTITUCIONALIDAD
Infraestructura y equipamientos colectivos suficientes y apropiados - INFRAESTRUCTURA - INSTITUCIONALIDAD
Itagüí
Acceso a materias primas e insumos - MERCADO
Servicios eficientes de logística y transporte - TRANSPORTE - INSTITUCIONALIDAD
Facilidades en el acceso y desplazamientos al interior y alrededor del territorio - TRANSPORTE - INSTITUCIONALIDAD
Clima apropiado en materia de seguridad y convivencia ciudadana - SEGURIDAD - INSTITUCIONALIDAD
Infraestructura y equipamientos colectivos suficientes y apropiados - INFRAESTRUCTURA - INSTITUCIONALIDAD
Sabaneta
Acceso a materias primas e insumos - MERCADO
Facilidades en el acceso y desplazamientos al interior y alrededor del territorio - TRANSPORTE - INSTITUCIONALIDAD
Infraestructura y equipamientos colectivos suficientes y apropiados - INFRAESTRUCTURA - INSTITUCIONALIDAD
Clima apropiado en materia de seguridad y convivencia ciudadana - SEGURIDAD - INSTITUCIONALIDAD

Costos de los servicios de energía y telecomunicaciones SERVICIOS - INSTITUCIONES
La Estrella
Acceso a materias primas e insumos - MERCADO
Facilidades en el acceso y desplazamientos al interior y alrededor del territorio - TRANSPORTE - INSTITUCIONALIDAD
Servicios eficientes de logística y transporte - TRANSPORTE - INSTITUCIONALIDAD
Infraestructura y equipamientos colectivos suficientes y apropiados - INFRAESTRUCTURA - INSTITUCIONALIDAD
Proximidad a la demanda - MERCADO
Caldas
Acceso a materias primas e insumos - MERCADO
Facilidades en el acceso y desplazamientos al interior y alrededor del territorio - TRANSPORTE - INSTITUCIONALIDAD
Proximidad a la demanda - MERCADO
Clima apropiado en materia de seguridad y convivencia ciudadana - SEGURIDAD - INSTITUCIONALIDAD
Disponibilidad a mano de obra calificada - CAPITAL HUMANO
Total - Aburrá Sur
Acceso a materias primas e insumos - MERCADO
Facilidades en el acceso y desplazamientos al interior y alrededor del territorio - TRANSPORTE - INSTITUCIONALIDAD
Servicios eficientes de logística y transporte - TRANSPORTE - INSTITUCIONALIDAD
Clima apropiado en materia de seguridad y convivencia ciudadana - SEGURIDAD - INSTITUCIONALIDAD
Infraestructura y equipamientos colectivos suficientes y apropiados - INFRAESTRUCTURA - INSTITUCIONALIDAD

A partir de las tablas presentadas para cada municipio del Aburrá Sur y la totalidad de la región, se puede derivar que el Acceso a Materia Prima e Insumos es un denominador común en todos los municipios y en el total de Aburrá Sur, lo que indica que es esencial para las operaciones de las empresas y es un motivo primordial de localización. El Servicio de logística y transporte, es un motivo compartido entre Envigado, Itagüí, La Estrella y el total de Aburrá Sur. Esto sugiere que la logística y la eficiencia en el transporte son fundamentales

para la mayoría de las empresas en esta región. Así mismo, Facilidades en el acceso y desplazamientos, está presente en todos los municipios y en el total, evidencia la importancia de una movilidad fluida tanto para el acceso de empleados como para la distribución de productos y servicios. En cuanto a Seguridad e Institucionalidad - Clima Apropiado en Materia de Seguridad y Convivencia Ciudadana, es un factor destacado en todos los municipios y en el total de Aburrá Sur, señalando la relevancia de un ambiente seguro y una buena convivencia para el funcionamiento eficaz de las empresas, e Infraestructura y equipamientos colectivos suficientes y apropiados, es compartido entre Envigado, Itagüí, Sabaneta, La Estrella y el total de Aburrá Sur. Esto indica la necesidad de una infraestructura sólida y adecuada para las operaciones y servicios de las empresas.

En términos generales, las empresas del Aburrá Sur priorizan aspectos relacionados con el mercado (acceso a insumos y proximidad a la demanda), transporte, seguridad, infraestructura y, en algunos casos, disponibilidad de capital humano cualificado y costos operativos al elegir un municipio para localizar sus operaciones. Es esencial para las políticas de desarrollo local atender estos factores para atraer y retener empresas en la región.

Estos resultados también corroboran, según los resultados obtenidos por el análisis de potencial endógeno, que hay confianza en las instituciones y que la variable Empleo, para otros resultados menores, también toma alguna relevancia. Sobre los demás factores indicados en la primera parte de este análisis como Salud,

Empleo y Vivienda, no se tuvieron en cuenta al momento de realizar la encuesta.

7. Conclusiones

El crecimiento endógeno es una estrategia que implica desarrollo territorial a partir de sus recursos y conocimientos, logrando sostenibilidad. El potencial endógeno, con políticas adecuadas y conocimiento, conduce a transformación y desarrollo sostenible en el territorio.

El éxito de la relación entre las estrategias y el potencial endógeno de un municipio radica en entender y definir objetivos basados en dicho potencial. El Aburrá Sur, como un territorio de oportunidades, ejemplifica este enfoque mediante la integración efectiva de políticas con su potencial, generando progreso, perspectivas transformadoras y reconocimiento en su búsqueda constante de desarrollo y calidad de vida.

El municipio de Caldas tiene un gran potencial debido a su ubicación y recursos naturales, incluyendo amplias áreas vegetales para agricultura y actividades agropecuarias. Ofrece oportunidades de crecimiento y valorización.

El municipio de Envigado se destaca por su relación efectiva entre políticas de desarrollo y potencial endógeno. Esta cooperación le ha asegurado una posición destacada en la conurbación, ingresos sólidos, alta calidad de vida, oportunidades inclusivas y economía sostenible y en crecimiento.

El municipio de Itagüí trabaja intensamente en mejorar su imagen, enfocándose en seguridad, infraestructura y percepción municipal. Usan políticas alineadas a su potencial endó-

geno para mayor eficacia. Las inversiones respaldan estos esfuerzos, evaluados por gestión de alcaldes, ingresos y resultados positivos.

El municipio de La Estrella progresa de manera consciente y guiada por su potencial endógeno. Obtiene buen puntaje en desempeño municipal por su enfoque en gestión, aunque aún hay margen para mejorar resultados gubernamentales.

El municipio de Sabaneta aprovecha sus recursos mediante la relación adecuada entre su potencial y políticas. Transforma infraestructura, servicios y economía, ganando reconocimiento y alta valoración regional.

Cada municipio del Aburrá Sur adapta políticas y acciones a su potencial, logrando metas congruentes con la realidad. La Estrella mostró ambición en la cobertura de seguridad social, no alcanzando la meta, pero registrando un notable incremento en la conurbación.

El hecho de que una proporción considerable de empresarios identifique al territorio como un factor clave en el desempeño productivo subraya la importancia de que los gobiernos municipales consideren estrategias de desarrollo que fomenten un entorno empresarial propicio. Esta interacción entre políticas de desarrollo y decisiones empresariales resalta la necesidad de una alineación estratégica entre el sector público y privado para maximizar el potencial económico de la región.

En términos generales, las empresas del Aburrá Sur priorizan aspectos relacionados con el mercado (acceso a insumos y proximidad a la demanda), transporte, seguridad, infraestructura y, en algunos casos, disponibi-

lidad de capital humano cualificado y costos operativos al elegir un municipio para localizar sus operaciones. Es esencial para las políticas de desarrollo local atender estos factores para atraer y retener empresas en la región.

Los resultados de esta investigación muestran que, al relacionar los indicadores de potencial endógeno desde los recursos disponibles para educación, salud, vivienda, empleo y desempeño institucional con el nivel de cumplimiento de las metas en los planes de desarrollo territorial, se han alcanzado en un porcentaje considerable. Así mismo, de acuerdo con una encuesta implementada sobre validación sectorial a empresarios del Aburrá Sur, se identificó el factor institucional como uno de los factores importantes para la localización en el territorio.

Los hallazgos de esta investigación abordan un vacío existente en la literatura revisada y es la relación entre indicadores de potencial endógeno y metas territoriales para el Aburrá Sur y conforma la idea del desempeño y presencia de instituciones para la atracción y retención de empresas en el territorio.

Estos hallazgos son esenciales para los responsables de políticas públicas, dado que ilustran cómo el cumplimiento de metas en Planes de Desarrollo territorial se relaciona con el potencial endógeno existente. Además, ofrecen una base empírica que puede orientar futuras investigaciones en contextos similares o distintos. Este estudio también sienta las bases para investigaciones más profundas que busquen ampliar el espectro de indicadores vinculados

al potencial endógeno, enriqueciendo así el análisis.

8. Referencias

- Ahvenniemi, H., Huovila, A., Pinto-Seppä, I., & Airaksinen, M. (2017). ¿What are the differences between sustainable and smart cities?. *Cities*, 60, 234-245.
- Alcaldía de Caldas. (2016). *Plan de desarrollo “Caldas Progresas”*. Obtenido de Alcaldía de Caldas: <https://www.caldasantioquia.gov.co/uploads/entidad/control/Ob881-plan-de-desarrollo-caldas-progresas-2016-2019.pdf>
- Alcaldía de Caldas. (2020). *Plan de Desarrollo Municipal 2020 - 2023 “Caldas nuestro propósito”*. Obtenido de Alcaldía de Caldas: https://www.caldasantioquia.gov.co/pd/images/documentos/PLAN_MUNICIPAL_DE_SALUD_CALDAS_2020-2023.pdf
- Alcaldía de Caldas. (s.f.). *Nuestra Alcaldía: Presentación*. Obtenido de Alcaldía de Caldas: <https://www.caldasantioquia.gov.co/alcaldia>
- Alcaldía de Envigado. (2016). *Plan de desarrollo “Vivir mejor, un compromiso con Envigado”*. Obtenido de Alcaldía de Envigado: <https://www.envigado.gov.co/plan-desarrollo/Documents/Plan-De-Desarrollo-Municipal-de-Envigado-Raul-Cardona-2016-2019.pdf>
- Alcaldía de Envigado. (2020). *Plan de Desarrollo Municipal 2020 - 2023 “Juntos Sumamos”*. Obtenido de Alcaldía de Envigado: <https://www.envigado.gov.co/planeacion/paginas/con>
- [tenido/plan-de-desarrollo-municipal/plan-de-desarrollo-2020--2023](https://www.envigado.gov.co/planeacion/paginas/con)
- Alcaldía de Itagüí. (24 de Mayo de 2016). *Plan de Desarrollo Municipal “Itagüí avanza con equidad para todos”*. Obtenido de Alcaldía de Itagüí: https://www.itagui.gov.co/uploads/entidad/control/705d6-acuerdo_4_plan-desarrollo_2016-2019_.pdf
- Alcaldía de Itagüí. (s.f.). *Alcaldía de Itagüí: Presentación*. Obtenido de Alcaldía de Itagüí: <https://www.itagui.gov.co/alcaldia/>
- Alcaldía de La Estrella. (2016). *Plan de Desarrollo Municipal “La Estrella seguimos avanzando”*. Obtenido de Alcaldía de La Estrella: <https://perfildealcaldes.socya.org.co/wp-content/uploads/2016/09/Plan-de-Desarrollo-La-Estrella-2016-2019.pdf>
- Alcaldía de Sabaneta. (2016). *Plan de Desarrollo Municipal “Sabaneta para todos”*. Obtenido de Alcaldía de Sabaneta: https://www.sabaneta.gov.co/files/doc_varios/plan-dllo-municipal-2016-2019.pdf
- Alcaldía de Sabaneta. (10 de Octubre de 2018). *Acerca del Municipio: Presentación*. Obtenido de Alcaldía de Sabaneta: <https://www.sabaneta.gov.co/acerca-del-municipio/presentacion/>
- Alcaldía de Sabaneta. (s.f.). *Alcaldía de Sabaneta: Información general*. Obtenido de Alcaldía de Sabaneta: <https://www.sabaneta.gov.co/acerca-del-municipio/informacion-general/>
- Ángel, J. G. (14 de Marzo de 2017). *Recorrido por el municipio de La Estrella - Antioquia - Colombia*. Obtenido de TvAgro - Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=ep>

tWsReSOls

- Área Metropolitana del Valle de Aburrá. (2019). *Historia*. Obtenido de Área Metropolitana del Valle de Aburrá: <https://www.metropol.gov.co/area/Paginas/somos/Historia.aspx>
- Áñez, C. (2006). Desarrollo endógeno y empresas transnacionales en la globalización. *Aldea Mundo*, 11(20), 37-48.
- Barquero, A. V. (2007). Desarrollo endógeno. Teorías y políticas de desarrollo territorial. *Investigaciones Regionales= Journal of Regional Research*, (11), 183-210.
- Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia (Marzo de 2019). *Perfil socioeconómico Medellín y el Valle de Aburrá*. Obtenido de Cámara de Comercio de Medellín para Antioquia: <https://www.camaramedellin.com.co/DesktopModules/EasyDNNNews/DocumentDownload.ashx?portalid=0&moduleid=569&articleid=480&documentid=151>
- Canzanelli, G. (Agosto de 2004). *Valorización del Potencial Endógeno, Competitividad Territorial y Lucha a la Pobreza*. Obtenido de ILSLEDA: http://www.ilsleda.org/usr_files/papers/valorizacion_po_169499.pdf
- Centro de Convenciones Aburrá Sur. (s.f.). *Sobre el Aburrá Sur*. Obtenido de Centro de Convenciones Aburrá Sur: <https://aburra-sur.com/entorno/sobre-el-aburra-sur/>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe - CEPAL. (02 de Julio de 1998). *Desarrollo endógeno VS Desarrollo exógeno: Política económica local y desarrollo endógeno*. Obtenido de https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/33951/S9800520_es.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- DANE. (22 de Agosto de 2019). *Resultados Censo Nacional de Población y Vivienda 2018: Valle de Aburrá*. Obtenido de DANE: <https://www.dane.gov.co/files/censo2018/informacion-tecnica/presentaciones-territorio/190822-CNPV-presentacion-Antioquia-Valle-de-Aburra.pdf>
- DANE (24 de septiembre de 2020) *PIB por departamento 2019. Información preliminar*. Obtenido de DANE: <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/cuentas-nacionales/cuentas-nacionales-departamentales>
- Departamento Administrativo de Planeación. (2020). *Fichas municipales 2018 Departamento de Antioquia*. Obtenido de Departamento Administrativo de Planeación: <http://www.antioquiadatos.gov.co/index.php/fichas-municipales-menu?layout=edit&id=48>
- Departamento Nacional de Planeación. (s.f). *Kit Planes de Desarrollo Territoriales*. Obtenido de Portal Territorial Departamento Nacional de Planeación: <https://portalterritorial.dnp.gov.co/AdmKITTerritorial/MenuKITPlaDes>
- Departamento Nacional de Planeación. (s.f). *Terridata: Comparaciones*. Obtenido de Departamento Nacional de Planeación: <https://terridata.dnp.gov.co/index-app.html#/comparaciones>
- Durán, C. E. (2016). *Plan de Desarrollo Municipal*. Obtenido de Caldas Antioquia: <https://www.caldasantioquia.gov.co/uploads/>

entidad/control/Ob881-plan-de-desarrollo-caldas-progres-a-2016-2019.pdf

- Farjoun, M. (2002). The dialectics of institutional development in emerging and turbulent fields: The history of pricing conventions in the on-line database industry. *Academy of Management journal*, 45(5), 848-874.
- Hassink, R. (1996). Technology transfer agencies and regional economic development. *European Planning Studies*, 4(2), 167-184.
- Hassink, R. (1997). Technology transfer infrastructures: some lessons from experiences in Europe, the US and Japan. *European Planning Studies*, 5(3), 351-370.
- Henao, R. N., Betancur, I. C., & Londoño, A. A. (2022). Geographic Concentration of Economic Activities in Aburrá Sur in Antioquia (Colombia)—A Reinterpretation of the Industrialisation Coefficients of the Stochastic Independence Approach. *Economy of Regions*, 18(1), 64-77.
- Icart, I. B., & Baltar, F. (2010). Desarrollo endógeno, calidad institucional e innovación. Una revisión de la teoría y de algunos de sus límites. *Revista del CLAD Reforma y Democracia*, (48), 115-148.
- Icart, I. B., & Zavaro, R. B. (Agosto de 2015). *Desarrollo sostenible, humano y endógeno*. Obtenido de Scielo: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-64422015000200311
- Juárez, G. J. (2013). Revisión del concepto de desarrollo local desde una perspectiva territorial. *Revista Lider*, 09-28.
- Milek, D. (2018). Spatial differentiation in the social and economic development level in Poland. *Equilibrium. Quarterly Journal of Economics and Economic Policy*, 13(3), 487-507
- Organización de las Naciones Unidas. (24 de Noviembre de 2014). *Agua y desarrollo sostenible*. Obtenido de Decenio internacional para la acción “El agua fuente de vida” 2005 - 2015: https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/water_and_sustainable_development.shtml#:~:text=El%20agua%20est%C3%A1%20en%20el,saludables%20y%20la%20supervivencia%20humana.&text=El%20agua%20es%20un%20recurso,renovable%20si%20est%C3%A1%20bien%20gestionado.
- Organización de las Naciones Unidas. (2020). *Objetivo 3: Garantizar una vida sana y promover el bienestar para todos en todas las edades*. Obtenido de Objetivos de Desarrollo Sostenible: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/health/>
- Organización de las Naciones Unidas. (2020). *Objetivo 8: Promover el crecimiento económico inclusivo y sostenible, el empleo y el trabajo decente para todos*. Obtenido de Objetivos de Desarrollo Sostenible: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/economic-growth/>
- Pérez, A. P., & Salazar, L. J. (Marzo de 2013). Desarrollo endógeno y clausura operativa territorial. Una aproximación al estudio del desarrollo desde la perspectiva sistémica (El caso Tlalnepantla Morelos, México). *Revista de economía del caribe* N°. 11, 144-180.

- Obtenido de Scielo: <http://www.scielo.org.co/pdf/ecoca/n11/n11a08.pdf>
- Tymoshchuk, O., Reno, D., Silva, P. A., Almeida, A. M., Pedro, L., & Ramos, F. (2019). O papel das tecnologias digitais no desenvolvimento das comunidades rurais: o estudo de caso múltiplo de “BioLiving” e “Bons Sons”. *RPER*, (52), 131-144.
- Uitermark, J. (2002). Spatial policy in the United Kingdom: Regulatory experimentation in the after-Fordist era. *Journal of Housing and the Built Environment*, 17(4), 385-407.
- UNESCO. (2014). *El Desarrollo sostenible comienza por la educación: cómo puede contribuir la educación a los objetivos propuestos para después de 2015*. Obtenido de https://www.entreculturas.org/sites/default/files/educacion_y_ods.pdf
- Vahos, M. (02 de Febrero de 2020). *¿Para qué es y cómo se construye un Plan de Desarrollo municipal?* Obtenido de Teledellín: <https://teledellin.tv/plan-de-desarrollo-municipal/376361/>
- Vázquez, A. (2007). *Desarrollo endógeno. Teorías y políticas de desarrollo territorial*. Investigaciones Regionales, 183-210.
- Vivas, A., Rodríguez, M. C., & Mendoza de Ferrer, E. (2010). Desarrollo endógeno: Opción para el rearme humanizado del sistema productivo latinoamericano. *Contaduría y administración*, (231), 9-31.
- Razia, S., & Ah, S. H. B. A. B. (2022). Panoramic Mapping of Urban Social Sustainability: A 35-Year Bibliometric and Visualization Analysis. *Journal of Regional and City Planning*, 33(2), 49-78.



Recibido
28/09/2023

Aceptado
28/11/2023

Aspectos teóricos relevantes en torno al concepto de innovación abierta

Relevant theoretical aspects regarding the concept of open innovation

Leonardo Monroy Perdomo¹
Maria F Malaver²

Cómo citar:

Monroy L., Malaver M., (2023). Relevant theoretical aspects regarding the concept of open innovation. *Vía Innova*, 10 (1), 193-209.
<https://doi.org/10.23850/2422068X.5975>

¹ Leonardo Monroy Perdomo. Magister en Relaciones Internacionales. Corporación Universitaria Minuto de Dios – UNIMINUTO. lmonroyper@uniminuto.edu.co

² María Fernanda Malaver Riaño. Administradora de Empresas. Corporación Universitaria Minuto de Dios – UNIMINUTO. maria.malaver@uniminuto.edu.co

Resumen

La Innovación Abierta es la forma como se están llevando, actualmente, los procesos de innovación a escala mundial. Sin embargo, su carácter, muchas veces espontáneo, hace que no siempre sea claro el proceso en términos de alcances, formas o cambios necesarios y propone retos conceptuales a los interesados que esta investigación pretende ayudar a subsanar, al reunir los aspectos más importantes del concepto en un documento que sea producto de la metodología de revisión bibliográfica en las principales fuentes de información abordadas a diario por los investigadores. Como principal resultado se encuentra que la Innovación Abierta va más allá de una simple estrategia de innovación y adquiere el carácter de paradigma que exige transformaciones profundas en los sectores y actores involucrados.

Palabras clave: Generación de la Innovación, Gestión de la Innovación, Gestión del Conocimiento, Innovación Abierta, Innovación en los Negocios.

1. Introducción

La Innovación Abierta es un proceso novedoso que se ha extendido desde la cooperación en sectores de alta tecnología hasta todo tipo de sectores productivos. Como concepto organizacional es cada vez más relevante y merece ser caracterizado claramente a través de los autores que lo han trabajado.

Las prácticas en innovación, cada vez se relacionan más con la Innovación Abierta, proceso que encarna, para muchos autores, el carácter de nuevo paradigma organizacional (Albizuri & Castellanos, 2012) y que amerita un análisis más profundo para todos aquellos interesados en el tema de la innovación. Por lo tanto, esta investigación se propone brindar un resumen de algunos de los elementos teóricos más importantes relacionados con el tema, por medio de una revisión bibliográfica realizada en las más importantes fuentes de información disponibles para los investigadores.

De acuerdo con Albizuri y Castellanos (2012) la implementación de modelos de IA exige un cambio de mentalidad del empresario y en la forma de concebir las organizaciones, que pasan de ser entes autocontenidos en materia de innovación a nodos que aportan a una red de conocimiento compartido. El cambio de mentalidad exige dejar de concebir el proceso como algo interno y controlado, cubierto por un velo de misterio que sólo se revela con el producto final en el mercado, para entender la cooperación entre pares y proveedores como la base de la creación de productos que son el resultado del esfuerzo común y que tienen

mayor impacto que lo que podría lograr cada uno por separado.

Sin embargo, la innovación no queda limitada simplemente a las grandes empresas. Las MIPYMES no sólo requieren procesos de gestión de la innovación, sino que dicha categoría de empresas se caracteriza, entre otras cosas, por su afinidad con la aplicación de tecnologías emergentes y de procesos innovadores (Monroy-Perdomo *et al*, 2022) como forma de enfrentar la vulnerabilidad a la cual están expuestas en mercados competitivos. La innovación abierta se puede considerar como una forma de gestión eficiente de conocimiento, investigación y desarrollo para las MIPYMES, y muchas de ellas ya lo están aplicando (Lichtenthaler 2008; Van de Vrande *et al*. 2009).

Este proceso de innovación abierta se puede concebir como un conjunto de sinergias en permanente retroalimentación. En general, se entienden sus orígenes en la aplicación del modelo de la Triple Hélice (Industria, Academia, Gobierno) que surgió a finales del siglo XX como resultado de la profunda transformación en la forma de concebir los procesos de investigación y Desarrollo en respuesta a la acción conjunta en varios frentes, en busca de la formación de ventajas competitivas sostenibles por medio de la innovación permanente. Sin embargo, el proceso no es unidireccional, porque cada uno de los componentes de la Triple Hélice alimenta su propio desarrollo del producto que recibe de los otros y a cuya creación aportó recursos.

Este trabajo consta de varias partes. En la primera se hace la introducción, en la segunda

se muestra la metodología empleada para la revisión bibliográfica, posteriormente se abordan los aspectos generales del concepto de Innovación Abierta, así como su relación con el sector académico, el sector productivo y el Estado. Finalmente, se encuentran las conclusiones y la bibliografía.

2. Metodología

Este artículo surge de la revisión documental realizada en bases de datos especializadas de libre acceso y de acceso restringido. La búsqueda se orientó hacia los aspectos generales y seminales del concepto de Innovación Abierta y su relación con los componentes de la Triple Hélice; es por eso que la mayoría de las referencias bibliográficas tienen una antigüedad mayor a los 10 años, porque corresponden a textos y autores considerados canónicos en el tema. Esta es, por lo tanto, una investigación de corte cualitativo en el sentido de Alonso *et al*, (2017).

La documentación consultada se revisó por medio de la utilización de bases de datos de libre acceso como Google, Google Académico y Research Gate, así como suscritas a la biblioteca de la Corporación Universitaria Minuto de Dios – UNIMINUTO y a la biblioteca de la Pontificia Universidad Javeriana. Entre ellas destacan Sciencedirect, E - Libro, EBSCO Host, Scopus, Dialnet, Wiley, Taylor and Francis, Proquest, JSTOR, Springer y la biblioteca de la Universidad Javeriana. El período de observación para este análisis de la literatura va de

1996 a 2018, y está orientado a alcanzar el objetivo propuesto anteriormente.

Tabla 1. Herramientas para el análisis documental

Fuente de Información	Link de Acceso
Google	https://www.google.com.co/
Google Académico	https://scholar.google.es/schhp?hl=es
ScienceDirect	https://www.sciencedirect-com.ezproxy.uniminuto.edu/
E - Libro	https://www.elibro.com/
EBSCOhost - Business Source Complete	https://web-p-ebSCOhost-com.ezproxy.uniminuto.edu/ehost/search/basic?vid=1&sid=4333ec79-a2b9-4609-b7a4-d47d-1231923f%40redis
Scopus	https://www.scopus-com.ezproxy.uniminuto.edu/search/form.uri?display=basic#basic
Dialnet	https://dialnet.ezproxy.uniminuto.edu/
Wiley	https://onlinelibrary.wiley.com/
Taylor And Francis	https://www-tandfonline-com.ezproxy.uniminuto.edu/
Proquest	https://www-proquest-com.ezproxy.uniminuto.edu/intermediateredirect-forezproxy
JSTOR	https://jstor.ezproxy.uniminuto.edu/
Springer	https://link-springer-com.ezproxy.uniminuto.edu/

Fuente: Elaboración Propia

La búsqueda fue realizada a través de las palabras claves de la investigación, por medio del Tesauro -Business Source Complete, adscrito a la base EBSCO Host., y se procedió con la búsqueda de documentos completos de acceso abierto o de acceso restringido. Se realizó también la búsqueda con relación a los componentes de la Triple Hélice.

3. Resultados

3.1 Características Generales

Albizuri y Castellanos (2012) demuestran que no hay consenso en torno a una definición de Innovación Abierta. En la versión más extendida (Chesbrough *et al*, 2006; Rohrbeck *et al*, 2009) el concepto se refiere al input y output en una red de conocimiento con el fin de fortalecer la innovación interna y brindar oportunidades de expansión de mercado. Por el contrario, Elmquist *et al*, (2009) no se atreven a dar una definición del concepto y prefieren señalar que elementos tan importantes como su alcance y características aún están por construir. Para West *et al*, (2006) la Innovación Abierta es un proceso práctico de generación de conocimiento en red y a su vez una metodología que retroalimenta dicho proceso, mientras que para otros autores tales como Pénin (2008) y Von Hippel y Von Krogh (2006) solo se puede hablar de Innovación Abierta si los poseedores del conocimiento lo revelan voluntariamente a la red, lo hacen disponible de forma permanente y todos participan de forma continua y dinámica en la construcción de nuevo conocimiento sobre lo anteriormente entregado.

Hay quienes definen el concepto de acuerdo con la dirección hacia la cual orientan su participación en el proceso. Para Laursen y Salter (2006), la orientación es de afuera hacia adentro, ya que las compañías toman el conocimiento libremente del exterior para aplicarlo a sus propios procedimientos internos, mientras que otras organizaciones revelan el cono-

cimiento que antes ocultaban y lo hacen disponible hacia el exterior (Henkel, 2006).

Albizuri y Castellanos (2012) plantean el concepto desde la incorporación de agentes externos a un proceso de investigación y desarrollo que, tradicionalmente, ha sido ejecutado internamente por las organizaciones.

Álvarez y Álvarez (2018) definen la innovación abierta desde una perspectiva amplia de los aspectos involucrados, tales como colaboración y apertura con fuentes externas a través de flujos entrantes y salientes, que pueden exigir flexibilidad en la gestión estratégica, pero que, (y este es el mayor aporte a esta definición) resulta tener un carácter complementario con el de la innovación cerrada.

Siguiendo los planteamientos de los autores arriba mencionados, la innovación abierta puede percibirse como resultado de la moderna estructura económica basada en las ventajas competitivas, que exigen aprovechamiento de factores internos y externos, aprovechamiento del entorno, conformaciones de redes a partir de relaciones con agentes externos y, sobre todo, un ciclo de permanente innovación que permita hacer que las ventajas competitivas sean sostenibles en el tiempo, frente a agentes que compiten desarrollando los mismos procesos.

De una manera más específica, la literatura de gestión de la innovación permite identificar las principales dimensiones de la innovación abierta, tales como fuentes y redes de innovación, asociaciones corporativas y gestión de la investigación y desarrollo. Muchos autores, entre los cuales es posible señalar a Tidd y

Bessant (2009) y a Dodgson *et al*, (2008) representan este punto de vista.

Romer (1986) establece una noción de apertura definida a partir de la elección de conocimiento para propósitos innovadores en donde los aportantes tienen acceso a los recursos de otros y no tienen derechos exclusivos sobre la innovación resultante. De manera que el proceso pasa de seguir las reglas de un bien privado a las de un bien público.

Las ventajas de las estrategias de innovación abierta no están solamente en la generación de producto, sino en la estandarización de procedimientos entre compañías que colaboran entre ellas, motivando la aparición de ecosistemas productivos, que son la consecuencia de la interacción entre múltiples industrias. Son evidentes los beneficios del ecosistema creado y la flexibilidad adquirida por las organizaciones (Chesbrough, 2014). Dichas estrategias pueden ser de flujos de entrada de ideas, técnicas o aplicaciones prácticas que pueden ser aprovechados por la organización receptora, pueden ser flujos de salida hacia agentes externos beneficiarios o pueden ser de carácter mixto e involucrar ambos aspectos en distintas fases. Aunque existe una extensa literatura que demuestra los beneficios para las organizaciones tanto de la estrategia de entrada como de la de salida, es llamativo que también se demuestra que los mejores resultados en materia de innovación abierta suceden con la estrategia mixta (Cheng & Huizingh, 2014), no obstante, esto está vinculado al tamaño de la empresa, porque inicialmente una organización pequeña (puede ser una MIPYME)

primero aprovecha los flujos entrantes que le permiten crecer y luego genera flujos salientes que apoyen el proceso en otros (Van der Vrande *et al*, 2009; Chesbrough, 2006). La literatura especializada señala el aspecto positivo en los resultados de la aplicación de estas estrategias.

Las prácticas más comunes en las estrategias de entrada son la búsqueda, aprovisionamiento, colaboración, adquisición y fuentes externas; son las preferidas por las MIPYMES y su principal fuente es el cliente (Yoon *et al*, 2016) mientras que las de salida incluyen venture, licencias, revelado y outsourcing de Investigación y Desarrollo; es menos frecuente y es típica de empresas de alta tecnología (Mazzola *et al*, 2012). La estrategia mixta es, entre otras cosas, la más completa, porque involucra combinaciones de todas estas prácticas y hace que la organización que la lleva a cabo perciba los beneficios de cada una de sus integrantes, ya sean adquirir recursos intangibles o hacer efectivos los resultados de la innovación (Álvarez & Álvarez, 2018).

El proceso de innovación abierta exige ciertas condiciones para un desarrollo exitoso, como el diseño de redes eficientes, la comunicación fluida entre nodos que puede requerir uso intensivo de TIC's o el desarrollo de la capacidad de absorción por parte de las organizaciones integrantes (Rodríguez-Castellanos *et al*, 2010).

Dichas condiciones exigen cambios a nivel organizacional, porque exigen revisar el modelo de negocio, la gestión de procesos y de la organización misma, las relaciones de competencia y cooperación, e incluso, la planea-

ción estratégica y el proceso de toma de decisiones. Chiaroni *et al* (2010) señalan que tales cambios deben darse en todos los niveles del proceso, tales como las redes, la estructura organizacional, los procesos de evaluación y los sistemas de gestión del conocimiento.

3.2 Innovación Abierta y Academia

Las universidades han dejado de tener un rol netamente académico e intelectual, para integrarse al proceso de creación de competitividad, por medio del trabajo colaborativo con diversos agentes del mercado, respondiendo a los retos sociales y económicos del avance tecnológico y las nuevas formas de trabajo.

Para González de la Fe (2009) es importante recordar que la tercera función de la universidad es la proyección social “mediante innovaciones basadas en los conocimientos” (pág. 743), resaltando el papel de las instituciones académicas superiores en el desarrollo económico y social de las regiones.

La implementación de la Innovación Abierta en las instituciones de educación superior permite la creación de relaciones formales con entes externos en donde se establece un vínculo de costo/beneficio además de generación de conocimiento, donde las compañías se verán favorecidas con el acceso a conocimiento nuevo, especializado y actualizado.

Leopenin y Helfat (2010), indican que en la adopción y/o implementación de Innovación Abierta, es importante mantener una relación a corto, mediano y largo plazo con los agentes externos ya que en cuanto mayor sea el número de fuentes, se aumenta la probabili-

dad de acceder a conocimiento relevante para el proceso de innova.

Una de las características de la Innovación Abierta es la capacidad de organización para gestionar la transferencia de conocimiento, por eso Huggins *et al* (2020) exponen que las universidades pueden realizar diferentes actividades que faciliten el intercambio del conocimiento por medio de la investigación colaborativa, emprendimiento académico, concediendo que las instituciones participen con agentes externos y económicos, que a su vez fortalecen los procesos de aprendizaje e investigación.

Para Sánchez, P. I. *et al* (2015), La adopción de un enfoque relacional en el ámbito educativo permite identificar lo siguiente:

- Relaciones de entrada: el gobierno u órganos de decisión sobre programas educativos.
- Relaciones de salida: el alumnado y la Sociedad en general.
- Relaciones externas: universidades, escuelas de negocio y otras instituciones que cubran parcial o idénticamente competencias de formación y especialización. Asimismo, también puede incluirse el tejido productivo y otras instituciones públicas.
- Relaciones internas: Equipos docentes e investigadores el profesorado aunque es valorable la contribución de otro personal de la universidad.

Cardozo *et al* (2021) señalan el potencial de las universidades para promover la innovación entre los emprendedores, no sólo desde la promoción a la cultura innovadora al interior de

las aulas, sino por medio del apoyo a las iniciativas innovadoras por medio de programas académicos, incubadoras y unidades de emprendimiento.

Eyztokwitz y Leydendorff (2000) proponen una “tercera revolución académica” protagonizada por las universidades a través de un *conocimiento polivalente* que es consecuencia de su dominio de los conceptos teóricos, su capacidad de hacer propuestas interdisciplinarias y la disponibilidad de unidades de emprendimiento, incubadoras y laboratorios, que sirven como apoyo para las actividades productivas.

Por lo tanto, las instituciones necesitan establecer un plan de trabajo donde creen modelos educativos para que los estudiantes y docentes participen en el desarrollo de competencias empresariales, de emprendimiento e investigación, teniendo como eje central la Innovación Abierta.

3.3 Innovación Abierta y Estado

Para De Jong *et al.* (2010) la importancia de las políticas públicas en materia de innovación abierta es tan alta, que estas pueden impulsar el proceso o limitarlo severamente (en el caso de ser inapropiadas) pero siempre deben abarcar un espectro temático amplio para ser efectivas, incluyendo tópicos tan cruciales como educación, aspectos laborales, emprendimiento, investigación, impuestos e innovación abierta propiamente dicha. De hecho, deben garantizar las condiciones para un contexto favorable, tales como fuentes de financiación, acceso público al conocimiento y programas de formación de capital humano unidos a condiciones de movilidad.

Es importante entender que si el papel del Estado en el proceso de innovación abierta es el de generar las condiciones favorables para su desarrollo, dichas condiciones y el marco normativo generado para su desarrollo constituyen un bien público y responden a las características de no rivalidad y no exclusiones propias de tal categoría de bienes, por ejemplo, Stiglitz (2010) afirma que sin la intervención del estado, habría un nivel de investigación mucho menor. Dicho de otra manera, los beneficios derivados del proceso, con intervención del Estado, son mayores que los percibidos por las empresas, porque debe incluirse el beneficio social de los resultados y las nuevas condiciones para cualquier participante, tal como lo deja entrever Krugman (2012) con respecto al sector financiero.

La acción del Estado y el suministro de bienes públicos se justifican como corrección a los fallos del mercado (Stiglitz, 2003; Mankiw, 2012). Esta situación puede generarse por incertidumbre, información asimétrica (ambos casos se pueden manifestar como problemas de red o capacidades deficientes) (Cooke, 2005) o derechos de propiedad inciertos, y esos problemas afectan también los procesos de innovación y de generación de conocimiento desde la visión tradicional del proceso y los resultados como bienes privados. Hacer público el proceso, a partir del impulso estatal a un esquema de innovación abierta, puede eliminar (o al menos reducir significativamente) los problemas de incertidumbre y de información asimétrica, pero deja abierto el

problema de los derechos de propiedad inciertos por dos motivos: el primero, porque no es clara la propiedad sobre los recursos o los productos derivados de la innovación abierta, pero eso se soluciona fácilmente a partir de documentos legales que establezcan tales alcances. El segundo es más difícil, porque tiene que ver con la movilidad de capital humano calificado que se exige como política de fortalecimiento del proceso de innovación abierta, y que abre el riesgo a las fugas de información y de conocimiento cuando la persona migre de una organización a otra, y aunque pueden hacerse contratos de exclusividad y de confidencialidad no hay garantía de que, con el tiempo, se den las fugas de información.

Finalmente, es muy importante señalar que las políticas públicas orientadas a promover la innovación abierta no deben ser vistas como exclusividad de las instancias nacionales. Las regiones y las autoridades locales tienen mucho que aportar al proceso, debido a que la innovación abierta tiene la capacidad de sustentar el surgimiento de clusters locales que se favorecen de la proximidad regional (Porter, 2015) en la conformación de redes al interior de la misma matriz productiva.

3.4 Innovación Abierta y Empresa

Según De Jong *et al.*, (2010) la innovación abierta es una especie de paradigma para las empresas, que pasan de llevar a cabo procesos de investigación internos, con niveles de control y de confidencialidad muy elevados y costosos, a tomar de una algo que se podría entender como “oferta externa de conocimiento” aquellos conceptos o avances que pueden

impactar en sus áreas de interés, exigiendo de esa manera un cambio profundo en las áreas de investigación y desarrollo. Dichos cambios podrían ir encaminados a transformaciones en roles, estructuras, metodologías e, incluso, normas y prácticas de control interno. En este mismo sentido van Rohrbeck *et al.*, (2009) pero además enfocan dicho paradigma, como algo de doble vía, en donde las ideas externas alimentan el proceso de innovación interna y, a su vez, ese conocimiento generado internamente encuentra canales de comercialización y difusión externos.

Para las empresas, se abre la posibilidad del trabajo en red, pero esto va más allá de crear conexiones entre áreas de Investigación y Desarrollo, sino que puede involucrar fuentes de recursos, individuos, socios comerciales, universidades, instituciones, sociedad civil, centros de pensamiento y asociaciones profesionales. (Keupp & Gassmann, 2009). Este trabajo colaborativo puede ser muy apreciado por las MIPYMES, que no cuentan individualmente con las capacidades para desarrollar procesos efectivos de innovación, pero que pueden formarlas y fortalecerlas como consecuencia de esta forma de asociación. Sobre todo, las alianzas en investigación y desarrollo han sido muy utilizadas con el fin de crear capacidades tecnológicas (Heinze & Kullmann, 2008).

El cambio en el enfoque estratégico exige reconsiderar del proceso a través del cual se genera valor para la organización, dado que ese proceso abierto de creación de valor se aproximaría a lo que es un bien público, porque sería

“no rival” debido a que si alguien lo consume no impide ni limita el consumo por parte de uno o varios usuarios subsecuentes (Romer, 1986)³.

Desde la perspectiva de Chesbrough y Appleyard (2007) como consecuencia de la difusión cada vez mayor de los esquemas de innovación abierta, las empresas se han visto obligadas a hacer cambios en sus sistemas de gestión y posiciones de liderazgo. Esto significa cambios en la visión estratégica, debido a que tal esquema está orientado a actividades de creación de valor y de sostenibilidad empresarial, por lo tanto, los autores mencionados proponen una “Estrategia Abierta” que se construye a través de ecosistemas, redes y comunidades, por medio de actividades voluntarias, debido a la existencia de algunos problemas para un bien o servicio público, tales como la exclusividad sobre el producto y la capacidad de limitar el acceso a él, las rivalidades normales de la competencia y las barreras a la entrada en mercados de competencia imperfecta. Es de esperarse que este tipo de concesiones sean demasiado para muchas organizaciones, generando resistencia a la participación en redes de innovación abierta, así que necesariamente, el éxito de estas iniciativas debe pasar por el cambio de paradigma competitivo al cooperativo.

Las redes abiertas tienen el poder de crear valor reutilizable y que puede tener rendimientos crecientes (Arthur, 1996), de manera que la clave, como en la mayoría de los pro-

blemas microeconómicos, está en cubrir ese costo marginal de uso y aprovechamiento de la red, de manera que se definan claramente los derechos de propiedad que permitan la aparición del círculo virtuoso de creación de conocimiento en el que este vaya siendo insumo y resultado. De esta manera se podría evitar que en dicho proceso, al tener condiciones de bien público, algunos miembros de la red puedan asumir el rol de polizones⁴.

Sin embargo, el hecho de encontrar que aún sin poder ejercer un derecho de propiedad sobre los recursos o una garantía de cubrimiento de los costos de estos, las redes de innovación abierta funcionan, es una muestra clara de la disposición a pagar de los agentes por procesos cuyos resultados consideran más valiosos que los costos y del cambio de paradigma que están dispuestos a asumir.

Una gran ventaja del proceso de innovación abierta es la conformación y fortalecimiento de un ecosistema productivo que genera, a través de las dinámicas de red, su propia retroalimentación (Shapiro *et al*, 2000) porque en términos económicos el valor de uso de la red crece para todos sus participantes en la medida en que esta se expande al recibir nuevos integrantes que aportan a su construcción. Incluso, si una compañía decidiera privatizar el resultado de un proceso de innovación abierta, por ejemplo, por considerar que ha contribuido al proceso con muchos más recursos que los demás, en el proceso habrá dejado una cantidad de valor creado que permitirá que los

3 Los bienes públicos adquieren esta condición porque su consumo está determinado en mayor o menor medida por las condiciones de No Rivalidad y No Exclusión. Esta última se refiere a que, en general, no se puede limitar el uso de un bien público, mientras que la primera, que es la que se trata en la cita, se alude a que el consumo de dicho bien por parte de un usuario no limita la capacidad de otros para usarlo, e incluso, se puede hacer uso simultáneo y masivo de él.

4 En la teoría de los bienes públicos, el polizón es quien recibe los beneficios del bien sin haber participado de su financiación, y traslada a los demás su parte del costo, simplemente evitando pagarlo. Este comportamiento es consecuencia de las condiciones de no rivalidad y no exclusión.

demás puedan seguir aprovechando las ventajas de la red (Chesbrough & Appleyard, 2007).

Sin embargo, existe un riesgo importante de colapso de la red, el ecosistema y la comunidad en cualquier momento, a menos que se basen en una carga fuerte de valores compartidos. Esto incluye la manera como se gestione el proceso, cómo evoluciona la agenda, cómo se motiva a los participantes, cómo se les da atención y cómo se promueven sus méritos. Debido a que son colaboradores en una situación de anarquía organizada, todos tienen la posibilidad de abandonar el proceso si sienten que se ha desviado de sus intereses, y por eso, la herramienta más poderosa de cohesión reside precisamente en los ideales.

3.5 La Triple Hélice

Surge del cambio en la forma de concebir el proceso de Investigación y Desarrollo en general, aunque particularmente, cobra mucho interés el proceso a nivel industrial y empresarial. El tema de la innovación ha cobrado mayor importancia para la teoría económica y la gestión empresarial en la segunda mitad del siglo XX, pero ya en la década de los 90 los postulados de Michael Porter (2015) le daban un nivel adicional de importancia al ponerla en el centro de la competitividad, como sustento de la creación de clusters y fuente de sostenibilidad para las ventajas competitivas, que justifican la creación y fortalecimiento de Sistemas Nacionales de Innovación. Como resultado, el término cobra un mayor interés para la formulación de políticas públicas y se cambia la simbología de I+D (Investigación y Desarrollo) a I+D+i (Investigación, Desarrollo e innovación),

dando a entender que es una parte integral del proceso.

La economía evolucionista siempre consideró la innovación como el principal motor del crecimiento económico y del progreso social en un contexto de múltiples fuentes y autores interconectados en procesos complejos que se construyen con el aporte común. Ese es el sentido de la “destrucción creativa” de Schumpeter (1983) y la explicación más difundida para la existencia de los ciclos económicos de larga duración (ciclos de Kondratieff) que son resultado de las transformaciones estructurales del sistema económico. Por otra parte, la economía institucional también da un marco conceptual importante, al entender que las relaciones de mercado son el resultado de la interacción entre diversas instituciones. Para uno de los creadores del término, la Triple Hélice se entiende como el resultado de la interacción entre dos dinámicas sociales, la funcional y la institucional (Leydesdorff, 1999).

De una manera concreta, el modelo de la Triple Hélice se refiere a la combinación entre Universidad, Industria y Estado como base de un sistema de innovación que se desarrolla a partir de un proceso abierto y que hace posible la evolución desde economías basadas en los recursos, a economías basadas en el conocimiento.

El principal problema que presentan los sistemas de innovación, no sólo desde el punto de vista teórico sino de formulación de políticas públicas, es precisamente su naturaleza cambiante y que los resultados en innovación son el producto de interacciones dinámicas entre los

3 subsistemas, convirtiéndose, de esa manera, en algo impredecible y, a veces, difícil de apoyar con planeación, control y normas acordes a las exigencias del momento (Leydesdorff, 1999). Sería más adecuado hablar de una red de sistemas de innovación locales o regionales, orientados por los resultados, que operan dentro de un marco más amplio otorgado por el sistema nacional (Etzkowitz y Leydesdorff (2000).

Sin embargo, según Etzkowitz (2003) la Triple Hélice es la clave para acceder a una sociedad basada en el conocimiento. El autor justifica dicha afirmación basado en 10 hipótesis:

1. La innovación tiene su origen en las interacciones fluidas entre las 3 hélices, no en ninguna de ellas por separado.
2. Las innovaciones sociales y organizacionales (tales como incubadoras y parques científicos) son tan importantes para el proceso innovador como la creación de dispositivos físicos o virtuales.
3. La interacción de doble vía es más fructífera para la innovación. Así como la academia puede producir algo para ser aplicado, los problemas sociales o industriales son un excelente punto de partida para la investigación que busca ser aplicada.
4. Los procesos de creación del conocimiento y de creación del capital van de la mano y son complementarios.
5. La formación de capital adquiere dimensiones distintas a las tradicionales, dándole una importancia cada vez mayor al conocimiento y sus ramificaciones.
6. Las configuraciones locales y glociales se apartan y al tiempo se complementan con

las nacionales en la red de sistemas y subsistemas de innovación.

7. Para los ámbitos locales y los países en desarrollo la posibilidad de crecimiento es alta al fomentar fuentes de conocimiento que apoyen a la economía local y a su vez se apoyen en esta, por medio de incubadoras y universidades con aplicaciones locales.
8. El proceso mismo se reorganiza como consecuencia de los logros alcanzados, así como las relaciones entre las 3 esferas.
9. La misión de las universidades se redefine en el sentido de convertirse en fuentes de desarrollo para las regiones.
10. Una región en donde la Triple Hélice sea funcional tiene la capacidad de adaptarse, de forma estratégica, a los cambios del entorno y del sistema.

La aplicación de la Triple Hélice acarrea ciertas consecuencias para tener en cuenta. Implica un cambio de un paradigma individualista a un paradigma colaborativo en lo que tiene que ver con investigación, desarrollo e innovación y esto resulta potenciado por la facilidad de comunicación para el intercambio en investigación. Sin embargo, los gobiernos resultan ser la principal fuente de recursos académicos y de investigación, y tienen la capacidad de establecer condiciones que no siempre responden a las necesidades e intereses de los otros dos componentes o del desarrollo del sistema. Finalmente, el enfoque de las universidades tradicionales es diferente al de las empresariales (González de la Fe, 2009) y esa diferencia cultural es un primer punto por

resolver dentro del mismo proceso de innovación abierta.

4. Conclusiones

La innovación ha dejado de ser un simple elemento estratégico para algunas empresas que cuentan con los recursos suficientes para llevarla a cabo, y ha comenzado a convertirse en el motor que impulsa un nuevo paradigma colaborativo, no sólo entre organizaciones productivas al interior de una industria, sino entre diversas industrias, individuos, universidades, centros de investigación, parques de innovación social, diversos sectores económicos y sociales y el mismo Estado. Esto exige un cambio rotundo de mentalidad estratégica, que debe ir acompañado de transformaciones internas de todos ellos, en términos de gestión de los recursos, gestión del conocimiento, canales de comunicación y de difusión, políticas, objetivos y metas.

Aunque no existe una definición clara y universal de Innovación Abierta, el concepto se comprende a partir de sus características, efectos, prácticas o estrategias direccionales. Esto le da un carácter extenso, global, con el rango de alcance suficientemente amplio como para ser entendido como un rizoma (en el sentido de Deleuze) más que una red simple y de un solo nivel, como la cadena de valor.

Como consecuencia de lo anterior, el proceso de innovación abierta está en la capacidad de constituir ecosistemas productivos, que se interconectan en Sistemas de innovación a niveles micro, meso y macro y que pueden derivar en ventajas competitivas sostenibles

en el tiempo y que permitan mejorar las condiciones de vida, con el consiguiente fortalecimiento del capital humano que a su vez va a retroalimentar el proceso.

Estas afirmaciones son particularmente ciertas para el caso de las MIPYMES, que constituyen la mayoría del tejido empresarial en el mundo y que generan la mayor parte del empleo global, debido a que su tamaño les permite adecuarse más rápidamente a las exigencias del proceso y obtener mayores beneficios con relación a su tamaño y capacidad de gestionar recursos.

La transformación de las universidades, desde un rol puramente académico a la investigación aplicada y el apoyo a los procesos de desarrollo político y social de las regiones de innovación, es una condición esencial para el proceso de innovación abierta y para el funcionamiento de la Triple Hélice, y las instituciones académicas han demostrado su capacidad de transformación al promover la interdisciplinariedad, las unidades de emprendimiento, la investigación aplicada y los parques de innovación social.

En el contexto de Innovación Abierta la transformación de las instituciones académicas de educación superior implica no sólo la creación sino la transferencia de conocimiento susceptible de aplicación a la comunidad ya sea hacia el sector productivo o hacia las necesidades sociales.

La participación del Estado es crucial para el éxito del proceso, debido a que puede ser el principal motor o el mayor obstáculo del mismo, dependiendo de su grado de compromiso y de la calidad o profundidad de sus po-

líticas. Las condiciones favorables para la Innovación Abierta se pueden suministrar como bienes públicos, en la figura de normas, instituciones y Programas de fomento y financiación, por mencionar sólo algunas posibilidades, que estarían al alcance de cualquier agente que quiera participar del ecosistema productivo generado por el esfuerzo común a cualquiera de los niveles.

El carácter de bien público no sólo lo tienen las condiciones generadas por el Estado, sino los productos derivados de las interacciones abiertas entre los agentes que participan en la red de innovación, debido a que tienden a presentar las características de no rivalidad y no exclusión, si no de forma completa, como los bienes públicos puros, al menos hasta cierto punto, como la mayoría de los bienes públicos.

Esto hace que el sistema se retroalimente, sobre la base de la creación de productos reutilizables por la misma red, generando rendimientos crecientes y aplicaciones cada vez más amplias y complejas, que exigen el fortalecimiento de la misma red a todos los niveles y creando nuevas conexiones, como el rizoma.

Es esencial señalar que a pesar de su gran complejidad, la red completa (ecosistemas, sistemas productivos y niveles) quedan sujetos por algo tan sutil pero tan fuerte como los ideales compartidos, debido a que el carácter público de los recursos y los productos, así como la complejidad de la red permiten la aparición de polizones, en el primer caso, o dificultan la gestión y el reconocimiento de todos los aportes, en el segundo, y sólo una fuerte carga

de valores compartidos puede funcionar como flujo vital del sistema completo.

La interacción entre los sectores que integran la Triple Hélice (Academia, Estado e Industria) es la base para la creación de sistemas de innovación, que deben ser impulsados primero a nivel local antes de ser integrados en un macrosistema nacional. Debido en gran parte a las dificultades en formulación de políticas, es recomendable crear los niveles de micro a meso y a macro. Esta relación es el alma del proceso de Innovación Abierta, y aquí, las universidades tienen mucho que aportar.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Albizuri, N. S. M., & Castellanos, A. R. (2012). Un marco conceptual para los procesos de innovación abierta: integración, difusión y cooperación en el conocimiento. *Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 14(1), 83-101.
- Alonso, J. C., Arboleda, A. M., Rivera-Triviño, A. F., Mora, D. Y., Tarazona, R., & Ordoñez-Morales, P. J. (2017). Técnicas de investigación cualitativa de mercados aplicadas al consumidor de fruta en fresco. *Estudios Gerenciales*, 33(145), 412-420. Scopus. <https://doi.org/10.1016/j.estger.2017.10.003>
- Alvarez-Aros, E.; Álvarez-Herrera, M. (2018). ESTRATEGIAS Y PRÁCTICAS DE LA INNOVACIÓN ABIERTA EN EL RENDIMIENTO EMPRESARIAL: UNA REVISIÓN Y ANÁLISIS BIBLIOMÉTRICO. *Investigación Administrativa*, vol. 47, núm. 121, 2018 Instituto Politécnico Nacional, México Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo>.

oa?id=456054552005

- Arthur, W. B. (1996). Increasing returns and the new world of business. *Harvard Business Review*, 74(4), 100.
- Cheng, C.C.J. and Huizingh, E.K.R.E. (2014), When Is Open Innovation Beneficial?. *J Prod Innov Manag*, 31: 1235-1253. <https://doi.org/10.1111/jpim.12148>
- Chesbrough, H. (2014). Innovación abierta. Innovar con éxito en el siglo XXI. Reinventar las empresas en la era digital, BBVA. Madrid: Open Mind-BBVA.
- Chesbrough, H. W., & Appleyard, M. M. (2007). Open Innovation and Strategy. *California Management Review*, 50(1), 57–76. <https://doi.org/10.2307/41166416>
- Chesbrough, H., Vanhaverbeke, W., & West, J. (Eds.). (2006). Open innovation: Researching a new paradigm. Oxford University Press, Incorporated.
- Chiaroni, D., Chiesa, V. and Frattini, F. (2010), Unravelling the process from Closed to Open Innovation: evidence from mature, asset-intensive industries. *R&D Management*, 40: 222-245. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2010.00589.x>
- Cooke, P. (2005). Regionally asymmetric knowledge capabilities and open innovation: Exploring ‘Globalisation 2’—A new model of industry organisation, *Research Policy*, Volume 34, Issue 8, Pages 1128-1149, ISSN 0048-7333, <https://doi.org/10.1016/j.respol.2004.12.005>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733305001034>)
- De Jong, J. P., Kalvet, T., & Vanhaverbeke, W. (2010). Exploring a theoretical framework to structure the public policy implications of open innovation. *Technology Analysis & Strategic Management*, 22(8), 877-896. DOI : [10.1080/09537325.2010.522771](https://doi.org/10.1080/09537325.2010.522771)
- Dodgson, M., D. Gann and A. Salter 2008. The management of technological innovation. Oxford: Oxford University Press.
- Etzkowitz, H. (2003). Innovation in Innovation: The Triple Helix of University-Industry-Government Relations. *Social Science Information*, 42(3), 293–337. <https://doi.org/10.1177/05390184030423002>
- Etzkowitz, H., Leydesdorff, L. (2000). The dynamics of innovation: from National Systems and “Mode 2” to a Triple Helix of university–industry–government relations, *Research Policy*, Volume 29, Issue 2, 2000, Pages 109-123, ISSN 0048-7333, [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(99\)00055-4](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(99)00055-4). (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733399000554>)
- González de la Fe, T. (2009). El modelo de Triple Hélice de relaciones universidad, industria y gobierno: un análisis crítico. *Arbor*, 185(738), 739–755. <https://doi.org/10.3989/arbor.2009.738n1049>
- Heinze, T., & Kuhlmann, S. (2008). Across institutional boundaries?: Research collaboration in German public sector nanoscience, *Research Policy*, Volume 37, Issue 5, Pages 888-899, ISSN 0048-7333, <https://doi.org/10.1016/j.respol.2008.01.009>. (<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0048733308000255>)
- Henkel, Joachim. (2006). Selective reveal-

- ling in open innovation processes: the case of embedded Linux. *Research Policy*, volumen 35, n° 7, Países Bajos (Pp. 953-969).
- Huggins, R. Prokop, D. & Thompson, P. Universities and open innovation: the determinants of network centrality. *J Technol Transf* 45, 718-757 (2020). <https://doi.org/10.1007/s10961-019-09720-5>
- Laursen, Keld y Salter, Ammon. (2006). Open for innovation: the role of openness in explaining innovation performance among UK manufacturing firms. *Strategic Management Journal*, volumen 27, n° 2, Estados Unidos (Pp. 131-150).
- Leydesdorff, L. (1999). El nuevo régimen de comunicación en las relaciones Universidad-Empresa-Gobierno: Una triple hélice de innovaciones. *Ekonomiaz: Revista vasca de economía*, (45), 60-77.
- LEIPONEN, A., & HELFAT, C. E. (2010). INNOVATION OBJECTIVES, KNOWLEDGE SOURCES, AND THE BENEFITS OF BREADTH. *Strategic Management Journal*, 31(2), 224-236. <http://www.jstor.org/stable/40587435>
- Lichtenthaler, U. and Ernst, H. (2008), Innovation Intermediaries: Why Internet Marketplaces for Technology Have Not Yet Met the Expectations. *Creativity and Innovation Management*, 17: 14-25. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8691.2007.00461.x>
- Keupp, M.M. and Gassmann, O. (2009), Determinants and archetype users of open innovation. *R&D Management*, 39: 331-341. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2009.00563.x>
- Krugman, P. R. (2012). Acabemos ya con la crisis. *Crítica*.
- Mankiw, G. (2012). Principios de economía 6ta edición. Mexico: CENGAGE learning.
- Mazzola, E., Bruccoleri, M., y Perrone, G. (2012). The effect of inbound, outbound and coupled innovation on performance. *International Journal of Innovation Management*, 16(06), 1240008. <http://doi.org/10.1142/S1363919612400087>.
- Monroy Perdomo, L., Cardozo Munar, C., Torres Hernández, A. M., & Flórez Forero, D. F. (2022). Fortalecimiento en la competitividad de las mipymes del corredor Productivo Rinn (Zipaquirá, Cajicá y Chía) por medio de estrategias de innovación. *Universidad Y Sociedad*, 14(S2), 566-576. Recuperado a partir de <https://rus.ucf.edu.cu/index.php/rus/article/view/2828>
- Munar, C. E. C., Monroy-Perdomo, L., Flórez-Forero, D. F., Silva, L. A. P., & Moreno, L. L. R. (2021). Emprendimiento universitario: El nuevo valor agregado de las universidades desde la aplicación de sistemas. [University entrepreneurship: The new added value of universities from the application of systems] *Revista Ibérica De Sistemas e Tecnologías De Informação*, , 268-284. Retrieved from <https://www.proquest.com/scholarly-journals/emprendimiento-universitario-el-nuevo-valor/docview/2483109328/se-2>
- Penin, Julien. (2008). More open than open innovation? Rethinking the concept of open-

- ness in innovation studies. Bureau d'Economie Théorique et Appliquée, Working Paper 2008-18, Francia (Pp. 1-20).
- Porter, M. E. (2015). Ventaja competitiva: creación y sostenimiento de un desempeño superior. Grupo editorial patria.
- Rodríguez-Castellanos, A.; Hagemeister, M. & Ranguelov, S. (2010) Absorptive Capacity for R&D: The Identification of Different Firm Profiles, European Planning Studies, 18:8, 1267-1283, <https://doi.org/10.1080/09654311003791317>
- Rohrbeck, R., Hölzle, K. and Gemünden, H.G. (2009), Opening up for competitive advantage – How Deutsche Telekom creates an open innovation ecosystem. R&D Management, 39: 420-430. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9310.2009.00568.x>
- Sánchez, P. I., de las Heras Pedrosa, C., & Jambrino-Maldonado, C. (2015). Innovación abierta en entornos educativos. Opción, 31(4), 602-616.
- Schumpeter, J. A. (1983). Capitalismo, socialismo y democracia. Ediciones Orbis.
- Shapiro, C., Fominaya, M. & Varian, H. (2000). El dominio de la información. una guía estratégica para la economía de la red. Antoni Bosch, Editor. Barcelona, España.
- Stiglitz, J. E. (2010). Caída libre: el libre mercado y el hundimiento de la economía mundial. Taurus.
- Stiglitz, J. E. (2003). La economía del sector público (Vol. 24). Antoni Bosch Editor.
- Tidd, J. and J. Bessant 2009. Managing innovation: Integrating technological, market and organizational change. Chichester, UK: Wiley.
- Von Hippel, Eric; Von Krogh, Georg. (2006). Free revealing and the private collective model for innovation incentives. R&D Management, volumen 36, nº 3, Reino Unido. (Pp. 295-306).
- van de Vrande, V., de Jong, J.P.J., Vanhaverbeke, W., de Rochemont, M., 2009. Open innovation in SMEs: trends, motives and management challenges. Technovation 29, 423–437. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2008.10.001>.
- West, Joel; Vanhaverbeke, Wim; Chesbrough, Henry. (2006). Open innovation: a research agenda. En Henry Chesbrough, Wim Vanhaverbeke y Joel West (Eds.). Open Innovation: Reaching a New Paradigm. Oxford University Press, Estados Unidos. (Pp. 285-308).
- Yoon, B., Shin, J., & Lee, S. (2016). Open Innovation Projects in SMEs as an Engine for Sustainable Growth. Sustainability, 8(2), 146. <https://doi.org/10.3390/su8020146>