

**IU** Digital  
de Antioquia

INSTITUCIÓN  
UNIVERSITARIA  
DIGITAL  
DE ANTIOQUIA

# Revista

## Innovación Digital y Desarrollo Sostenible

Volumen 3, Número 1 **IDS**

Julio-Diciembre, 2022

ISSN: 2711 - 3760  
DOI.10.47185/27113760  
Medellín, Antioquia

[www.iudigital.edu.co](http://www.iudigital.edu.co)

ORD No 74 de 2017 **VIGILADA** MiniEducación

**IU** Digital  
de Antioquia

INSTITUCIÓN  
UNIVERSITARIA  
DIGITAL  
DE ANTIOQUIA



GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA



UNIDOS

# Revista

## Innovación Digital y Desarrollo Sostenible

Volumen 3, Número 1 **IDS**

Julio-Diciembre, 2022

ISSN: 2711 - 3760  
DOI.10.47185/27113760  
Medellín, Antioquia

# Sobre la Revista

## COMITÉ EDITORIAL/CIENTÍFICO:

JORGE ELIECER GIRALDO PhD.  
Docente Investigador  
Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid

NELSON DAVID MUÑOZ MSc, PhD(c).  
Docente Investigador  
Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid

MAURO CALLEJAS CUERVO PhD.  
Docente Investigador  
Universidad Pedagógica y Tecnológica de  
Colombia.

FELIPE ROJAS RODAS PhD.  
Docente Investigador  
Institución Universitaria Digital de  
Antioquia.

## EQUIPO EDITORIAL:

JORGE ALBERTO GÓMEZ LÓPEZ PhD.  
Editor Revista  
Vicerrector Académico  
Institución Universitaria Digital de  
Antioquia.

JACQUELINE CASTAÑO DUQUE Esp.  
Coordinadora de Investigaciones  
Institución Universitaria Digital de  
Antioquia.

ALEJANDRO CÁRDENAS ECHEVERRI  
Diseñador - diagramador  
Institución Universitaria Digital de  
Antioquia.

DIEGO MAURICIO MUÑOZ Ing.  
Profesional de apoyo editorial y gestión OJS  
Institución Universitaria Digital de  
Antioquia.

## SITIO WEB DE LA REVISTA IDS

<http://revistas.iudigital.edu.co/index.php/ids>

## CONTACTO

[editor.revistaid@iudigital.edu.co](mailto:editor.revistaid@iudigital.edu.co)

# Sobre la Revista

La revista “Innovación Digital y Desarrollo Sostenible - IDS” es una publicación académica semestral de ciencia, tecnología e innovación promovida por la coordinación de investigaciones de la Institución Universitaria Digital de Antioquia - IU Digital, Medellín, Colombia. Tiene como objetivo esencial publicar resultados originales de investigación e innovación y generar un espacio dinámico de discusión académica en los campos del conocimiento relacionados con las ciencias básicas e ingenierías, ciencias agrarias, ciencias sociales y humanas. En este contexto, la revista IDS publica dos veces por año artículos transdisciplinarios sobre sus líneas de investigación y su relación con diversas áreas del conocimiento científico.

La revista “Innovación Digital y Desarrollo Sostenible - IDS” es el vector que nos permite dinamizar nuestras líneas de investigación fundamentales:

- 1) Sostenibilidad Ambiental
- 2) Ingenierías
- 3) Innovación Digital
- 4) Desarrollo Social

Para desplegar la transformación social y digital en diferentes áreas del conocimiento. Emerge como el espacio aceptado de quienes estén interesados en la expresión y el avance del conocimiento científico; respaldados, - preferiblemente- en trabajos formalmente avalados por sus instituciones o grupos de investigación a los cuales pertenezcan. La revista permite la publicación de trabajos en inglés y español de autores nacionales o extranjeros.

## POLITICA DE ACCESO ABIERTO

El contenido de la revista es de acceso abierto y está bajo una licencia de [Creative Commons Reconocimiento-No Comercial-Compartir Igual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/). La revista no realiza ningún cobro a los autores por la recepción, evaluación y publicación de los artículos sometidos a su consideración.



## CONVOCATORIA PERMANENTE

La Revista “Innovación Digital y Desarrollo Sostenible - IDS” invita a los interesados a enviar artículos para su publicación en este medio. La convocatoria para recepción de artículos es permanente (durante todo el año), habrá dos fechas de corte, para la revista a publicarse en el primer semestre y para la revista a publicarse en el segundo semestre de cada año. Por favor leer en detalle las [directrices para autores](#). Para más información de cómo subir los archivos de un artículo a través de la plataforma OJS (Open Journal Systems) visite [el tutorial de envío](#) de artículos (Recuerde que para nuestra revista el cuarto paso del envío: cargar archivos complementarios “Formato carta de presentación del artículo” y “Formato de autores” es obligatorio).

La Revista “Innovación Digital y Desarrollo Sostenible - IDS” es una publicación editada por la Institución Universitaria Digital de Antioquia. Los conceptos y opiniones expresados en los artículos firmados, son responsabilidad de los autores.

# Sobre la Revista

## Tabla de Contenido

Editorial.....	5
1. Objetos Virtuales de Aprendizaje: un Análisis de Sentimientos.....	7
2. Evaluación de la Genealogía de Embriones Implantados Mediante Programas de Transferencia de Embriones.....	17
3. Aplicación de Metodología Maker y Steam Como Catalizador Para el Desarrollo de Proyectos de Nano-Satélites con Aplicaciones a la Exploración Espacial en Brasil.....	23
4. Eficacia del Tratamiento Conductual Breve en Insomnio Crónico: Reporte de Caso.....	31
5. Conocimientos y Actitudes en Soporte Vital Básico Para Pacientes Pediátricos Con Paro Cardíaco, de la Población general de Cuenca Ecuador, 2021.....	41
6. El Corredor Comercial Virtual Como Motor Del Emprendimiento Sostenible. Caso: Cámara de Comercio e Industrias de Azogues.....	47
7. Psicoterapia Analítico Funcional Mediado por las Tecnologías: Reporte de caso en Conductas Interpersonales.....	53
8. Revisión Sobre el Análisis y Protección de Tuberías Enterradas Ante Cargas Sobre la Superficie del Terreno.....	59

# Sobre la Revista

## EDITORIAL

Estimado lector, en el proceso de mejoramiento continuo de la revista IDS hemos venido implementando acciones que poco a poco permitirán optimizar el proceso editorial, disminuyendo los tiempos de evaluación, manteniendo la frecuencia de publicación, mejorando la visibilidad de la revista, entre otros aspectos.

En el actual número, el 75% de los artículos provienen de instituciones externas a la Institución Universitaria Digital de Antioquia, se trata principalmente de artículos originales, también hay una revisión de literatura científica. Algunos de los artículos son derivados de estudios de maestría o doctorado, así como de otros estudios y proyectos de investigación de reconocidas instituciones.

En esta ocasión, hemos recibido algunos artículos provenientes de autores de otros países, como es el caso de México, Brasil y Ecuador. Para esta edición, contamos con la colaboración de evaluadores nacionales y extranjeros. De esta manera, la revista IDS se ha ido consolidando como un medio digital de difusión de contenido de ciencia, tecnología e innovación, posicionando también el nombre de la Institución Universitaria Digital de Antioquia en el ámbito regional, nacional e internacional.

Gracias por su interés en leer la revista IDS. No olvide citar nuestros artículos en sus trabajos académicos e investigativos y en sus futuras publicaciones en las que utilice resultados aquí expuestos. Le recordamos que desde este link <http://revistas.iudigital.edu.co/> se puede acceder gratuitamente a todos los números publicados de la revista, en el sistema OJS.

Agradecemos al equipo de trabajo de la Revista IDS, a los miembros del comité editorial y científico, a la vicerrectoría académica, la coordinación de investigaciones y a los evaluadores que semestre tras semestre han colaborado con la revisión de artículos y con sugerencias para el mejoramiento continuo de nuestra publicación.

Cordialmente,

Equipo Editorial  
Revista Innovación Digital y Desarrollo Sostenible-IDS  
Institución Universitaria Digital de Antioquia

**IU** Digital  
de Antioquia

INSTITUCIÓN  
UNIVERSITARIA  
DIGITAL  
DE ANTIOQUIA

[www.iudigital.edu.co](http://www.iudigital.edu.co)

ORD No 74 de 2017 **VIGILADA** MiniEducación

**IU** Digital  
de Antioquia

INSTITUCIÓN  
UNIVERSITARIA  
DIGITAL  
DE ANTIOQUIA



GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA



UNIDOS

# Objetos Virtuales de Aprendizaje: Un Análisis de Sentimientos

Gil-Vera, Víctor Daniel<sup>1\*</sup>; Ramírez-Bermúdez, Allison<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad Católica Luis Amigó, Facultad de Ingenierías y Arquitectura, Medellín, Colombia

**Resumen:** Los objetos virtuales de aprendizaje (OVA) son herramientas educativas que buscan emular a un docente o tutor humano en sus habilidades pedagógicas y comunicativas. Su principal ventaja es que pueden ser reutilizados y empleados en cualquier lugar desde un dispositivo móvil u ordenador de escritorio, incentivan el autoaprendizaje y son reutilizables. Se han desarrollado OVA en diferentes áreas de conocimiento; ciencias exactas y naturales, biología, medicina, economía y finanzas, ciencias sociales y humanas, entre otros. En el contexto de la pandemia generada por el COVID-19, los OVA han sido una herramienta de gran utilidad en el proceso de enseñanza aprendizaje en universidades. El objetivo de este trabajo fue realizar un análisis de sentimientos para conocer la percepción que tienen las personas sobre el uso de OVA. Se emplearon 7.000 comentarios de la red social Twitter y el software RStudio para el procesamiento de la información. Se concluye que, es positiva la percepción identificada en la mayoría de los comentarios, la mayoría de ellos se relacionaron con emociones positivas. La implementación masiva del uso de OVA puede contribuir a transformar el modelo tradicional de enseñanza-aprendizaje y al fortalecimiento de la educación remota.

**Palabras clave:** Análisis de Sentimientos. Educación. Minería de Texto. OVA.

Recibido: 9 de mayo de 2022. Aceptado: 21 de julio de 2022

Received: May 9th, 2022. Accepted: July 21st, 2022

## Virtual learning objects: A Sentiment Analysis

**Abstract:** Virtual learning objects (VLO) are educational tools that seek to emulate a human teacher or tutor in their pedagogical and communicative skills. Their main advantage is that they can be reused and used anywhere from a mobile device or desktop computer, they encourage self-learning and are reusable. VLO have been developed in different areas of knowledge; exact and natural sciences, biology, medicine, economics and finance, social and human sciences, among others. In the context of the pandemic generated by COVID-19, VLO have been a very useful tool in the teaching-learning process in universities. The objective of this research was to carry out a sentiment analysis to know the perception that people have about the use of VLO. We used 7,000 comments from the social network Twitter and RStudio software to process the information. This paper concludes that, it is positive the perception identified in most of the comments, most of them were related to positive emotions. The massive implementation of the use of VLO can contribute to transform the traditional teaching-learning model and to strengthen remote education.

**Keywords:** Education. Sentiment Analysis. Text mining. Virtual Learning Objects.

---

(\*) [victor.gilve@amigo.edu.co](mailto:victor.gilve@amigo.edu.co)

## 1. INTRODUCCIÓN

Los OVA son herramientas reutilizables, adaptables y flexibles que facilitan el proceso de enseñanza aprendizaje, generando beneficios a profesores y estudiantes. A diferencia de otro tipo de herramientas empleadas en la educación remota, se caracterizan por contener actividades interactivas con alto contenido pedagógico y didáctico. Estos reúnen un conjunto de recursos digitales que hacen posible el acceso a contenidos educativos por medio de diferentes elementos multimedia para generar un aprendizaje más didáctico para el estudiante; además, generan retroalimentaciones de manera inmediata y están disponibles en todo momento.

Son grandes las ventajas derivadas del uso de OVA en la educación remota, la flexibilidad de este tipo de herramientas permite que los estudiantes aprendan por sí mismos en cualquier momento y lugar, lo que contribuye a que tengan automotivación por aprender. Para los docentes, resulta beneficioso que los estudiantes muestren interés propio en el desarrollo de actividades sin tener que interactuar de manera presencial con los mismos. En resumen, los OVA son herramientas de gran utilidad tanto para el docente como para el estudiante, ya que reúnen características de enseñanza teórico-prácticas. Por otra parte, la posibilidad de reutilización de los mismos ha dado lugar a la creación de repositorios de OVA en diferentes áreas del conocimiento, facilitando el uso y mejora de los mismos.

Como se mencionó anteriormente, el objetivo de este trabajo fue realizar un análisis de sentimientos, rama de la minería de textos que está estrechamente relacionada con la hermenéutica (arte de interpretar textos bien sean de carácter sagrado, filosófico o literario). Asimismo, a través de la hermenéutica se pretende encontrar el verdadero significado de las palabras, tanto escritas como verbales. La hermenéutica ofrece una plataforma interpretativa para los no tangibles humanos. En el análisis se emplearon 7.000 comentarios de la red social Twitter sobre la percepción que tienen las personas sobre el uso de OVA. Los resultados del análisis permiten concluir que es buena, la mayoría de comentarios fueron asociados a emociones positivas. La resistencia al cambio, la falta de familiaridad con el uso de las TIC, problemas de acceso a internet, entre otros, son algunas de las barreras que impiden que este tipo de herramientas sean empleadas de manera masiva en la educación superior.

## 2. MARCO TEÓRICO

Los OVA surgen en el año 1994 por la necesidad de compartir y reutilizar contenidos para el aprendizaje; estos se encuentran entre las soluciones más utilizadas para lograr la reutilización, accesibilidad, durabilidad e interoperabilidad de los recursos educativos (Colomé et al., 2012). Los OVA son definidos por Wiley (2000) como entidades digitales o no digitales que pueden ser usadas, reutilizadas o referenciadas durante el aprendizaje con el apoyo de la tecnología. Por su parte la IEEE los define como cualquier recurso digital que puede ser reutilizado para apoyar el aprendizaje (Chiappe, 2006). Los

OVA guían en todo momento al estudiante en su proceso de aprendizaje, fomentando su autonomía con la gestión de su autoaprendizaje y facilitan el papel del profesor como mentor, guía y evaluador del proceso de enseñanza-aprendizaje (Mascare & Cabedo, 2014). Otros autores los definen como recursos educativos digitales, autónomos y reutilizables que pueden ser modificados en su contexto, contenido y actividades de aprendizaje para cumplir con resultados de aprendizaje específicos (Onofrei & Ferry, 2020). Los OVA están conformados por pequeñas unidades a las que se puede acceder en cualquier momento y lugar a través de Internet (Khan et al., 2019). Martín et al. (2016), los definen como unidades básicas de aprendizaje que contienen teorías, explicaciones, recursos didácticos, actividades, ejercicios de práctica y evaluación para facilitar el estudio y comprensión de una temática específica, los cuales son elaborados para ser empleados a través de un computador o dispositivo digital. Los OVA incorporan recursos interactivos para el aprendizaje autónomo, incluidos elementos de autoevaluación (Windle & Wharrad, 2010); además, tienen la capacidad de adaptarse a los diferentes estilos de aprendizaje existentes, ya que pueden diseñarse con funciones interactivas a la medida para presentar contenido teórico y escenarios de la vida real (Brown et al., 2019).

De la Torre & Domínguez (2012), señalan que los OVA deben reunir las siguientes características para poder cumplir con los propósitos que motivaron su creación: reusabilidad, interoperabilidad, educabilidad, durabilidad, independencia, flexibilidad, funcionalidad, accesibilidad y adaptabilidad. Según el Ministerio de Educación Nacional de Colombia (MEN), un OVA es un conjunto de recursos digitales, auto contenible y reutilizable, con un propósito educativo y constituido por al menos tres componentes internos: contenidos, actividades de aprendizaje y elementos de contextualización. Estos deben tener una estructura de información externa (metadatos) que facilite su almacenamiento, identificación y recuperación (Medina et al., 2016). Molano et al. (2019), establecieron que los siguientes cuatro componentes deben estar contenidos en la estructura didáctica de un OVA: elementos teóricos (brindan la información para construir la base necesaria para el aprendizaje), la experiencia práctica (permite aplicar y reforzar la teoría), la evaluación (permite comprobar el aprendizaje de la competencia) y trabajo colaborativo (pilar del aprendizaje social).

Los OVA suelen estar codificados en paquetes autocontenidos como el SCORM (Shareable Content Object Reference Model), capaces de registrar el tiempo que los estudiantes dedican al desarrollo del mismo. Cabe resaltar que, los aspectos de mayor motivación para propiciar la usabilidad de los OVA por parte de los estudiantes son la calidad del diseño, la facilidad de acceso, la presentación estructurada de los contenidos con acceso no lineal y la existencia de mecanismos de retroalimentación del aprendizaje (Martínez-Palmera et al., 2018). Según Marrugo (2016), los OVA incrementan la motivación para estudiar debido al uso de recursos multimedia, a la versatilidad, a la accesibilidad y a la pedagogía didáctica sobre la cual están contruidos. Además, señala que tienen una mejor acogida en comparación con

materiales tradicionales educativos planos y carentes de interactividad. Los OVA se constituyen como una herramienta innovadora que ayuda tanto a docentes como a estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje, su adaptabilidad y flexibilidad permiten que sean reutilizados en diferentes contextos, lo que ha permitido la creación de repositorios en diferentes áreas de conocimiento (medicina, ingeniería, idiomas, física, química, entre otras).

### 3. METODOLOGÍA

La minería de texto consiste en la aplicación de técnicas avanzadas de análisis de datos sobre información textual para conocer la percepción de las personas sobre un fenómeno en particular. Por su parte, el análisis de sentimientos como rama de la minería de texto es un procedimiento heurístico que se centra en la extracción de opiniones que tienen diferentes polaridades (positivas, negativas o neutras). También se conoce como minería de opiniones y detección de polaridad. Con la ayuda del análisis de sentimientos, es posible conocer la naturaleza de las opiniones que se reflejan en los documentos, sitios web, redes sociales, etc. El análisis de sentimientos es un tipo de clasificación en el que los datos se clasifican en diferentes clases. Estas clases pueden ser de naturaleza binaria o pueden tener múltiples clases (feliz, triste, enfadado, etc.).

En la revisión del estado del arte se identificaron investigaciones que han empleado en análisis de sentimientos con diferentes objetivos; Al-Natour y Turetken (2020) para analizar opiniones de consumidores de productos y servicios, Yao y Wang (2020), para analizar la percepción de los huracanes más destructivos que se han presentado en EEUU, Martin-Domingo et al., (2019), para analizar la calidad del servicio aeroportuario. En general, el proceso para realizar un análisis de sentimientos es el siguiente: construir la base de datos (reunir información textual o comentarios de redes sociales como Twitter, Facebook u otras sobre una temática en específico), pre-procesar la información (reducir el ruido del texto, eliminar signos de puntuación, mayúsculas y caracteres especiales), tokenizar (normalizar el texto para que pueda ser entendido por la computadora), transformar (cambiar las palabras a su forma raíz y eliminar sufijos), clasificar (diferenciar sentimientos positivos, neutros y negativos) y evaluar. Se debe aclarar que, el análisis de sentimientos no tiene la capacidad de identificar el por qué una persona que escribe un comentario se siente de una manera determinada. En un principio, el análisis de sentimientos se probó en las reseñas de productos en plataformas de comercio electrónico, posteriormente, en textos de prensa y discursos en los medios sociales.

El proceso de realizar un análisis de sentimientos implica convertir el texto en un formato legible por la máquina, esto se hace mediante una serie de pasos de pre-procesamiento: convertir el texto en palabras sueltas, eliminar las palabras vacías y los signos de puntuación, separar el texto y convertirlo en minúsculas (Al-Natour & Turetken, 2020). Existen diferentes formas de realizar un análisis de sentimientos; sin embargo, una de las más empleadas es: crear o encontrar una lista de palabras asociadas a un sentimiento fuertemente

positivo o negativo, contar el número de palabras positivas y negativas en el texto, analizar la mezcla de palabras positivas y negativas. Muchas palabras positivas y pocas negativas indican un sentimiento positivo, mientras que muchas palabras negativas y pocas palabras positivas indica un sentimiento negativo (Birjali et al., 2021).

El análisis de sentimientos presentado en este trabajo fue realizado a partir de un lexicón, selección de palabras con dos polaridades que pueden utilizarse como métrica en el análisis de sentimientos (Catelli et al., 2022). Existen diferentes tipos de lexicones que pueden utilizarse en función del contexto de los datos con los que se trabaja. A continuación, se relacionan algunos de ellos:

- Lexicon AFINN: es uno de los más sencillos y populares que pueden utilizarse ampliamente para el análisis de sentimientos. Se trata de una lista de términos en inglés calificados manualmente por su valencia con un número entero entre -5 (negativo) y +5 (positivo). Este lexicon fue desarrollado principalmente para analizar opiniones de la red social Twitter (Nielsen, 2011). Consta de 2.477 palabras con 878 positivas y 1.598 negativas en una escala de -5 a +5, con una media de -0,59.
- Lexicon de Bing: utiliza un modelo de categorización binaria que clasifica las palabras en posiciones positivas o negativas (Hu y Liu 2004). Contiene un total de 6.786 palabras (2.005 positivas y 4.781 negativas). La clasificación es binaria (positiva o negativa).
- Lexicon Emoción NRC (Palabra-Emoción): es una lista de 5.636 palabras en inglés y sus asociaciones con ocho emociones básicas (ira, miedo, anticipación, confianza, sorpresa, tristeza, alegría y asco) (EMOLEX, 2021).

En este trabajo se empleó el Lexicon Emoción NRC (Palabra-Emoción), ya que proporciona una comprensión más profunda de los sentimientos y emociones subyacentes contenidos en los comentarios recopilados. Este lexicon se ha desarrollado teniendo en cuenta una amplia gama de aplicaciones como marketing de productos, análisis de comportamiento del consumidor e incluso análisis de campañas políticas. El método de investigación empleado fue el empírico analítico/cuantitativo/hipotético deductivo con un alcance descriptivo. Las disciplinas sobre las cuales se enfoca esta investigación es la educación. La hipótesis de investigación considerada fue: *H<sub>0</sub>*. Las personas tienen una percepción positiva acerca del uso de OVA.

Para la recolección de los 7.000 comentarios se creó una cuenta de desarrollador de Twitter, para ello era necesario tener activa una cuenta de usuario regular. En el proceso de creación se debe justificar el para qué se empleará la cuenta, el rol del solicitante; además, se debe completar un formulario con datos personales (nombre de la cuenta, correo, nombres del solicitante, país de residencia y confirmación de que se está aplicando a una cuenta individual de desarrollador).

Posteriormente, se debe especificar como se empleará la cuenta, cómo se analizará la información recolectada y cómo será su distribución por fuera de Twitter. Luego, se debe proporcionar un nombre personal, el nombre de la cuenta de usuario regular creada previamente, el correo, país de residencia, especificar si se tiene experiencia o no en programación y si se desea recibir actualizaciones. Se deben aceptar los términos y condiciones de desarrollador. Una vez culminados los pasos anteriores, se debe activar la cuenta desde el link que envían para poder ser redireccionados a la cuenta de desarrollador de Twitter. Para la creación de la app se debe proporcionar un nombre, posteriormente se recibirá el key y los tokens de la app para poder empezar a utilizarla. Algunos ejemplos de los comentarios analizados se presentan en la Tabla 1:

**Tabla 1.** Ejemplos de comentarios analizados traducidos al español

Usuario	Comentario
@Covid19DentRes	Objeto de aprendizaje virtual: una solución asincrónica para el aprendizaje virtual en odontología post COVID-19
@Sechyss	El aprendizaje de la programación orientada a objetos en Python ha sido una montaña rusa con OVA. Casi literalmente.
@Digitalecosys	Todos los profesores de Carolina del Sur tendrán acceso a contenidos de alta calidad en sus aulas proporcionados por el Departamento de Educación, impulsados por el Repositorio de Objetos de Aprendizaje SAFARI Montage.
@coreedutech	Los objetos virtuales de aprendizaje permiten crear una experiencia de aprendizaje memorable y motivadora.

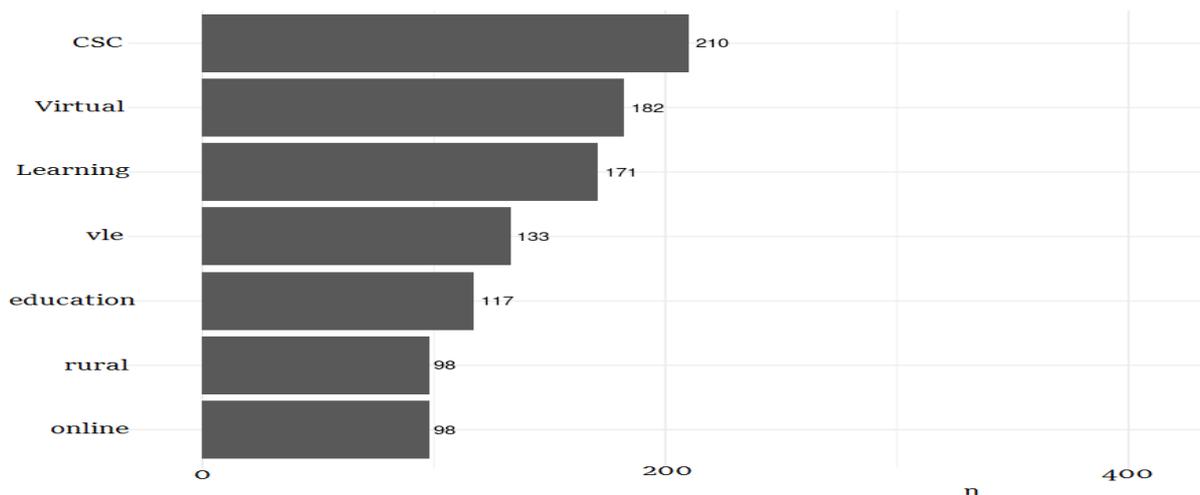
El análisis computacional de textos se ha convertido en un apasionante campo de investigación con muchas aplicaciones en la investigación; sin embargo, puede ser difícil de aplicar porque requiere el conocimiento de técnicas avanzadas (Fox & Leanage, 2016). Como plataforma popular de código abierto, RStudio cuenta con una extensa comunidad de usuarios que

desarrolla y mantiene una amplia gama de paquetes de análisis de texto. En esencia es un entorno de programación gratuito, de código abierto y multiplataforma, el cual fue diseñado específicamente para el análisis estadístico, lo que lo hace muy adecuado para aplicaciones de ciencia de datos (Tiobe, 2017).

En este trabajo se empleó el entorno de desarrollo RStudio y la librería “rtweets” para extraer los datos de la app creada con antelación, se ingresaron los tokens obtenidos y se estableció la comunicación entre RStudio y la app, una vez definidos, se envió una solicitud para generar un nuevo token de autenticación con el fin de realizar peticiones al api. Se precisaron los hashtags como palabras clave y se procedió a crear la petición de los tweets, de esta manera RStudio los iba buscando y almacenando. Se procedió con la exploración de los tweets recolectados, se verificaron las filas y columnas, se continuó con la tokenización de palabras (transformación de todas las palabras de los tweets en una palabra por fila) haciendo uso de la librería tyditext. En resumen, todos los paquetes y librerías de Rstudio que se emplearon fueron:

**Tabla 2.** Paquetes y librerías

```
# Install
Install.packages("rtweets") # para recopilar y organizar datos de Twitter
Install.packages("tm") # para la minería de texto
Install.packages("Snowballc") # para la minería de texto
Install.packages("wordcloud") # para la minería de texto
Install.packages("RColorBrewer") # para la minería de texto
Install.packages("syuzhet") # para la minería de texto
Install.packages("ggplot2") # para la minería de texto
# Load
Library("rtweets")
Library("tm")
Library("Snowballc")
Library("wordcloud")
Library("RColorBrewer")
Library("syuzhet")
Library("ggplot2")
```



**Figura 1.** Palabras más frecuentes

#### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis comenzó con la visualización de las palabras más frecuentes, haciendo uso del paquete “tyditext”, se clasificaron

las palabras según el tipo de sentimiento (EMOLEX, 2021), de esta manera se le asignó un tipo de sentimiento a cada uno de los comentarios. Posteriormente, se construyeron gráficos para identificar las palabras más repetidas y para clasificar los

comentarios. Se construyeron dos nubes de palabras (wordcloud) en la representación visual, uno para los comentarios positivos y otro para los negativos, las palabras con un mayor tamaño de fuente indican una mayor frecuencia de aparición en los comentarios. La Figura 1 presenta las siete palabras más frecuentes en los comentarios analizados, se puede apreciar que en su orden fueron; “CSC” con una frecuencia de 210 apariciones, “Virtual” con una frecuencia de 182, “Learning” con una frecuencia de 171, “vle” con una frecuencia de 133, “education” con una frecuencia de 117, “rural” con una frecuencia de 98 y “online” con una frecuencia de 98.

La primera palabra es “CSC” (Cuestiones Socio Científicas), existe una tendencia a implementar CSC como estrategia didáctica en las prácticas pedagógicas haciendo uso de OVA (Beltrán-Penagos et al., 2017). La segunda palabra es “virtual”, los OVA en su mayoría son empleados en la educación virtual, y son parte de una filosofía en la elaboración de un material didáctico con soporte digital orientado para su utilización en la educación en línea (IEEE/LTSC, 2004). La tercera es “Learning”, los OVA son empleados principalmente para incentivar el autoaprendizaje (Atif et al., 2003). La cuarta es “VLE”, los OVA principalmente son empleados en ambientes virtuales de aprendizaje como Moodle, Blackboard y WordPress, los cuales se han popularizado porque proporcionan en sus ambientes el uso de servicios web con el

propósito de generar integración e interoperabilidad con otros recursos (Rueda-Bermúdez, 2020). Los sistemas de gestión del aprendizaje (LMS) ofrecen la posibilidad de acceder a las funciones desde aplicaciones externas, permiten la creación de usuarios y cursos, la gestión documental y académica. Los creadores de contenido son libres de emplear el estilo y diseño al momento de la creación de un OVA dentro de un contexto de VLE y PLE (Rueda-Bermúdez, 2020). La quinta palabra es “Education”, los OVA son empleados esencialmente en la educación superior (Kay & Knaack, 2008). La sexta es “rural”, los OVA generan un gran impacto en zonas geográficas distantes de los centros urbanos (Vakhtina & Palkova, 2015) y la séptima es “online”, los OVA son herramientas diseñadas específicamente para la educación en línea (Caligaris et al., 2013).

La Figura 2 y Figura 3 presentan los gráficos de barras de las palabras negativas y positivas que más se repiten en los comentarios analizados. En el gráfico de barras negativo se relacionan 8 palabras y en el gráfico de barras positivo 10 palabras, tomando en cuenta todas las repeticiones de cada una de las palabras, en total hay 166 palabras positivas y 71 palabras negativas. Algunas de las palabras que más se destacan como positivas, también consideradas ventajas de los OVA, están que estos en su mayoría son gratis, de libre acceso, fáciles de usar, incentivan el autoaprendizaje y brindan el apoyo necesario para que las asignaturas sean impartidas de una manera más didáctica.

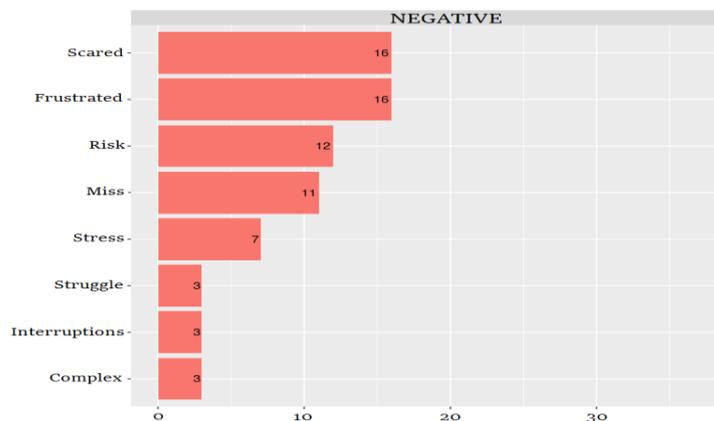


Figura 2. Gráficos de barras de las palabras negativas

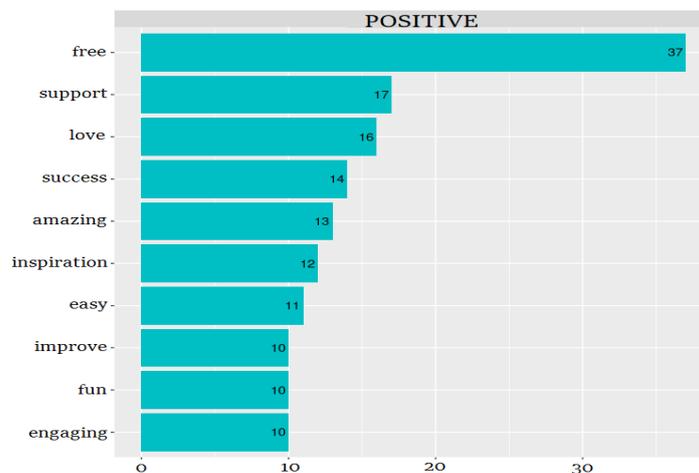


Figura 3. Gráficos de barras de las palabras positivas

Aunque podemos observar más palabras positivas, no se deben dejar de lado las negativas, las cuales permiten identificar aspectos a mejorar en este tipo de herramientas, algunas de estas palabras se refieren a la predisposición en la implementación del uso de la OVA en el aprendizaje, como lo es que los estudiantes presentan estrés a la hora de que su aprendizaje sea evaluado, ya que le tienen miedo al fracaso académico, otras de estas palabras están más dirigidas a los sentimientos que poseen los docentes a la hora de implementar estas herramientas, como lo es la creencia de que su implementación será compleja y riesgosa por su desconocimiento en este tema, por otro lado, se registran sentimientos posteriores a su implementación, como lo es “Interruptions”, este sentimiento negativo obedece a que los OVA son como su nombre lo indica, herramientas virtuales, por lo cual se deben emplear en un ordenador o dispositivo tecnológico, lo que genera la posibilidad a los estudiantes de ingresar a otros sitios, generando interrupciones en su aprendizaje.

Según Pérez (2014), existe un incremento significativo y positivo en la opinión de los estudiantes respecto al uso del computador e internet como herramienta fundamental para su aprendizaje, ya que facilitan el aprendizaje y permiten mejorar su desempeño académico. Lo anterior, reafirma la opinión favorable de que los estudiantes tienen respecto a los OVA, pues consideran que son herramientas que facilitan la comprensión y el aprendizaje de los temas vistos en clase, por sus ejercicios interactivos y elementos multimedia (Ochoa & Duval, 2008). Asimismo, señalan que los OVA son un recurso útil para reforzar los temas vistos en clase, les ayuda a despertar su interés y motivación hacia el aprendizaje (Motelet et al., 2005).

La Figura 4 presenta los gráficos de barras de las distintas emociones que experimentan las personas a la hora de hablar de OVA. Con respecto a la anterior cita y a los gráficos de barras de las distintas emociones (EMOLEX, 2021) identificadas, se pueden apreciar una diversidad de emociones positivas de los usuarios al interactuar con OVA.

En los gráficos de las emociones negativas se menciona la pandemia; sin lugar a dudas, estas herramientas ayudan a la hora de impartir una asignatura de manera virtual, como se realizó en la mayoría de Universidades debido a la aparición de la pandemia generada por el Covid-19. Podemos observar en los gráficos que las palabras que más se mencionan en los comentarios analizados se asocian con la emoción de confianza (160 en total). La mayor cantidad de palabras se asocian con la emoción de sorpresa, aunque hay sentimientos negativos encontrados a la hora de hablar de las OVA son mayores los sentimientos positivos que surgen al hablar de los mismos.

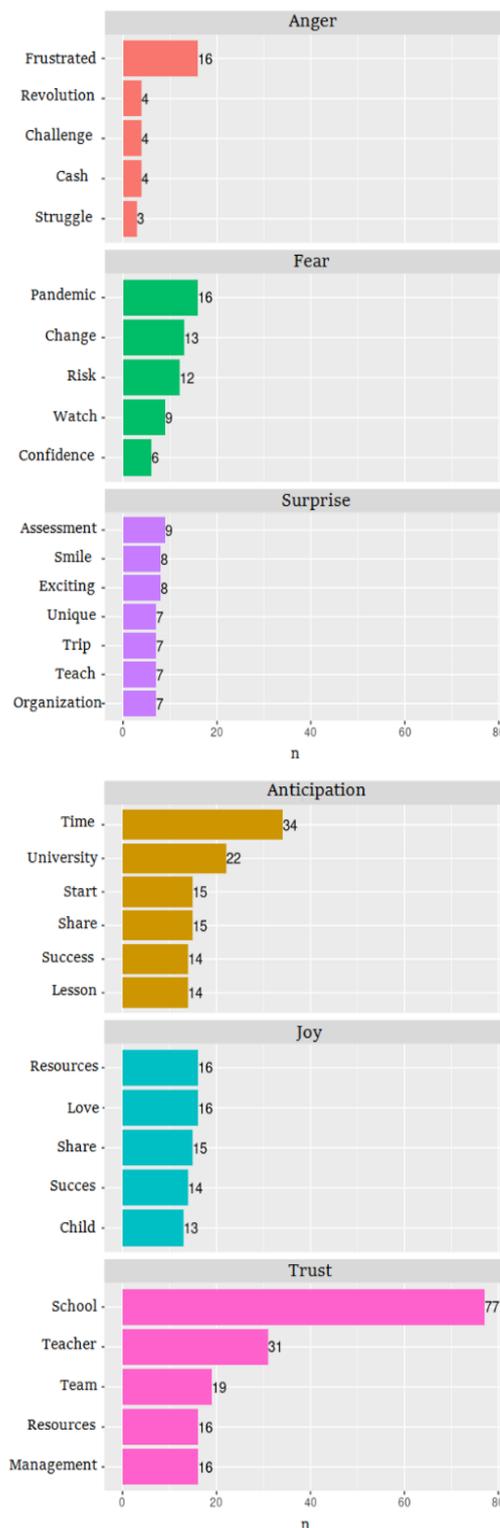


Figura 4. Gráficos de barras distribuidos por emoción

La Figura 5 y la Figura 6 presentan otra manera de visualizar la información textual haciendo uso de nubes de palabras o wordcloud. El tamaño de cada palabra varía de acuerdo a la frecuencia con la que fue mencionada, se puede observar cómo varían sus colores, de acuerdo a esto, podemos decir que la palabra más grande, es decir, la que más se repite, tiene



- Caligaris, M. G., Rodríguez, G. B., & Laugero, L. F. (2013). Learning Objects for Numerical Analysis Courses. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 106, 1778-1785. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2013.12.200>
- Catelli, R., Pelosi, S., & Esposito, M. (2022). Lexicon-based vs. Bert-based sentiment analysis: A comparative study in Italian. *Electronics*, 11(3), 374. <https://doi.org/10.3390/electronics11030374>
- Chiappe, L. A. (2006). Modelo de diseño instruccional basado en objetos de aprendizaje (MDIBOA): Aspectos relevantes. Universidad de la Sabana.
- Colomé, D.M., Estrada, V., & Febles, J.P. (2012). Technological environment for the creation of learning objects to support the teaching-learning process of Cuban universities. *ACIMED*, 23(2), 116-129. <https://acortar.link/8GUF2w>
- De la Torre, N. L. M. & Domínguez, G. J. (2012). ICT in the teaching-learning process based on learning objects. *Revista Cubana de Informática Médica*, 4(1), 1-15. <https://www.medigraphic.com/pdfs/revcubinfmed/cim-2012/cim121h.pdf>
- EMOLEX (2021). NRC Word-Emotion Association Lexicon <https://saifmohammad.com/WebPages/NRC-Emotion-Lexicon.htm>
- Fox, J., & Leange, A. (2016). R and the Journal of Statistical Software. *Journal of Statistical Software*, 73, 1-13. <https://doi.org/10.18637/jss.v073.i02>
- Hu, M., & Bing, L. (2004). Mining and summarizing customer reviews. *Proceedings of the Tenth ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*, 168-77. <https://doi.org/10.1145/1014052.1014073>.
- IEEE Learning Standard Technology Committee (IEEE/LTSC) (2004). IEEE Standard goes Learning Object Metadata. <http://ltsc.ieee.org/wg12/>
- Kay, R. H., & Knaack, L. (2007). Evaluating the learning in learning objects. *Open Learning: The Journal of Open, Distance and e-Learning*, 22(1), 5-28. <https://doi.org/10.1080/02680510601100135>
- Khan, E., Tarling, M., & Calder, I. (2019). Reusable learning objects for nurse education: development, evaluation, challenges and recommendations. *British Journal of Nursing*, 28(17), 1136-1143. <https://doi.org/10.12968/bjon.2019.28.17.1136>
- Martin-Domingo, L., Martín, J. C., & Mandsberg, G. (2019). Social media as a resource for sentiment analysis of Airport Service Quality (ASQ). *Journal of Air Transport Management*, 78, 106-115. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2019.01.004>
- Marrugo, I. M. F. (2016). Objetos virtuales de aprendizaje y el desarrollo de aprendizaje autónomo en el área de inglés. *Praxis*, 12(1), 63-77. <http://dx.doi.org/10.21676/23897856.1848>
- Martín, M., Yolanda, L., Gutiérrez-Mendoza, L., Nieves, A., & Mary, L. (2016). Guía para el diseño de objetos virtuales de aprendizaje (OVA). Aplicación al proceso enseñanza-aprendizaje del área bajo la curva de cálculo integral. *Revista Científica General José María Córdova*, 14(18), 127-147. <http://www.recimundo.com/index.php/es/article/view/371>
- Martínez-Palmera, O., Combata-Niño, H., & De-La-Hoz-Franco, E. (2018). Mediation of virtual learning objects in the development of mathematical competences in engineering students. *Formación Universitaria*, 11(6), 63-74. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062018000600063>
- Mascare, D., & Cabedo, J. (2014). Virtual learning environment and academic outcomes: Empirical evidence for the teaching of Management Accounting. *Revista de Contabilidad*, 17(2), 108-115. <https://doi.org/10.1016/j.rcsar.2013.08.003>
- Medina, J. M. C., Medina, I. I. S., & Rojas, F. R. (2016). Uso de objetos virtuales de aprendizaje ovas como estrategia de enseñanza – aprendizaje inclusivo y complementario a los cursos teóricos – prácticos. *Revista Educación En Ingeniería*, 11(22), 4-12. <https://doi.org/10.26507/rei.v11n22.602>
- Molano Puentes, F. U., Alarcón-Aldana, A. C., & Callejas-Cuervo, M. (2019). Guía para el análisis de calidad de objetos virtuales de aprendizaje para educación básica y media en Colombia. *Praxis & Saber*, 9(21), 47-73. <https://doi.org/10.19053/22160159.v9.n21.2018.8923>
- Motelet, O., & Baloian, N. A. (2005). Taking advantage of LOM semantics for supporting lesson authoring. In *OTM Confederated International Conferences" On the Move to Meaningful Internet Systems"*, 1159-1168). Springer, Berlin, Heidelberg.
- Nielsen, F. A. (2011). A new ANEW: Evaluation of a word list for sentiment analysis in microblogs. In *CEUR Workshop Proceedings*, 718:93-98. <http://arxiv.org/abs/1103.2903>.
- Ochoa, X., & Duval, E. (2008). Relevance ranking metrics for learning objects. *IEEE Transactions on learning technologies*, 1(1), 34-48. <https://doi.org/10.1109/TLT.2008.1>
- Onofrei, G., & Ferry, P. (2020). Reusable learning objects: a blended learning tool in teaching computer-aided design to engineering undergraduates. *International Journal of Educational Management*, 34(10), 1559-1575. <https://doi.org/10.1108/IJEM-12-2019-0418>
- Otón, S., Ortiz, A., Hilera, J. R., Martínez, J. J., Barchino, R., Gutiérrez, J. M., Gutiérrez de Mesa, J. A. & De Marcos, L. (2008, November). The Integration of SQI in a reusable learning objects system: Advantages and Disadvantages. In *Proceedings of the 10th International Conference on Information Integration and Web-based Applications & Services*, 600-603. <https://doi.org/10.1145/1497308.1497420>

Pérez Rojas, A. (2014). Uso de objetos virtuales de aprendizaje (OVA) en ambiente B-learning y su incidencia en el desempeño académico del estudiante. [https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/3098/2014\\_Tesis\\_Perez\\_Rojas\\_Alexander.pdf?sequence=1](https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/3098/2014_Tesis_Perez_Rojas_Alexander.pdf?sequence=1)

Romero, E. D., & Bobkina, J. (2021). Exploring the perceived benefits and drawbacks of using multimodal learning objects in pre-service English teacher inverted instruction. *Education and Information Technologies*, 26(3), 2961-2980. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10386-y>

Rueda-Bermúdez, V. (2020). Método para la construcción de OVA como servicios web. [https://repository.udem.edu.co/bitstream/handle/11407/6380/T\\_MIS\\_466.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://repository.udem.edu.co/bitstream/handle/11407/6380/T_MIS_466.pdf?sequence=2&isAllowed=y)

TIOBE. (2017). The R programming language. <https://www.tiobe.com/tiobe-index/r>

Vakhtina, E., & Palkova, Z. (2015). Didactic designing of learning objects. *Engineering for Rural Development*, 14, 661-668. [http://tf.llu.lv/conference/proceedings2015/Papers/107\\_Vakhtina.pdf](http://tf.llu.lv/conference/proceedings2015/Papers/107_Vakhtina.pdf)

Wiley, D. A. (2000). Connecting learning objects to instructional design theory: A definition, a metaphor, and a taxonomy. *The instructional use of learning objects*, 2830(435), 1-35. <http://reusability.org/read/chapters/wiley.doc>.

Windle, R., & Wharrad, H. (2010). Reusable learning objects in health care education. *Interprofessional e-learning and collaborative work: practices and technologies*, 244-259. <https://doi.org/10.4018/978-1-61520-889-0.ch020>

Yao, F., & Wang, Y. (2020). Domain-specific sentiment analysis for tweets during hurricanes (DSSA-H): A domain-adversarial neural-network-based approach. *Computers, Environment and Urban Systems*, 83, 101522. <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2020.101522>

# Revista

## Innovación Digital y Desarrollo Sostenible

Volumen 3, Número 1 **IDS**

Julio-Diciembre, 2022

ISSN: 2711 - 3760  
DOI.10.47185/27113760  
Medellín, Antioquia

# Evaluación de la Genealogía de Embriones Implantados Mediante Programas de Transferencia de Embriones

Herrera Ríos, Ana Cristina<sup>1</sup>; Rodríguez Colorado, Nancy <sup>2(\*)</sup>; Hernández Villamizar, Daniel Antonio<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institucion Universitaria Digital de Antioquia, Facultad de Ciencias y Humanidades, Medellín, Colombia.

<sup>2</sup> Universidad Francisco de Paula Santander Seccional Ocaña, Departamento de Ciencias Pecuarias, Ocaña, Colombia.

**Resumen:** Los estudios de genealogías nacen del interés por aclarar el dilema "de dónde venimos y adónde vamos". Ante esta situación se comienza por consolidar los registros de padres, madres y abuelos (paternos y maternos) iniciando así un árbol genealógico. La falta de la consolidación del registro genealógico en los sistemas de producción se convierte en un impedimento para el análisis de pedigrí y la realización de evaluaciones genéticas. El objetivo de este estudio fue evaluar la genealogía de los animales involucrados en los apareamientos para la generación de embriones implantados, mediante la técnica de transferencia de embriones en el proyecto GESTAR. La base de datos contó con 741 registros de animales y una profundidad de 5 generaciones. Se utilizaron softwares, Pedigree Viewer versión 6.5 y CFC: Tool For Monitoring Genetic Diversity versión 1.0, para realizar análisis genealógicos, reenumerar los registros de los individuos y evaluar la profundidad del pedigrí. Resultados y conclusión: De los 741 registros de animales que comprenden 5 generaciones, se identificaron 551 progenies, 181 registros de padres y 282 de madres. Los registros clasificaron a 184 individuos fundadores y 557 no fundadores, 6 individuos con identificación de padre y 551 con padre y madre conocido, 74 grupos de hermanos completos con un tamaño promedio por familia de 3.72 animales, un máximo 20 y mínimo de 2, y 42 de identificados como consanguíneos. La genealogía evaluada presenta una alta conectabilidad entre los individuos y posee una adecuada profundidad para ser usada en programas de mejoramiento genético o de transferencia de embriones, aumentando así la confiabilidad de los valores genéticos y otros parámetros de interés.

**Palabras clave:** Consanguinidad, Inseminación artificial, Progenie.

Recibido: 21 de mayo de 2022. Aceptado: 27 de julio de 2022

Received: May 21st, 2022. Accepted: July 27th, 2022

## Evaluation of The Pedigree of Embryos Implanted In Embryo Transfer Programs.

**Abstract:** Genealogy studies are born out of an interest in clarifying the dilemma "where we come from and where we are going." In this situation, the records of sire, dam and grandparents (paternal and maternal) are consolidated, thus initiating a genealogical tree. The lack of consolidation of the genealogical registry in the production systems becomes an impediment for the pedigree analysis and the performance of genetic evaluations. The objective this work is to evaluate the genealogy of the animals involved in the matings for the generation of implanted embryos, using the embryo transfer technique in the GESTAR project. The database had 741 animal records and a depth of 5 generations. Softwares, Pedigree Viewer version 6.5 and CFC: Tool For Monitoring Genetic Diversity version 1.0 were used to perform genealogical analysis, renumber the records of the individuals and evaluate the depth of the pedigree. Results and conclusions: Of the 741 records of animals that comprise 5 generations, 551 progeny were identified, 181 father's records and 282 records of mothers classified in 184 founding individuals and 557 non-founders, only 6 individuals with father identification and 551 with father and known mother, 74 groups of complete siblings with an average size per family of 3.72 animals, a maximum of 20 and a minimum of 2 and finally 42 of them were identified as consanguineous. The evaluated genealogy presents a high connectivity between individuals and has adequate depth to be used in genetic improvement or embryo transfer programs, thus increasing the reliability of breeding values and other parameters of interest.

**Keywords:** Consanguinity, Artificial insemination, Progeny.

(\*) nrodriguez@ufps.edu.co

## 1. INTRODUCCIÓN

El estudio de la naturaleza genética de las poblaciones o genealogía nace del interés por aclarar el dilema "de dónde venimos y adónde vamos; y su progreso a través de las generaciones es el asiento para el estudio y desarrollo de programas de selección y conservación en especies animales y vegetales. (Chen *et al.*, 2011; Elzo *et al.*, 2015) El análisis de los datos genealógicos (registros de padres, madres, abuelos paternos y maternos), es un instrumento trascendental para consolidar la constitución genética de las poblaciones, para identificar variabilidad genética y describir la estructura de las generaciones; el conocimiento sobre dicha estructura es fundamental para la verificación de la efectividad en programas de conservación y mejoramiento genético (Honda *et al.* 2006; Korrida *et al.*, 2013). Además, es parte integral del manejo de la estructura de poblaciones y programas de mejora animal (Pjontek *et al.*, 2012; Szwaczkowski *et al.* 2007; Borowska y Szwaczkowski 2015).

Los elementos necesarios para realizar un estudio genealógico son: número efectivo de ancestros y contribuciones porcentuales de fundadores (Boichard *et al.*, 1997), tamaño efectivo de población y consanguinidad (Vasallo *et al.*, 1986; Gutiérrez *et al.*, 2003), coancestría y distancias genéticas (Gutiérrez y Goyache, 2005). La definición del número efectivo de ancestros depende del número de ascendientes (fundadores o no fundadores), que se requieren para revelar la constitución genética total de una población; para estimar este elemento se lleva en consideración que la contribución de los reproductores puede estar desequilibrada considerando, los posibles cuellos de botella que haya podido experimentar la población estudiada debido al uso excesivo de reproductores (Boichard *et al.*, 1997). Las consanguinidades se presentan cuando existen apareamientos entre animales relacionados, todos los animales de una misma raza en este sentido, toda la población está emparentada; sin embargo, se reserva el término de consanguinidad cuando el apareamiento se da entre animales más relacionados que el promedio de la población (Molina *et al.*, 1995; Bijma *et al.*, 2001). Algunas especies o razas revelan cambios en cuanto a una disminución en el rendimiento promedio de algunas características productivas, estos efectos negativos e indeseables se asocian a la consanguinidad (Burrow, 1993; Falcao *et al.*, 2001; Ruíz-Flores *et al.*, 2006).

En Colombia, existen pocos estudios sobre análisis de pedigrí en poblaciones bovinas por ejemplo el trabajo realizado en razas criollas por Martínez *et al.*, (2008). Por esta razón el análisis de la estructura y variabilidad genética de las poblaciones de animales domésticos debe ser una acción prioritaria de investigación en mejoramiento genético animal. Ya que permite prevenir pérdidas de diversidad genética en las poblaciones bovinas (Santana *et al.*, 2016) especialmente en poblaciones que se han sometido a procesos de selección (Sheikhlou y Abbasi 2016) y brinda mayor confiabilidad a las evaluaciones genéticas que se realizarán posteriormente mediante la inclusión de la matriz de parentesco basada en el pedigrí, la cual tiene en cuenta animales que carecen de información fenotípica, pero que están emparentados. (Amaya *et al.*, 2020). Por lo anterior, el objetivo de este estudio fue

evaluar la estructura del pedigrí de los animales involucrados en los apareamientos para la generación de embriones implantados, mediante la técnica de transferencia de embriones en el proyecto GESTAR.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Base de datos

Dentro del proyecto GESTAR se recolectó información genealógica de hembras bovinas y toros donadores usados para el apareamiento dirigido por medio del proceso de transferencia de embriones en el centro de acopio ubicado en el municipio de puerto Boyacá. Se llevó a cabo el procedimiento de transferencia de embriones a 840 hembras bovinas receptoras provenientes de varias zonas del país, con embriones 5/8 Holstein por 3/8 Gyr y 1/2 Holstein por 1/2 Gyr. Se evaluaron 741 registros de animales del proyecto en mención. La base de datos comprende 5 generaciones, 551 progenies, 181 registros padres y 282 registros de madres clasificados en 184 individuos fundadores y 557 no fundadores. Los animales se encuentran ubicados en sistemas de producción a alturas que van desde los 225 hasta los 2700 m.s.n.m, con temperaturas promedio que varían entre los 12°C hasta los 28°C y precipitaciones entre los 921 y 2128 mm por año. Las pasturas predominantes son en su mayoría Brachiarias, Elefante (*Pennisetum purpureum*), Kinggrass morado (*Pennisetum purpureum x Pennisetum typhoides*), Maralfalfa (*Pennisetum purpureum x Pennisetum glaucum*), Estrella (*Cynodon nlemfuensis*), Guinea (*Megathyrus maximus*), Angleton (*Dichanthium aristatum*) y Kikuyo (*Pennisetum clandestinum*).

### 2.2 Análisis genético

Se utilizó el software Pedigree Viewer versión 6.5 (Kinghorn, 2010) para realizar el análisis de la genealogía y reenumerar los registros de los individuos y el software CFC: Tool For Monitoring Genetic Diversity versión 1.0 (Sargolzaei, 2006), con el propósito de calcular coeficientes y relaciones de consanguinidad, relaciones promedio dentro y entre grupos específicos de individuos, descomposición ancestral del promedio o del coeficiente de consanguinidad individual, descomposición ancestral de la coancestría promedio. También se cómputo el equivalente fundador y el número efectivo de no fundadores, con el fin de proporcionar información útil sobre la estructura del pedigrí. (Vilches *et al.*, 2018).

La integridad de la información del pedigrí se examinó utilizando equivalentes de generación discreta (ge) calculado según la fórmula dada por Boichard y col. (1997):

$$g_e = \sum_{j=1}^{n_j} \left(\frac{1}{2}\right)^{g_{ij}}$$

dónde:

$n_j$  = número de ancestros conocidos del  $j^o$  individuo

$g_{ij}$  = número de generaciones entre  $i^o$  ancestro y la  $j^o$  individuo

El coeficiente de consanguinidad individual  $F_i$  estaba estimado por la fórmula dada por Meuwissen y Luo (1992):

$$F_{ii} = A_{ii} - 1, A_{ii} = \sum_{i=1}^j L_{ij}^2 D_{jj}$$

dónde:

$A_{ii}$  = la  $i$ -o elemento diagonal de relación aditiva matriz  $A$

$L_{ij}$  = fracción de alelos derivados de un ancestro

$D_{jj}$  = matriz diagonal que contiene variaciones genéticas aditivas dentro de la familia

( $D_{jj} = 1$ , cuando ambos padres son desconocidos;  $D_{jj} = 0,75 - F_{kj} / 4$ , cuando solo uno de los padres  $k_j$  del  $j$ -th individuo es conocido;  $D_{jj} = 0,5 - (F_{sj} + F_{dj}) / 4$  m, cuando ambos padres  $s_j$  y  $d_j$  son conocidos.)

### 3. RESULTADOS

El análisis de la población mostró que en 741 registros de animales que están distribuidos en 5 generaciones, 551 progenies, 181 registros padres y 282 registros de madres clasificados en 184 individuos fundadores y 557 no fundadores, solo 6 individuos con identificación de padre y 551 con padre y madre conocido, se identificaron 74 grupos de hermanos completos con un tamaño promedio por familia de 3.72 animales, un máximo 20 y mínimo de 2 y finalmente 42 de ellos fueron identificados como consanguíneos. Para los 42 animales se identificaron diferentes rangos de consanguinidad que se pueden observar en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Distribución de la consanguinidad obtenida para los individuos de la genealogía del proyecto GESTAR.

Individuos	Consanguinidad
32	0.00 < F <= 0.05
7	0.05 < F <= 0.10
1	0.10 < F <= 0.15
1	0.20 < F <= 0.25
1	0.25 < F <= 0.30

Los 42 individuos muestran valores promedios de 0.043, solo un animal presentó un valor máximo de 0.25. Esto puede deberse a que los embriones son descendientes de semen de tan solo 8 toros. Lo que indica que en la futura población pueda existir un nivel mayor de consanguinidad. (Queiroz *et al.*, 1993). Se puede observar que los niveles de consanguinidad están aumentando, se recomienda tener cuidado en los futuros

apareamientos con el fin de mantener estos niveles estables ya que altos valores de endogamia pueden provocar pérdidas productivas por el efecto que tiene la llamada depresión endogámica ya que el uso intensivo de biotecnologías reproductivas, como la inseminación artificial, la transferencia de embriones y la fertilización *in vitro* conduce a un aumento de las progenies con relaciones cercanas (mayor tasa de natalidad de la mitad y hermanos completos) (Vanraden *et al.*, 1992; Hayes, 2007 ; Vargas y Gamboa, 2008). En este escenario, es importante controlar la endogamia ya que conduce a un aumento de la homocigosidad reduciendo la variabilidad genética poblacional y muchas veces afecta la supervivencia y fertilidad de los animales (depresión endogámica), provocando una disminución significativa en la eficiencia reproductiva de los rebaños. El coeficiente de endogamia promedio reportado por Queiroz *et al* (1993) en una población de bovinos de la raza Gir fue de 1.27% con aproximadamente 23% de animales endogámicos el autor los considero de baja magnitud, pero observó también una tendencia al aumento de la endogamia con el avance de las generaciones coincidiendo con los resultados obtenidos en esta investigación.

En la figura 1 se observa la estructura de la base de datos de registro genealógico de los animales pertenecientes al proyecto GESTAR, en general, se puede decir que la base de datos está bien conectada.

#### 3.1 Análisis de estructura del pedigrí

Se identificaron 11 líneas ancestrales observadas en la Tabla 2, estas líneas son las más largas de la genealogía y poseen un buen número de animales en cada una de ellas lo que demuestra la adecuada conectividad de la genealogía. Es de resaltar que al aumentar la ruta el número de individuos por línea disminuye, sin embargo, en la ruta 9 se pueden observar un total de 103 individuos y el menor número de individuos por línea es de 19, lo que representa solo un 2.3% de la población estudiada, esto puede obedecer a que dicha población proviene de diferentes partes del país, pero descienden de 184 fundadores comunes. La línea de tiempo representada en la ruta más larga indica que esta población es antigua y que las conexiones existentes con los ancestros son más largas. Lamentablemente no existen reportes de estudios con los cuales se puedan comparar los resultados obtenidos.

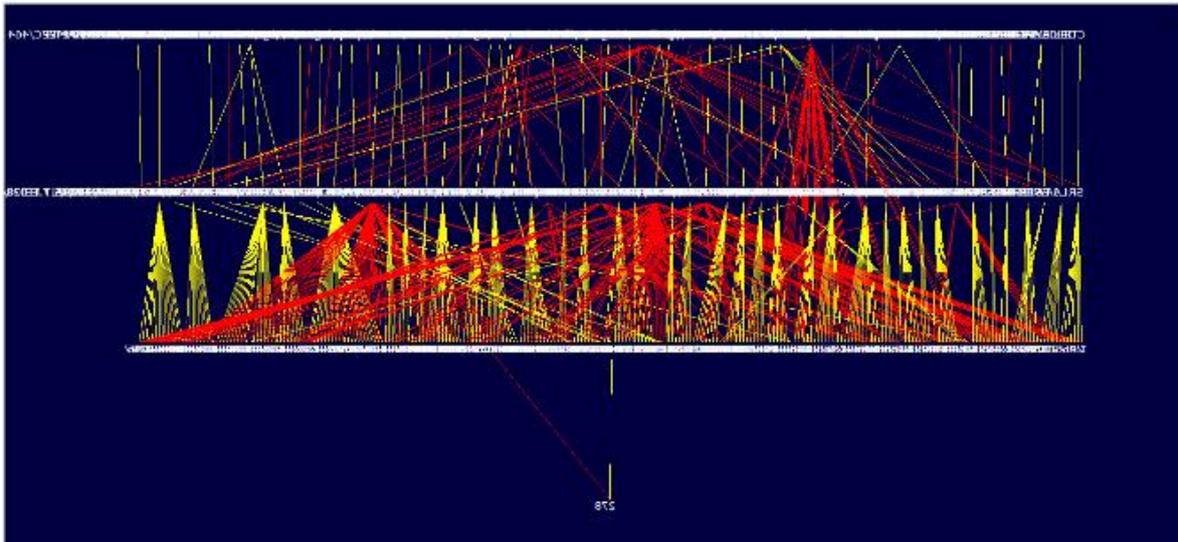


Figura 1. Estructura del pedigrí proyecto GESTAR

**Tabla 2.** Líneas ancestrales más largas

Ruta	Individuos
0	184
1	39
2	31
3	32
4	80
5	36
6	67
7	34
8	19
9	103
10	38
11	78

Se identificaron 15 grupos dentro del análisis de estructura de pedigrí, en los primeros 5 grupos podemos observar los animales consanguíneos, fundadores, individuos con genealogía completa y animales sin progenie. El grupo está identificado con una letra mayúscula y el total corresponde al número de individuos que hace parte de ese grupo (Tabla 3). Los resultados de este grupo son determinantes para la programación de apareamientos dirigidos (aparear individuos en los que se identificaron bajos niveles de endogamia) en un programa de mejoramiento genético ya que a la luz de los resultados se observa que los individuos endogámicos en la población estudiada fueron relativamente pocos representando un 5%, por lo que podría esperarse poca manifestación de la depresión endogámica; sin embargo, algunos individuos muestran niveles de endogamia entre 10 y 30%, posiblemente debido al uso más intensivo de pocos sementales, por lo que no es recomendable usar los fundadores en los futuros apareamientos con el fin de evitar el aumento de los niveles de endogamia. Diversos autores han reportado resultados intermedios con respecto a valores de F para bovinos de las razas Tropicarne y Suizo Europeo (Ruíz-Flores *et al.*, 2006), y en varias poblaciones pequeñas de bovinos (Alistana, Morucha, Pirenaica, Blanco Orejinegro, Romosinuano,

Marchigniana, Bonsmara, Charolais, Limousin y Simmental. (Gutiérrez *et al.*, 2003; Martínez *et al.*, 2008; Santana *et al.*, 2012; Kadlecík y Pavlík, 2012).

**Tabla 3.** Grupos de animales consanguíneos, fundadores, con genealogía completa y sin progenie.

Grupo	A	B	C	D	F
Total	741	42	184	551	278

A: Número de individuos, B: Número de consanguíneos, C: Número de fundadores, D: Número de individuos con ambos, padres conocidos, E: número de individuos sin progenie.

En el último grupo identificado se pueden observar (Tabla 4) las relaciones promedio de los individuos en la genealogía y el número de generaciones encontrando así que en promedio cada animal tiene una profundidad de 2.7 generaciones con un máximo de 6.3 lo que indica una buena profundidad del archivo genealógico. Conocer la profundidad del pedigrí es importante, ya que esto influye en la estimación de parámetros que son sensibles a la completitud de la información genealógica disponible (Boichard *et al.*, 1997). Estos son los primeros estudios realizados sobre estructura de pedigrí de poblaciones bovinas cruzadas en el país y obtenidas mediante procesos de transferencia de embriones. Sin embargo, los resultados muestran hallazgos interesantes sobre la profundidad y conectabilidad de la base de datos del proyecto GESTAR con miras a la inclusión del pedigrí en evaluaciones genéticas y genómicas, elemento fundamental para evaluar características de alta y media heredabilidad con poblaciones que presentan una cantidad suficiente de información productiva y genealógica. (Hayes y Goddard, 2010; Velásquez Mosquera *et al.*, 2016). Las relaciones entre individuos arrojados por los análisis sugieren buen conectabilidad de los

individuos en el pedigrí información que también se puede verificar en la Figura 1.

**Tabla 4.** Relaciones promedio de individuos y profundidad del pedigrí

Grupo	K	L	M	N	O
Total	0.025	0.024	2.714	6.273	0

K: Relaciones promedio de numerador (Recíprocos + Auto-relaciones), L: Relaciones de numerador promedio (se excluyen las relaciones con uno mismo), M: Número promedio de equivalentes de generación discreta (promedio de generaciones), N: número máximo de equivalentes de generación discreta, O: número mínimo de equivalentes de generación discreta.

El conocimiento del recurso animal y el uso de tecnologías de tipo reproductivo identifican factores que pueden llegar a ser fuente de variación para dichas características que a futuro potencializan el uso de animales genéticamente superiores mediante biotecnologías reproductivas (Bejarano, 2016). Estos programas se convierten en una herramienta que permite a los productores inseminar sus mejores vacas para reposición (vacas con mayor mérito genético) que podrán destinarse a la producción de crías hembras y el resto de las hembras a generar crías comerciales, garantizando en las hijas las madres de la siguiente generación de reemplazos, aumentando la respuesta en la tasa de selección, ya que se producirán más individuos con un número reducido de vacas elite. Se sugiere como estrategia el uso de los apareamientos dirigidos para mantener y optimizar el recurso genético animal que se tiene en los hatos aumentando la productividad y finalmente sus ingresos.

#### 4. CONCLUSIONES

La genealogía evaluada presenta una alta conectabilidad entre los individuos y posee una adecuada profundidad para ser usada en programas de mejoramiento genético o de transferencia de embriones, aumentando la confiabilidad de los valores genéticos y otros parámetros de interés.

Según los valores de consanguinidad obtenidos para futuros apareamientos se deben mantener niveles estables de consanguinidad ya que el uso intensivo de biotecnologías reproductivas conduce a un aumento de progenies con relaciones cercanas y mayor tasa de natalidad de hermanos medio y hermanos completos y la estructura del pedigrí evidencia descendientes de tan solo 8 toros lo que indica que la futura población puede presentar mayores niveles de endogamia.

#### AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al proyecto “Identificación y análisis de los factores genéticos, nutricionales y sanitarios que afectan los índices de gestación a partir de embriones in vitro en bovinos en el Departamento de Norte de Santander” identificado con el código BPIN 2018000100076 operado mediante Convenio Especial de Cooperación No. 00120 del 21 de junio de 2019 suscrito entre el Departamento de Norte de Santander y la Universidad Francisco de Paula Santander

Seccional Ocaña.

#### REFERENCIAS

- Amaya, M., Martínez, S., Cerón-Muñoz, M. (2020). Evaluaciones genéticas en bovinos por medio del uso del mejor predictor lineal insesgado genómico en una etapa. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(1), 19-31.
- Bejarano, D. (2016). Estudio de asociación genómica para características de crecimiento en las razas bovinas Criollas Blanco Orejinegro y Romosinuano. 183. <http://www.bdigital.unal.edu.co/54717/>.
- Boichard, D., Maignel, L., Verrier, É. (1997). The value of using probabilities of gene origin to measure genetic variability in a population. *Genet. Sel. Evol.*, 29: 5-23.
- Borowska, A., Szwaczkowski T. (2015). Pedigree analysis of Polish warm blood horses participating in riding performance tests. *Canadian Journal of Animal Science*, 95, 21–29.
- Bijma, P., Van Arendonk, J., Woolliams, J., (2001). Predicting rates of inbreeding for livestock schemes. *J. Anim. Sci.*, 79: 840- 853
- Burrow, H. (1993). The effects of inbreeding in beef cattle. *Anim. Breed. Abstr.*, 65: 477-495.
- Chen, J., Wang, Y., Zhang, Y., Sun, D., Zhang, S., Zhang, Y. (2011). Evaluation of breeding programs combining genomic information in Chinese Holstein. *Agricultural Sciences in China*, 10(12), 1949-1957. doi:10.1016/S1671-2927(11)60196-X.
- Elzo, M., Thomas, M., Johnson, D., Martinez, C., Lamb, G., Rae, D., Driver, J. (2015). Genetic parameters and predictions for direct and maternal growth traits in a multibreed Angus-Brahman cattle population using genomic-polygenic and polygenic models. *Livestock Science*, 178, 43-51. doi:10.1016/j.livsci.2015.06.015.
- Falcao, S., Filho M., Magnabosco, U., Bozzi, R., Lima, M. (2001). Efeitos da endogamia sobre características de reprodução, crescimento e valores genéticos aditivos de bovinos de raça Pardo-Suíça. *Rev. Bras. Zootecn.*, 30: 83-92.
- Gutiérrez, J., Altarriba, J., Díaz, C., Quintanilla, R., Cañon, J., Piedrafita, J. (2003). Pedigree análisis of eight Spanish beef cattle breeds. *Genet. Sel. Evol.*, 35: 43-63.
- Gutiérrez, J., Goyache, F. (2005). A note on ENDOG: a computer program for analysis pedigree information. *J. Anim. Breed. Genet.*, 122: 172-176.
- Hayes, B., and Miller, S., (2007). Mate selection strategies to exploit across-and-within-breed dominance variation. *Journal of Animal Breeding and Genetics* 117:347-359.
- Hayes, B., Goddard, M. (2010). Genome-wide association and genomic selection in animal breeding. *Genome*, 53(11), 876–883. <https://doi.org/10.1139/G10-076>.

- Kadlecik, O., Pavlik I. (2012) Genealogical analysis in small populations: The case of four Slovak beef cattle breeds. *Slovak J Anim Sci* 45:111-117.
- Kinghorn, B., Kinghorn, A. (2010). *Pedigree Viewer 6.5*. University of New England, Armidale, Australia.
- Martínez, R., García, D., Gallego, J., Onofre, G., Pérez, J., Cañón, J. (2008). Genetic variability in Colombian Creole cattle populations estimated by pedigree information. *Journal of animal science*, 86(3), 545-552.
- Meuwissen, T., Luo Z. (1992). Computing inbreeding coefficients in large populations. *Genetics Selection Evolution*, 24, 305–313.
- Molina, A., Rodero, A., Valera, M. (1995). Análisis genético de los niveles de consanguinidad en la raza Retinta. *Arch. Zootec.*, 44: 257-265.
- Pjontek, J., Kadlecik, O., Kasarda, R., Horny M. (2012). Pedigree analysis in four Slovak endangered horse breeds. *Czech Journal of Animal Science*, 57, 54–64.
- Queiroz, S., Lobo, R., Martinez, M. (1993). Efeito da endogamia sobre algumas características de importancia económica na raça gir. *Rev bras zootec.*, v.22, p773-786.
- Ruíz-Flores, A., Núñez-Domínguez, R., Ramírez-Valverde, R., Domínguez-Viveros, J., Mendoza-Domínguez, M. y Martínez-Cuevas, E. (2006). Niveles y efectos de la consanguinidad en variables de crecimiento y reproductivas en bovinos Tropicarne y Suizo. *Agrociencia*, 40: 289-301.
- Santana, M., Oliveira, P., Eler, J., Gutiérrez, J., Ferraz J. (2012). Pedigree analysis and inbreeding depression on growth traits in Brazilian Marchiguiana and Bonsmara breeds. *J Anim Sci*;90:99-108.
- Santana, M., Pereira, R., Bignardi, A., Ayres D., Menezes, G., Silva, L.(2016). Structure and genetic diversity of Brazilian Zebu cattle breeds assessed by pedigree analysis. *Livest Sci*;187:6-15.
- Sargolzaei, M., Iwaisaki, H., Colleau, J. (2006, August). CFC: A tool for monitoring genetic diversity. In *Proceedings of the 8th world congress on genetics applied to livestock production* (pp. 13-18). Belo Horizonte, Minas Gerais.
- Sheikhlou, M., Abbasi, M. (2016). Genetic diversity of Iranian Lori-Bakhtiari sheep assessed by pedigree analysis. *Small Ruminant Res*; 141:99-105.
- Szwaczkowski, T., Wezyk, S., Stanislawska-Barczak, E., Badowski, J., Bielinska, H., Wolc, A. (2007). Genetic variability of body weight in two goose strains under long-term selection. *Journal of Applied Genetics*, 48, 253–260.
- Vanraden, P., Lawlor, T., Hoeschele, I. (1992). Use of reproductive technology to estimate variances and predict effects of gene interactions. *Journal of Dairy Science* 75; 2892-290.
- Vargas, B. y Gamboa, G. (2008). Estimación de tendencias genéticas e interacción genotipo x ambiente en ganado lechero de costa rica. *Técnica Pecuaria en México* 46: 371-386.
- Vasallo, J., Díaz, C. y García M. (1986). A note on the population structure of the Avileña breed of cattle in Spain. *Livest. Prod. Sci.*, 15: 285-288.
- Vilches, L. (2018). *Métodos de numeración y remuneración genealógica*. Liber Factory
- Velásquez, J., Mendoza, G., Corrale, J., Parra, M., Medina, A., Izquierdo, C., González A, J. (2016). Association of morphometric measurements with rump fat in jumping horses in an equestrian school in Bogotá. *Revista de Medicina Veterinaria*, (32), 67-77.

# Aplicación de metodología MAKER y STEAM como catalizador para el desarrollo de proyectos de nano-satélites con aplicaciones a la exploración espacial en Brasil.

Borges de Souza, Aline.<sup>1(\*)</sup>; Davila Montenegro, Edwar.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Tecnológica de Hermosillo: TSU en Manufactura Aeronáutica,  
Área Maquinados de Precisión, Hermosillo, México.

<sup>2</sup>FUFPI (Fundação Universidade Federal do Piauí): Centro de Tecnología, Brasil.

**Resumen:** el dominio de las tecnologías aeroespaciales es de fundamental importancia para el desarrollo de un país, sin embargo, es un área de conocimiento que se encuentra subvalorada en Brasil, especialmente en las regiones Norte y Noreste. El presente artículo es una narración experimental sobre un trabajo desarrollado durante tres años con un grupo de estudiantes de nivel secundaria pertenecientes al sector de escuelas públicas de la ciudad de Teresina-Brasil. El objetivo de esa investigación fue introducir a los estudiantes a las metodologías STEAM y MAKER con énfasis en el desarrollo de pequeños proyectos con aplicaciones en la exploración espacial. La eficiencia de estas metodologías puede comprobarse por los resultados obtenidos en los diversos concursos científicos en los que participaron los referidos estudiantes del año 2020 a 2021.

**Palabras clave:** STEAM, MAKER, OBSAT, LASC, PCOE.

Recibido: 20th de junio de 2022. Aceptado: 1 de agosto de 2022

Received: June 20th, 2022. Accepted: August 1st, 2022

## Application of MAKER and STEAM methodology as a catalyst for the development of nano-satellite projects with applications to space exploration in Brazil

**Abstract:** the domain of aerospace technologies is of fundamental importance for the development of a country, however, it is an area of knowledge that is undervalued in Brazil, especially in the North and Northeast regions. This article is an experimental narrative about a work developed over three years with a group of high school students belonging to the public school sector of the city of Teresina-Brazil. The aim of this research was to introduce students to STEAM and MAKER methodologies with emphasis on the development of small projects with applications in space exploration. The efficiency of these methodologies can be verified by the results obtained in the different scientific competitions in which the aforementioned students participated.

**Keywords:** STEAM, MAKER, OBSAT, LASC, PCOE.

---

(\*)[a20319001@uthermosillo.edu.mx](mailto:a20319001@uthermosillo.edu.mx)

## 1. INTRODUCCIÓN

Si bien en los últimos años ha surgido el nombre de metodología STEAM (Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics), sus inicios se remontan inclusive hasta hace más de tres décadas. STEAM es un curso interdisciplinario que incorpora el arte (arte and design thinking) en la denominada STEM y tiene como objetivo mejorar las habilidades de pensamiento crítico y creatividad de los estudiantes. Teniendo su soporte principal en las matemáticas y las ciencias, es un conjunto de disciplinas orientadas al descubrimiento que busca resolver problemas prácticos con los métodos propios de la ingeniería o el diseño de este modo explorando el restablecimiento de la educación artística y animando a los estudiantes a encontrar soluciones creativas, del mismo modo que el movimiento CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad), el movimiento STEM también ha experimentado evoluciones en su acrónimo. Autores como Land (2013) y Maeda (2013) manifiestan la oportunidad de integrar las artes en la educación STEM a fin de permitir al alumnado desarrollar del siguiente modo:

- 1.- Asociar el pensamiento convergente (característico de las disciplinas STEM) y divergente (habitual en las disciplinas artísticas y humanísticas) en la resolución de problemas reales.
- 2.- La creación de significado personal.
- 3.- La automotivación.

De modo que, ante la “escasez didáctica” que han generado las múltiples concepciones sobre educación STEM (principalmente por la dificultad de integrar las cuatro disciplinas a la vez), ha emergido un enfoque de enseñanza paralelo denominado educación STEAM; el cual ha heredado las limitaciones de su predecesor y dividido los esfuerzos de la comunidad educativa e investigadora por disipar las incertidumbres que rodean a estos enfoques de enseñanza.

## 2. MARCO TEÓRICO

Las metodologías de la enseñanza han ido cambiando a través de los años, desde las formas más tradicionales hasta las más modernas, dicho cambio ha llevado a la humanidad a preguntarse ¿Existen procesos más eficientes que otros? los cuales permitan estimular el interés de los jóvenes en las áreas de mayor importancia para una sociedad basada en avances tecnológicos y científicos

Una de tantas alternativas durante el presente siglo XXI ha aumentado es el empleo de la metodología STEAM la cual es una herramienta que llega a potenciar los procesos de enseñanza y aprendizaje, a partir de la interdisciplinariedad que tiene como premisa añadir a un modelo previo llamado STEM estímulos adicionales para captar y reconfigurar las habilidades humanas propias de nuestra especie.

Se resalta que más que implementar el STEAM como metodología, es necesario articularlo como un proyecto

institucional, para lograr canalizar todos sus beneficios y aprovechar al máximo los recursos y procesos que se derivan de su aplicación, integrando de este modo no solo a profesores y a estudiantes, sino, también al resto de miembros de la comunidad.

Es importante considerar que dentro de la metodología, existe una variedad de tendencias como lo son el "Design Thinking", "Minecraft", "Robótica", entre otras; las cuales estimulan el abordaje de aspectos académicos como la innovación educativa y el aprendizaje por competencias, entre otros.

La metodología STEAM además de promover el interés por asignaturas de suma relevancia como lo son las Ciencias Naturales y las Matemáticas, también, fomenta en los estudiantes habilidades y capacidades muy importantes como el trabajo en equipo, la comunicación oral y escrita, por mencionar algunas de las más relevantes dentro de las carreras que componen el STEM, es decir, ciencias básicas e ingenierías, se debe recordar que STEAM, primero que todo, es un acrónimo del idioma inglés, que aborda las siguientes áreas: Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics; si bien es cierto que existe prioridad y predominio por el fomentar el interés de los jóvenes estudiantes en las Ciencias Naturales y Formales, a pesar de ello, en diversas partes del mundo, sobre todo en los institutos académicos de Estados Unidos, lo considerado como primordial con STEM es brindar un impulso mayor e integral, por lo cual se han ido incorporando a también las "Artes", lo cual involucra al diseño de manera implícita, de ahí la incorporación de la letra "A" en el acrónimo. En países como Costa Rica, se utilizan sobre todo los acrónimos STEAM y STEM, aunque en ocasiones se suelen mencionar sus respectivas traducciones al español P. Ej. C-TIMA y C-TEM.

Un ejemplo del empleo de la metodología STEM y STEAM es NeuroAula la cual es una institución que promueve el uso eficiente de la tecnología, más allá del paradigma del acceso (conexión, ancho de banda, equipo de laboratorio, etc.) como herramienta, para potenciar la enseñanza y el aprendizaje, con el fin de lograr una educación con propósito y bienestar común, además de ello, investiga y promueve la implementación del STEAM, como modelo educativo, que debe ser articulado de forma no solo institucional, sino también familiar, comunal, y que no sea considerado simplemente como un elemento más que hace interesantes las clases y que con el tiempo, dejan de ser impactantes y que pasan desapercibidos por el ejercicio rutinario.

En el presente texto, se brindan algunas nociones sobre el STEM y el STEAM, así como algunas articulaciones a nivel de una institución educativa. Una vez contextualizado y definido el término educación STEM, se puede sintetizar sus principales características en los siguientes puntos:

1. Es un enfoque de enseñanza que integra Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas.

2. Está orientado a la resolución de problemas preferentemente de la realidad cotidiana, a fin de fomentar una alfabetización bajo parámetros STEM; como consecuencia del punto anterior.

3. Persigue la promoción de una identidad STEM entre la ciudadanía que le permita comprender la repercusión social de las Ciencias, la Tecnología, la Ingeniería y las Matemáticas que le permitan participar de forma activa y crítica en la toma de decisiones sociales.

4. Sus objetivos de aprendizaje requieren del reconocimiento y fortalecimiento de los vínculos académicos y pragmáticos existentes entre las disciplinas STEM y su aplicación en la resolución de problemas de la realidad cotidiana, es decir, en el uso de conocimientos y habilidades imprescindibles para cumplir lo descrito en los puntos anteriores 2 y 3, las disciplinas STEAM han sido desde hace ya bastante tiempo de suma importancia estratégica para el desarrollo y crecimiento sostenido de las naciones (Office of The Chief Scientist, 2013), lo característico del STEM corresponde:

- a. Su componente principal es el aspecto tecnológico derivado del conocimiento científico.
- b. Tienen impacto en mayor o menor medida, en una gran variedad de las disciplinas del conocimiento humano.
- c. Pueden ampliar las oportunidades para una mejora social y económica equilibrada.
- d. Representan una actitud positiva representada por cualidades intelectuales que pueden proporcionar nuevas formas de resolver problemas inherentes de la sociedad actual.

5. Pueden apoyar a la innovación científica y tecnológica, brindando independencia económica, competitividad y mejoramiento del nivel de vida de los ciudadanos.

En el campo educativo, durante años la preocupación por anhelos de introducir la tecnología en los procesos de aprendizaje en escuelas de Ibero-américa se han regulado bajo el modelo del laboratorio de informática. En la actualidad del siglo XXI, los estudiantes ya no dependen de dicho laboratorio para acceder al internet, hacer investigación, jugar, visualizar películas, entre otras, del mismo modo, dentro del ejercicio de utilizar la tecnología en procesos educativos, surgió la popularización de la cultura MAKER y la metodología de educación STEAM, las cuales comparten el objetivo de permitir que el estudiante se prepare tanto para desafíos como ciudadano, como también, en el ámbito profesional y en el mercado laboral.

Según (Shahali et al. 2017; Wang et al., 2011) La integración STEM en el aula es un tipo de integración curricular. La integración STEM corresponde a un enfoque curricular que combina los conceptos educativos en un enfoque de enseñanza interdisciplinario. El objetivo de la educación STEM integrada consiste en ser: “Un enfoque holístico que vincule las disciplinas, de modo que el aprendizaje se vuelva conectado, enfocado, significativo y relevante para los alumnos”.

En el pasado Sanders (2009) argumentó que “Los enfoques de la educación STEM deben aplicar el conocimiento de las matemáticas, la ciencia y la ingeniería, diseñar y realizar experimentos, analizar e interpretar datos, y comunicarse y trabajar con equipos multidisciplinarios”, sin embargo, a parte de ésta, existen múltiples definiciones para STEAM, ergo, los educadores generalmente guardan un acuerdo común en que más allá de la propia definición STEAM, tiene un interés práctico en aumentar la creatividad y las habilidades de pensamiento científico de los estudiantes. La comprensión actual del modelo concibe el aprendizaje de estas materias de forma integrada y con el uso de herramientas tecnológicas. El arte, en el más amplio sentido, actúa como un material integrador que favorece el aprendizaje interdisciplinario de forma creativa, “Los contenidos científicos y tecnológicos se sitúan en el centro conectando el aprendizaje con la realidad; los contenidos matemáticos proporcionan un lenguaje común” (Ruíz; 2017: P. 110).

Es notable desde años pasados según (Morrison 2006; Tsupros et al., 2009), “El puente interdisciplinario entre disciplinas discretas se trata como una entidad conocida como STEM”. En otras palabras, la educación STEM ofrece a los estudiantes una de las mejores oportunidades para dar sentido al mundo de manera integral, en lugar de hacerlo por partes, la educación STEM elimina las barreras tradicionales erigidas entre las cuatro disciplinas, integrándolas en un paradigma cohesivo de enseñanza y aprendizaje. Muchos de los autores más destacados en el tema afirman que “La educación STEM es un enfoque interdisciplinario del aprendizaje en el que los conceptos académicos rigurosos se combinan con lecciones del mundo real a medida que los estudiantes aplican la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas en contextos que establecen conexiones entre la escuela, la comunidad, el trabajo y la vida” (Psycharis, 2018), puede de este modo entenderse en palabras más simples que la empresa global que permite el desarrollo de la alfabetización STEM da lugar a la capacidad de competir a individuos y sociedades en la moderna economía.

### 3. METODOLOGÍA

Se utilizó el STEAM como enfoque educativo debido a que cuestiona el actual modelo basado en la separación de las materias y sugiere la multidisciplinariedad, además, se apoya en estrategias de aprendizaje centradas en el alumno, también se asocia a metodologías centradas en el alumno que promueven aprendizajes auténticos mediante el hacer y crear, P. Ej. El trabajo por proyectos, solución de problemas, el design-thinking, la investigación o los maker-spaces. Los maker-spaces son espacios de trabajo colaborativo ubicados en aulas (Dentro de bibliotecas o centros comunitarios) para “Aprender haciendo”, los cuales están abiertos a niños y adultos que combinan el aprendizaje formal e informal, así como disponen de equipamiento informático variado que les permite trabajar sus habilidades tecnológicas enfocadas en la impresión, diseño y modelado en 3D, animación, programación, robótica, o cortadoras láser.

Por lo tanto, enfocando sus esfuerzos en dar mayor importancia de la educación de la imaginación y el conocido design-thinking en el campo de la educación en ingeniería (Wright y Wrigley 2019), dicho estudio fortalece la integración de la educación, es decir, por un lado el cultivo de la imaginación y por otro lado la metodología STEM en un modelo co-participativo, es decir, desarrolla un nuevo modelo aplicado o curso de nombre iSTEAM (Según señala Chih Chao Chung la letra “i” significa la adición del término “imagination” a STEAM “Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics”) en dicho curso se utiliza el pensamiento de diseño, el cual conlleva a los estudiantes de “High”, es decir, la escuela de tecnología que estudia la ciencia electrónica como objeto de investigación y considera el diseño de dispositivos portátiles para mascotas como resultado de las actividades de diseño de ingeniería en ciencia y tecnología derivada de ella, como procesos emergentes para llevar a cabo investigaciones prácticas que permitan verificar la efectividad de diversos modos de aprendizaje. Este estudio tuvo cinco objetivos:

1. Desarrollar un curso STEAM para estudiantes de tecnología de secundaria que estudian ciencias electrónicas.
2. Explorar los impactos del señalado curso iSTEAM en la imaginación de los estudiantes de tecnología del grado de secundaria.
3. Demostrar y examinar los impactos del curso iSTEAM en las habilidades STEAM de los estudiantes de tecnología de secundaria.
4. Explorar la satisfacción de los estudiantes de tecnología de secundaria con la efectividad del aprendizaje del curso iSTEAM.
5. Explorar la integración de la imaginación y STEAM en el curso iSTEAM.

La educación STEM es un método educativo que combina conocimientos, habilidades e ideas de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas. A través de la práctica del diseño de ingeniería y la aplicación de tecnologías científicas, los cursos STEM ofrecen a los estudiantes la oportunidad de combinar el desarrollo teórico con su ejercicio práctico.

Algo relevante en la mayoría de los programas o proyectos que buscan fomentar las competencias en las áreas de STEM es la motivación para atraer a estudiantes de poblaciones vulnerables o insuficientemente representadas, ya que se considera que estas habilidades pueden significar un factor relevante para su inclusión económica. Uno de los mencionados sectores es el de estudiantes de género femenino, el cual, según datos acerca de la eficiencia terminal de las universidades, son estadísticamente significativas con menor propensión a continuar una carrera universitaria o estudios de especialización enfocados en campos de STEM, en las propuestas de la educación STEAM se según García, Reyes y Burgos (2017) se debe en primer lugar, centrar el proceso de aprendizaje en el estudiante, quien construye y reconstruye conocimientos a través de su participación activa en la solución de problemas, en segundo lugar, integrar sus

componentes de forma inter y transdisciplinaria, en tercer lugar, dirigirse a objetos de estudios que involucren los componentes de estas disciplinas, en cuarto lugar, desarrollar el progreso de los estudiantes en fases o etapas, en quinto lugar, organizar y presentar el material didáctico en pasos sucesivos, en sexto lugar, contemplar en el proceso la práctica, la retroalimentación y el repaso, en séptimo lugar, impulsar el trabajo colaborativo que facilita el aprendizaje y la motivación y en último lugar pero no menos importante se debe promover el aprendizaje influenciado por factores motivacionales personales y contextuales.

Tomando en cuenta la aclaración conceptual previa y dirigiendo la divulgación de resultados de la aplicación de esta metodología para el desarrollo de proyecto con aplicaciones a la exploración espacial, se toma como piedra angular la construcción de dispositivos de exploración suborbital y orbital, actualmente dentro de muchas alternativas de exploración tecnológica los Cubesats son una tendencia dentro de las modernas tecnologías y misiones que están a bajo costo, además de poseer un corto tiempo de diseño y desarrollo, en pleno año 2022 aún son utilizados para realizar experimentos en el espacio, convirtiéndose en una alternativa para fomentar los propósitos educativos desarrollados en la parte inicial del presente manuscrito, también brinda soporte y apoyo en la investigación científica y uso comercial, dando lugar a estudiantes de ciencias e ingenierías para construir satélites miniaturizados con el uso de plataformas y modelos educativos en áreas STEAM que cumplen con el propósito de generar innovación tecnológica desde diversas y variadas aplicaciones, servicios e investigaciones a través del acceso al espacio.

La motivación para el desarrollo inicial de los Cubesats fue educativa. La idea consiste en proporcionar prácticas y espacios experimentales para que los estudiantes puedan ejercer en actividades espaciales, lo que les permite trabajar en todo el ciclo de un diseño espacial, desde el concepto inicial hasta su funcionamiento en el espacio. Los Cubesats se consideran una solución competitiva para múltiples aplicaciones espaciales, debido a que permiten el equilibrio entre las variables cruciales de un diseño espacial, como el tiempo de desarrollo, costo, fiabilidad, duración de la misión y reemplazo, para la culminación de un CubeSat, se requiere de un conjunto de tecnologías que se agrupan para cumplir con objetivo final. Cada proceso tecnológico o el conjunto de ellos constituyen un subsistema y la conjunción de éstos ayudan a fabricar al CubeSat. Los subsistemas necesarios para enviar un CubeSat al espacio son: a) Carga Útil o Misión, b) Control de Actitud (ADCS), c) Potencia Eléctrica (EPS), d) Propulsión, e) Estructura, f) Control Térmico, g) Comunicación y Manejo de Datos (TTC), h) Computadora a Bordo (OBC), i) Propulsores y j) Estación Terrena. Los Cubesats son comúnmente puestos en órbita por Implantadores en la Estación Espacial Internacional o lanzados como cargas útiles secundarias en un vehículo de lanzamiento, es importante considerar que el uso de cubesats normalmente implica experimentos que pueden ser miniaturizados o sirven a propósitos como la observación de la Tierra, radioaficionados o experimentos de ciencias de la educación básica, debe

recordarse que, a partir del 01 de enero de 2021, más del 1350 Cubesats fueron lanzados con los propósitos descritos.

El movimiento denominado como Maker es una extensión tecnológica de la tendencia popular llamada “Hágalo usted mismo” que estimula a las personas comunes a construir, modificar, reparar y fabricar sus propios objetos, con el uso de sus propias manos, en este sentido el sector aeroespacial también tiene un gran atractivo inherente, y esta característica también presenta una gran solución para nutrir a las nuevas generaciones de profesionales en metodologías STEM.

### Objetivo.

El objetivo principal de este artículo es relatar la experiencia de los autores en la realización de un grupo de estudiantes del Programa Educativo “Ciudad Olímpica”, que atiende a estudiantes de primaria II (6º año - 9º año) de escuelas públicas de la ciudad de Teresina, Piauí en Brasil, desarrollado con metodología MAKER y STEAM, que valoró la participación colectiva, con énfasis en la elaboración de proyectos de nanosatélites para concursos educativos. El contenido de este material fue validado por los resultados obtenidos en competencias nacionales e internacionales en los últimos tres años (2020, 2021 y 2022), algunos de los más destacados listados a continuación:

1. Hackathon Espacial SBPC Joven, con el tema “Exploración Lunar a través de robots autónomos”.
2. Proyecto de participación en el “Desafío Satélite”, en la categoría Satélite e Inteligencia Artificial de la Olimpiada Brasileña de Satélites (OBSAT) en la 17ª Semana Nacional de Ciencia y Tecnología del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Comunicaciones (MCTI).
3. Proyecto de participación en la 1ª Fase del OBSAT con propuesta de estudio de la dinámica atmosférica en el noreste de Brasil.
4. Proyecto de participación en OBSAT 1ª Fase de OBSAT con una propuesta para el estudio de la interacción del campo magnético terrestre con las tormentas solares.

Entre otras participaciones como CUBE-DESIGN (Cube-Design es una competición de desenvolvimiento de pequeños satélites: <http://www.inpe.br/cubedesign/2021/>), CELERITAS (La Olimpiada Brasileña de Inteligencia Artificial (Celeritas) es una competición que tiene la misión de instigar, investigar y dialogar sobre inteligencia artificial en Brasil).

#### 3.1 Ubicación y población participante del grupo relatado en este trabajo

Se realizaron actividades de educación utilizando la metodología de cultura MAKER y la metodología STEAM con un total de 20 adolescentes, estudiantes de variadas escuelas públicas, ubicadas en la Ciudad de Teresina-Brasil. Estos estudiantes son parte de la clase de robótica del Programa Educativo Ciudad Olímpica (PCOE), que es un

programa que tiene como objetivo atender a estudiantes potencialmente talentosos e invertir en su desarrollo más allá de las condiciones que ofrece la escuela standard en la rutina diaria del aula regular para participar en competencias educativas, es decir, competencias de conocimiento en acontecimientos de alto rendimiento en las áreas de matemáticas, lengua portuguesa, química, física, astronomía, robótica y el resto de ciencias naturales.

#### 3.2 Preparación: Establecer una base teórica y generar un prototipo de diseño.

Se informa que las primeras clases en línea comenzaron en agosto de 2020, durante el apogeo del distanciamiento social, causado por la pandemia de SARS COV II (Covid-19), los primeros temas que se trabajaron con los alumnos fueron la enseñanza de ¿Cómo? Se debe realizar una búsqueda de la bibliografía especializada sobre nanosatélites en las distintas bases de datos como SciELO Scientific Electronic Library Online, Archive.org, Hathitrust, Open Access Directory, ScienceDirect, entre otros, a modo de segundo paso, se consultaron y leyeron las fuentes de análisis pertinentes (artículos seleccionados como referencias para poder realizar un esbozo de diseño conceptual de un satélite artificial) y como tercer paso, elegir los caminos que habría de seguir para alcanzar los objetivos de recopilación bibliométrica, es importante considerar que las sub-áreas de conocimiento que los estudiantes deben aprender se dividen de la siguiente manera:

a) Electrónica: En esta parte del trabajo los alumnos aprendieron sobre el funcionamiento y aplicaciones de los principales componentes electrónicos utilizados en un proyecto satelital. Así como comprender la estructura básica de un circuito y los tipos de circuitos (serie, paralelo o mixto).

Los principales sensores con los que trabajaron los estudiantes fueron: El sensor de humedad y temperatura DT11, DTH22, el sensor de presión BMP180, el sensor GUYA-S12SD, el sensor MQ-131, entre muchos otros. En un primer momento, los proyectos para el uso de sensores se realizaron utilizando la plataforma Tinkercad, ello debido a que las clases se estaban impartiendo en línea, aprovechando para realizar simulaciones antes del ensamblaje físico, sin embargo, fue a finales de 2021 que se reanudaron las reuniones presenciales en donde se empleó el uso de sensores y placas de Arduino físicamente en lugar de únicamente simulación.

a) Programación: Durante este proceso los estudiantes aprendieron el alcance básico para crear códigos para utilizar en sensores compatibles con Arduino. La preferencia por esta plataforma se debió a que es una tecnología Open Source y el Hardware de bajo costo.

• Diseño 3D: Esta parte del trabajo también se realizó en la plataforma Tinkercad, por las mismas razones mencionadas anteriormente. Las partes principales que los estudiantes aprendieron a diseñar fueron estructuras externas para

nanosatélites tipo Cubesat y Cansat, que luego se imprimieron en una impresora 3D.

a) Como último paso se desarrolló “Escritura científica”, a modo de reportes y carteles, como parte de las múltiples competencias que se pretenden desarrollar en el grupo de estudiantes participantes.

Las tres sub-áreas requerían que presentaran un diseño de satélite, así como un informe de progreso de construcción de prototipo, por lo que era fundamental que los estudiantes dedicaran parte de su tiempo y esfuerzo para aprender las reglas básicas para elaborar un informe técnico y un artículo de divulgación. El Software utilizado para este propósito fue editor de LATEX y TeXstudio.

### 3.3 *Popularización: Difundir los resultados de la investigación del estudio en el mercado educativo.*

El equipo participante en este trabajo se esmeró por compartir las experiencias y resultados con el público en general para alentar a otros estudiantes a seguir el camino de la ciencia y así contribuir al surgimiento de la próxima generación de científicos espaciales en el estado que en consecuencia estimulará la misma conducta educativa en el resto del País.

Esta difusión se dio a través de la participación en programas periodísticos de televisiones regionales, portales de noticias y Transmisiones en línea realizados en redes sociales como Instagram y Youtube. En muchos de estos “Lives” hubo un invitado especialista en sus respectivas áreas, con amplio énfasis en la participación en dos transmisiones en línea del Presidente de la Agencia Espacial Brasileira (AEB), cuyo nombre es Coronel Carlos Augusto Teixeira de Moura.

## 4. RESULTADOS Y/O DISCUSIÓN

En la última década se ha producido una verdadera revolución en la astronáutica mundial, sustentada en una creciente participación y liderazgo del sector privado con respecto del público, los programas espaciales gubernamentales se han ido volcando paulatinamente hacia la exploración profunda, mientras que proyectos de mayor aplicación inmediata han recibido mayor atención por parte de grupos privados. Ya sea en forma de jóvenes Start-up en la base de la pirámide de desarrollo, Start-up más robustas como SpaceX, Blue Origin y VVirgen Galactic o incluso gigantes como BoeingLockheed Martin y Arianespace, sin excluir, por supuesto, la participación fundamental de los distintos grupos de inversión de riesgo, que viene mostrando un gran apetito por los denominados “Space Risk”. La exploración espacial desde sus inicios ha sido sinónimo de desarrollo en aspectos científicos y educativos de los países e instituciones involucradas en esta acción. Cuando se trata de exploración espacial con el desarrollo de CubeSat, varios países desarrollados que lideran el ranking mundial de la educación, tienen competencias educativas a nivel de educación básica, en la que los estudiantes de escuelas tanto públicas como privadas desarrollan y testean sus diseños.

Dentro del presente manuscrito con funciones divulgativas exclusivamente se han informado múltiples beneficios, casi invisibles para la comunidad de exploración espacial y sus comunidades, así como el uso rentable en menesteres de descubrimiento científico del espacio ultraterrestre. La convicción de que tales beneficios existen es lo que estimula a los gobiernos nacionales a otorgar fondos económicos para los programas espaciales nacionales. Pareciera que ya existe un dictum, máxima o letanía bien conocida de mejoras continuas en las aplicaciones espaciales y la ciencia espacial, del mismo modo beneficios para el desarrollo tecnológico y la investigación básica en ciencias físicas, empero, estos lo divulgado aquí corresponde a los beneficios generalmente visibles y en menor medida discutidos a menudo como solución a las diversas problemáticas que acarrea la estimulación de la curiosidad y el estudio científico en jóvenes en Iberoamérica, también debe considerarse que a largo plazo existen numerosos beneficios indirectos y menos reconocidos que se acumulan para la sociedad del país en consideración y en otros, la estimulación y el fortalecimiento de la miniaturización de la electrónica, por ejemplo, contribuye a las mejoras en la medicina, los procesos de fabricación y muchas formas nuevas de automatización. El desarrollo de nuevos materiales impulsa y obliga a los avances en sistemas de comunicación y transporte aeronáutico, marítimo y terrestre. Cabe resaltar que en los últimos 30 años, estos desarrollos también: 1) estimularon programas educativos y de investigación mejorados y ampliados, 2) crearon nuevas organizaciones, 3) generaron empleos y 4) fomentaron nuevas formas y fuentes de orgullo nacional y de prestigio personal y quizá en menor cantidad pero se articulan y consolidan los aspectos más metafísicos de los beneficios filosóficos y psicológicos (Conductuales) de la exploración y el uso del espacio para el bien de la sociedad.

En Hispano-América del Sur e incluso en Brasil, se realizan una gran cantidad de Olimpiadas del conocimiento para abordar el tema de los satélites en un sentido teórico, a pesar de ello también se están elaborando e inspirando algunos concursos prácticos / técnicos en este ámbito, que si bien todavía muy tímidamente buscan aproximar a los estudiantes y profesores a desarrollar proyectos que apunten a enfatizar la importancia de las actividades en el sector espacial, sin embargo, en toda América del Sur el desarrollo espacial se encuentra aún en sus etapas iniciales, tanto en el sector público como en el privado, esto probablemente se deba a dos factores principales, la falta de inversiones económicas y la escasez de recursos humanos. En este sentido, se concluye que actividades como la puesta en práctica incentivarán al gradual cambio de conducta en los estudiantes y las sociedades del sur de Iberoamérica donde las escuelas primarias notarán el beneficio de un uso gradual de la metodología STEAM y MAKER, podrán brindar los primeros pasos hacia el surgimiento de las primeras generaciones de científicos e ingenieros de exploración e investigación espacial.

## 5. CONCLUSIONES

A modo de Análisis y discusión de las habilidades STEAM se puede concluir que al aplicar, estudiar y divulgar más a fondo los programas STEAM y MAKER, se debe comenzar con la

aplicación inicial de sus metodologías contextualizadas en la situación particular de cada sujeto e instituciones de conocimiento científico, cultural tecnológico y matemático, en el presente caso es notable que no solo pueden contribuir al desarrollo de una nación, sino al desarrollo personal de cada individuo que participa activamente en estas metodologías.

Apoiado en el párrafo anterior, siendo este dentro de la región de Teresina Brasil el primer intento de aplicación de la metodología STEAM para estimular resultados académicos en individuos de escuelas públicas, pasando a ser la primera piedra en la construcción un futuro centrado en un mayor interés por las ciencias, matemáticas y tecnologías fortalecidas por las artes, es decir, la aplicación de esta metodología muestra resultados obtenidos los cuales fueron bastante alentadores, 20° y 21° lugar en el “SBPC Jovem Space Hackathon”, 1° lugar nacional en el “Desafío Satélite e Inteligencia Artificial en la 17° Semana Nacional de Ciencia y Tecnología”, 1° y 2° lugar estatal en la “2° fase del Olimpiada Brasileña de Satélites” y 1° lugar regional en la “3ra fase de la misma competencia”. Además de ser los únicos equipos de nuestra región clasificados para la 2° fase de CELERITAS, 11° lugar en LASC y participación en CUBE-Design, finalmente entre 2020 y 2021 estos mismos alumnos ganaron 15 medallas en las Olimpiadas Brasileñas de Robótica a nivel Teórico lo que les convierte en los únicos alumnos de escuelas públicas de la ciudad de Teresina en tener estas medallas, hasta el día de 01 de Enero 2022, entre otros logros se pueden citar.

## REFERENCIAS

- Arredondo, F. G., Vázquez, J. C., Velázquez, L. M. (2019). "STEM y brecha de género en Latinoamérica". *Revista de El Colegio de San Luis*, 9(18), 137-158, México. <https://doi.org/10.21696/rcs19182019947>
- Babette, A. (2018). "The development of steam educational policy to promote student creativity and social empowerment", *Arts Education Policy Review*, 119 (2), 77-87, Taylor & Francis.
- Bohorquez, Y. S. (2018). Diseño conceptual y preliminar de un cubesat de bajo costo. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/11371/1770>.
- Blom, N., Bogaers, A. (2020). Verwendung von Linkografie zur Untersuchung des Denkens und der Informationsnutzung von Schülern während einer MINT-Aufgabe. *Internationales Journal für Technologie- und Designausbildung*, 30(1), 1-20, Springer.
- Cervera, M.G. Gonzalez, V.E. y Cantabrana, J.L.L (2019). "¿Cómo abordar la educación del futuro?": Conceptualización, desarrollo y evaluación desde la competencia digital docente, Ediciones Octaedro.
- Chin, J. A. Rahman, L. S. Shee, O. P. Cheng and T. F. W. K. Chik (2013) "Competition for pre-university students in Malaysia: Design your own cubesat," 2013 IEEE International Conference on Space Science and Communication (IconSpace), 2013, pp. 141-144, doi: 10.1109/IconSpace.2013.6599451.
- Chung, CC., Huang, SL., Cheng, YM. et al. Using an iSTEAM project-based learning model for technology senior high school students: Design, development, and evaluation. *Int. J. Technol. Des. Educ.* 32, 905–941 (2022). <https://doi.org/10.1007/s10798-020-09643-5>
- García, Y. Reyes, D., Burgos, F (2017). "Actividades STEM en la formación inicial de profesores . Nuevos enfoques didácticos para los desafíos del Siglo XXI". *Diálogos educativos*, 17 (33). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6212470>
- Hingue, F. (1969) "La enseñanza programada hacia una pedagogía cibernética" EDITORIAL KAPELUSZ, S. A. Buenos Aires, Argentina.
- Land, M. H. (2013) Full STEAM Ahead: The Benefits of Integrating the Arts Into STEM, *Procedia Computer Science* 20, p. 547 – 552.
- Maeda, J. (2013). "Stem + Art = Steam", *The STEAM journal*, 1(1). 34.
- Nakaya, J., Takada, T., Kajimura, Y., Tsuchiya, H., Uezono, N., Sasaoka, Y., Ueta, S., Wakabayashi, M., Kitamura, K. (2020). "Development of CubeSat Ground Model Extended from CanSat: Application to Space Education at KOSEN", *Transactions of the Japan Society for Aeronautical and Space Sciences, Aerospace Technology Japan*, 18(5), 281-287, The Japan Society for Aeronautical and Space Sciences. <https://doi.org/10.2322/tastj.18.281>
- Nieto-Peroy, C., Emami, M. R. (2019). "Cubesat mission: From design to operation", *Applied Sciences* 9(15), 3110, Multidisciplinary Digital Publishing Institute.
- Office of the Chief Scientist, (2013). "Science, Technology, Engineering and Mathematics in the National Interest: A Strategic Approach", Australian Government, Canberra. <https://www.chiefscientist.gov.au/sites/default/files/STEMstrategy290713FINALweb.pdf>
- Osman, D.A., & Mohamed, S.A. (2017). "Hardware and software design of Onboard Computer of ISRASAT1 CubeSat". 2017 International Conference on Communication, Control, Computing and Electronics Engineering (ICCCCEE), 4-7.
- Ogata, V & Contieri, D & Junior, Oliveira & Neto, Lauro. (2019). "Desenvolvimento de um satélite de pequeno porte do tipo CanSat empregando componentes de prateleira", Conferencia: X Workshop em Engenharia e Tecnologia Espaciais, São José dos Campos: INPE, 2019. On-line. ISSN 2177-3114. IBI: 8JMKD3MGPDW34R/3TTAT5P. Disponível em: <http://urlib.net/ibi/8JMKD3MGPDW34R/3TTAT5P>

Perales, F. J. y Aguilera, D. (2020). “Ciencia-Tecnología-Sociedad vs. STEM: ¿evolución, revolución o disyunción? Revista de Educación Científica, 4 (1), 1-15, *Ápice*.  
<https://doi.org/10.17979/arec.2020.4.1.5826>

Poghosyan, A., Golkar, A (2017). “Cubesat evolution: Analyzing cubesat capabilities for conducting science missions”, *Progress in Aerospace Sciences* 88, 59-83, Elsevier.

Psycharis, S. (2018). “STEAM in education: A literature review on the role of computational thinking, engineering epistemology and computational science. *Computational STEAM pedagogy (CSP)*”, 2,  
<https://doi.org/10.5281/zenodo.1214565>

Souza, A. A. C. E., Coronel, A. A., Ledesma, J. J. G., Maciel, J. N., Junior, O.H.A., Bastos, L.S.( 2021). “Ciência, tecnologia e inovação na América Latina: avanços e experiências em abordagem inter(multi)disciplinar”, vol. 3, *Paco e Littera*.

Skinner, B. F. (1958) *Teaching Machines Science*, New Series, Volume 128, Issue 3330 (Oct. 24, 1958), 969-977.  
<http://links.jstor.org/sici?sici=0036-807528>

Toorian, A., Diaz, K., Lee, S. (2008). “The cubesat approach to space access”, *Aerospace conference (IEE,2008)*, 1-14.

Watters, A. (2021) *Teaching Machines: The History of Personalized Learning*, MIT Press.

Wright, N. and Wrigley, C. (2019).”Broadening design-led education horizons: Conceptual insights and future research directions”, *International Journal of Technology and Design Education* 29(1), 1-23, Springer.

# Eficacia del Tratamiento Conductual Breve en Insomnio Crónico: Reporte de caso

Álvarez-García, Horacio Balam<sup>1,2\*</sup> Ramírez-Muñoz, Augusto Abdiel<sup>3</sup>

<sup>1</sup>*Clínica de Trastornos de Sueño, División de Investigación, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México – UNAM. Ciudad de México.*

<sup>2</sup>*Programa de maestría y doctorado en ciencias médicas, odontologías y de la salud. Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México. UNAM.*

<sup>3</sup>*Instituto de Terapia Cognitivo Conductual.*

**Resumen:** El insomnio se perfila como el trastorno de sueño con mayor prevalencia durante el confinamiento por COVID-19, generando una disminución en la calidad de vida de quien lo padece. El presente estudio muestra el caso clínico de un hombre de 37 años que tras modificar sus patrones de sueño por los horarios de trabajo desarrolló un cuadro de insomnio crónico. El problema inició cuando el paciente incrementó su horario laboral, por lo que comenzó a prolongar su hora de acostarse hasta las 2:00am, sin embargo, las actividades laborales iniciaban a las 7:00 am, dando como resultado somnolencia durante el día. Tras la entrevista inicial se implementó Tratamiento Conductual Breve en Insomnio (TCBI). Los componentes fueron: restricción de tiempo en cama, terapia de control de estímulos, higiene de sueño y relajación muscular progresiva. La duración fue de cinco sesiones semanales divididas en, una de evaluación, tres de intervención y una de cierre. En los resultados se observa un incremento en: tiempo subjetivo de sueño, calidad de sueño; además de una disminución de la frecuencia y severidad de los síntomas de insomnio y somnolencia durante el día, tanto en el diario de sueño como en los instrumentos. Finalmente podemos concluir que la intervención fue clínicamente efectiva, aunque se sugieren mejoras en el diseño de investigación para futuros estudios.

**Palabras clave:** Insomnio, Somnolencia, Sueño.

Recibido: 17 de junio de 2022. Aceptado: 30 de julio de 2022

Received: May 17th, 2022. Accepted: July 30th, 2022

## Efficacy of Brief Behavioral Treatment in Chronic Insomnia: Case Report

**Abstract:** Insomnia is emerging as the most prevalent sleep disorder during confinement by COVID-19, generating a decrease in the quality of life of those who suffer from it. The present study shows the clinical case of a 37-year-old man who, after modifying his sleep patterns due to work schedules, developed chronic insomnia. The problem started when the patient increased his work hours, so he began to prolong his bedtime until 2:00 am, however, work activities started at 7:00 am, resulting in sleepiness during the day. After the initial interview, Brief Behavioral Treatment for Insomnia (TCBI) was implemented. The components were: bedtime restriction, stimulus control therapy, sleep hygiene, and progressive muscle relaxation. The duration was five weekly sessions divided into one evaluation, three intervention and one closure. The results show an increase in subjective sleep time, sleep quality, in addition to a decrease in the frequency and severity of symptoms of insomnia and sleepiness during the day, both in the sleep diary and in the instruments. Finally, we can conclude that the intervention was clinically effective, although improvements in the research design are suggested for future studies.

**Keywords:** Insomnia, Sleepiness, Sleep.

(\*) [hbgarcia\\_mosh11@hotmail.com](mailto:hbgarcia_mosh11@hotmail.com)

## 1. INTRODUCCIÓN

El insomnio es un trastorno de sueño que se caracteriza por la dificultad en el inicio, mantenimiento y consolidación de sueño, a pesar de contar con las condiciones adecuadas para llevarlo a cabo, repercutiendo en el funcionamiento diurno de la persona y afectando en diferentes áreas como son: laboral, social, familiar o educativa. Actualmente se divide en: insomnio crónico, de corta duración y otro tipo de insomnio (American Academy Sleep Medicine, 2014).

De acuerdo con los criterios de la 3ra clasificación internacional de trastornos de sueño (ver tabla 1), el paciente que presente todos los criterios será considerado con insomnio crónico. Es por ello, que la entrevista inicial debe comprender cada uno de estos dominios y en caso de ser necesario hacer un diagnóstico diferencial, principalmente con síndrome de apnea obstructiva de sueño (SAOS) o trastornos del ritmo circadiano (O'Malley & O'Malley, 2017).

Tabla 1

### Criterios diagnósticos de insomnio crónico

A. El paciente refiere, o los padres/cuidador del paciente observan, uno o más de los siguientes síntomas:

1. Dificultad para iniciar el sueño.
2. Dificultad para mantener el sueño.
3. Despertar antes de lo deseado.
4. Resistencia a irse a la cama a un horario adecuado.
5. Dificultad para dormir, sin la intervención de los padres /cuidador.

B. El paciente refiere, o los padres /cuidador del paciente observan, uno o más de los siguientes síntomas relacionados con la dificultad para dormir durante la noche.

1. Fatiga/ malestar.
2. Alteración de la atención, concentración o memoria.
3. Alteración del rendimiento social, familiar, laboral o académico.
4. Alteración del humor/irritabilidad.
5. Somnolencia diurna.
6. Problemas de conducta (p.ej., hiperactividad, impulsividad, agresividad).
7. Disminución de la motivación, (energía, iniciativa).
8. Predisposición para errores/accidentes.
9. Preocupación o insatisfacción por el sueño.

C. Las quejas de sueño/vigilia no pueden explicarse simplemente por una inadecuada oportunidad para dormir (es decir asignación de tiempo suficiente para dormir), o circunstancias inadecuadas (es decir, el entorno es seguro, tranquilo y cómodo) para dormir.

D. La alteración del sueño y los síntomas diurnos asociados, se producen al menos tres veces por semana.

E. La alteración del sueño y lo síntomas diurnos asociados han estado presentes durante al menos tres meses.

F. La dificultad sueño-vigilia, no se explica mejor por otro trastorno del sueño.

Retomado de la 3ra Clasificación Internacional de Trastornos de Sueño (American Academy Sleep Medicine, 2014).

La privación de sueño derivada del insomnio incrementa la probabilidad de padecer accidentes automovilísticos, desarrollar enfermedades crónicas degenerativas y disminuir el rendimiento laboral (Sigurdson & Ayas, 2007). Estos problemas impactan de manera monetaria al incrementar el número de visitas a servicios de salud teniendo un costo de entre 13.9 billones y 17.5 billones de dólares anuales (Colten & Altevogt, 2006).

Se estima que previo a la pandemia de COVID-19, alrededor del 35% de la población mundial padecía de insomnio (Morin & Jarrin, 2013). Esto se ha modificado, pues se reporta que el personal de salud ha desarrollado este padecimiento en un 40%, presentando una alta comorbilidad con ansiedad (42%) y depresión (31%) (Mazza, et al, 2020) En México, se reporta que 35.0 % de la población lo presenta. Teniendo mayor prevalencia en el sexo femenino con un 41.8% (Robles, et al, 2021).

## 2. MARCO TEÓRICO

El tratamiento de primera elección para esta problemática es el psicológico debido a su alto grado de efectividad, fácil aplicación, bajo costo; sin riesgo de efectos secundarios o adicción a psicofármacos (Riemann, et al, 2017). Esta intervención se ha denominado Terapia Cognitivo Conductual para el insomnio (TCC-I), compuesta por las siguientes técnicas: Terapia de Control de Estímulos (TCE), Restricción de sueño (RS), Relajación Muscular Progresiva (RMP), Restructuración Cognitiva (RC) y Medidas de Higiene de Sueño. El tratamiento estándar consta de 12 sesiones semanales de 1 hora de duración, teniendo un alto nivel de eficiencia terapéutica (Cheung, et al, 2019).

Esta intervención ha tenido 3 modificaciones, la primera es la terapia cognitivo conductual breve para insomnio (TCCB-I) compuesta de 6 sesiones, administradas de manera individual o grupal y en modalidad presencial, la segunda se asocia con la modalidad a distancia, en la que encontramos formatos de teleconsulta o por internet a través de aplicaciones móviles, las dos vertientes han mostrado efectividad similar (Ye, et al, 2016; Arnedt, et al, 2020).

La tercera modalidad, son los protocolos con énfasis en las técnicas conductuales a los que se le denomina Tratamiento conductual breve en insomnio (TCBI) que consta de 4 sesiones implementadas de manera quincenal y que muestran un nivel de efectividad similar a la TCC-1, por que representan una ventaja debido a la reducción de costos de implementación y flexibilizando su aplicación en múltiples contextos (Gunn, et al, 2019)

El sustento teórico de estas intervenciones es el modelo de las 3 P (Spielman, et al, 1987) donde el insomnio es resultado de la interacción de factores predisponentes, precipitantes y perpetuantes a los que se ve expuesto el paciente. Los factores predisponentes comprenden la carga genética de paciente insomnes (Deuschle, 2010), la hiperactivación en la corteza cerebral, una temperatura corporal elevada y una frecuencia cardiaca variable (Riemann, et al, 2009).

Por otra parte, los factores precipitantes se refieren a eventos estresantes en la vida del paciente que provocan el inicio del insomnio, la persona al estar sometido a un estrés constante prolonga su vigilia, modificando su ciclo de sueño, comenzando un desfase entre el sueño homeostático y su necesidad de sueño, aunado a ello, el proceso de rumiación previo a la hora de acostarse impide el inicio de sueño (Harvey, 2002).

Finalmente, los factores perpetuantes corresponden a las conductas disfuncionales que el paciente lleva a cabo para controlar los síntomas de insomnio; por ejemplo, estar mucho tiempo en cama, ver la tv o acostarse en un horario distinto al regular. Estas acciones imposibilitan la recuperación del sueño, manteniendo el cuadro a lo largo del tiempo. En investigaciones recientes se ha observado que el paciente insomne reporta que, al acercarse al dormitorio, aparece una respuesta inmediata de vigilia, lo que le impide dormir. (Perlis, et al, 2017)

Bajo este panorama el presente trabajo persigue dos objetivos, el primero es mostrar la efectividad de la TCBI en un paciente con insomnio crónico de la ciudad de México y el segundo brindar ejemplos clínicos sobre la implementación de las técnicas que permitan al personal de salud poner en práctica esta intervención en sus centros de trabajo.

### 3. METODOLOGÍA

#### Diseño de investigación.

Se realizó un reporte de caso con medidas pretest- postest y promedios semanales (Ato-García & Vallejo-Seco, 2015).

#### Identificación del paciente.

LE. es un hombre de 37 años, divorciado, sin hijos y actualmente vive solo. Dentro de sus estado de salud general, al momento de la evaluación contaba con un peso de 85 kilogramos, una altura de 1.78 metros y no se repostan antecedentes médicos de relevancia. En sus antecedentes heredofamiliares menciona que en su familia no han existido antecedentes de trastornos mentales, pero refiere que dos de sus tíos presentaban alteraciones respiratorias de sueño. Actualmente se desempeña como ingeniero en computación dentro del área de sistemas en una empresa del ámbito bancario al poniente de la ciudad de México.

#### Motivo de consulta.

LE, reporta que desde hace un año ha tenido dificultades para concentrarse en el trabajo debido a la somnolencia que tiene durante el día, además menciona que no logra conciliar el sueño, tardando hasta 60 minutos en lograr quedarse dormido.

Una vez que despierta, refiere que no siente haber descansado en absoluto. Presentando esta problemática 6 días a la semana lo que ha comenzado a afectar su desempeño laboral, generando retraso en la entrega de proyectos y errores durante la programación.

LE. menciona que, al inicio del confinamiento sanitario en el año 2020, el área de sistemas implemento el trabajo en casa. Este cambio modificó el horario laboral, iniciando actividades a las 7.00 am y terminando a las 10:00 pm, sin embargo, LE refiere que la carga de trabajo aumentó por lo que el horario se llegaba a recorrer hasta la media noche. Debido a ello, sus actividades de ocio comenzaron a prolongarse y su hora de acostarse se recorrió hasta las dos de la mañana. Sin embargo, su hora de levantarse se mantuvo a las seis de la mañana lo que reducía su tiempo de sueño.

Durante el día presentaba cansancio y somnolencia, por lo que consumía café para mantenerse despierto. Este ritmo de trabajo lo mantuvo durante todo el periodo de confinamiento, sin embargo, una vez que regresó a la oficina, LE mantuvo los hábitos adquiridos en el confinamiento lo que comenzó a incrementar la somnolencia durante el día, hecho que ha afectado su desempeño laboral.

De acuerdo con los criterios diagnósticos de la 3ra Clasificación Internacional de Trastornos de Sueño, LE cumplía con los criterios de la A - F para insomnio crónico de inicio. No se observó comorbilidad con SAOS ya que el único síntoma que compartía era la somnolencia diurna, sin presentar ronquido, pausas respiratorias, dolor de cabeza, sed o despertares por falta de aire. De igual forma se descartó la presencia de síndrome de sueño insuficiente debido a que LE no presenta necesidad de dormir durante el día y sus horas de sueño se veían disminuidas debido a la prolongación de la vigilia y no por el uso de despertadores.

#### Instrumentos de medición.

Para analizar los niveles de insomnio, somnolencia excesiva diurna y calidad de sueño se utilizaron los siguientes instrumentos:

- **Escala Atenas de Insomnio.** Instrumento auto aplicable que evalúa el impacto del insomnio en cuatro dimensiones: Síntomas de insomnio, tiempo total de sueño, calidad del sueño y síntomas diurnos. Está integrado por 8 reactivos y la puntuación total oscila entre 0 y 24. Una puntuación total entre 0 y 6 se interpreta sin insomnio, entre 7 y 12 como insomnio leve, entre 13 y 18 insomnio moderado y mayor que 18 corresponde a insomnio severo. En un estudio de validación en México se obtuvo una confiabilidad de 0.90 (Nenclares Portocarrero & Jiménez Genchi, 2005)
- **Escala de Somnolencia Epworth.** Cuestionario auto aplicable que evalúa la propensión a quedarse dormido en ocho situaciones cotidianas. Se compone por ocho reactivos en escala Likert de cuatro puntos que van de ninguna probabilidad (0) ha alta probabilidad (3). La sumatoria total de los reactivos oscilan entre 0 a 24 y su interpretación se considera:

0-10 somnolencia normal, 10-12 somnolencia marginal y mayor de 12 como somnolencia excesiva. En población mexicana cuenta con un Alpha de Cronbach de 0.89 (Sandoval-Rincón, et al, 2013)

- **Índice de Calidad de Sueño de Pittsburgh (ICSP)** Cuestionario auto aplicable que evalúa los síntomas de insomnio, de otros trastornos del dormir, calidad de sueño; así como síntomas diurnos. Está integrado por 24 reactivos; la puntuación total tiene un rango de 0 a 21 puntos; donde una puntuación total menor a 5 puntos indica buena calidad de sueño y una puntuación mayor a 5 puntos se interpreta como una mala calidad de sueño, en población mexicana obtuvo un Alpha de Cronbach de 0.78 (Jiménez-Genchi, et al, 2008.)
- **Índice de severidad de insomnio:** Cuestionario auto aplicable que evalúa el impacto del insomnio durante el día y la noche. Está compuesto por cinco ítems que se califican en escala Likert que va de 0 (nada) a 4 (muy grave). La puntuación total se valora de la siguiente manera: 0-7 = ausencia de insomnio clínico, 8-14 = insomnio subclínico, 15-21 = insomnio clínico (moderado), 22-28 = insomnio clínico (grave), con un

Alpha de Cronbach de 0.82 (Fernández-Mendoza, et al, 2012)

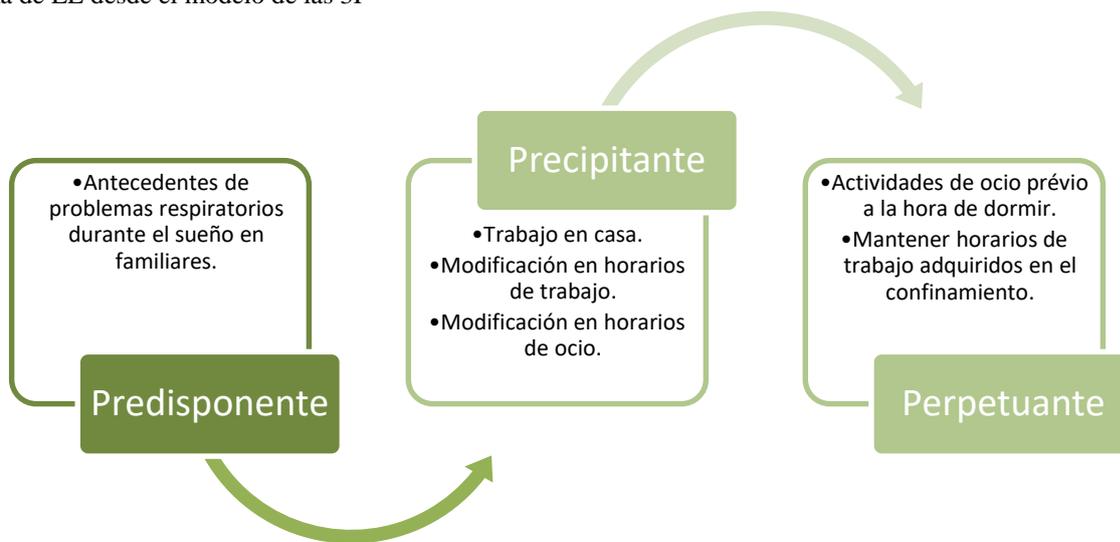
- **Diario de sueño.** Registro en formato impreso donde anota el horario de acostarse, levantarse, las noches de insomnio y la calidad subjetiva de sueño. El formato es individual y puede ser llenado por la persona o por un compañero de dormitorio.

**Análisis funcional y diagnóstico.**

Al integrar los datos de la entrevista, se realizaron dos análisis, uno topográfico bajo el modelo de las 3P y un Análisis Funcional de la Conducta (AFC).

En el análisis topográfico se observa que el problema de LE inició cuando se implementó el trabajo en casa y sus horarios de trabajo, ocio y sueño se modificaron, lo que se tradujo en una desincronización del ritmo circadiano (factor precipitante). Sin embargo, el mantener los hábitos inadecuado de sueño adquiridos durante el confinamiento prolongo la vigilia y disminuyó el tiempo de sueño (factor perpetuante). De acuerdo, a la historia clínica en su familia existen antecedentes de alteraciones respiratoria en dos integrantes de su familia, lo que incrementa la probabilidad de desarrollar trastornos de sueño (factor predisponente) (ver figura 1).

Figura 1  
Problema de LE desde el modelo de las 3P



Para el conocer el proceso de aprendizaje que se ha dado en el caso LE, se utilizó un AFC bajo el modelo de triple contingencia. Se hipotetizó que la modificación de horarios laborales y de ocio fueron estímulos antecedentes (A) que generaban respuestas conductuales, cognitivas y emocionales que prolongaban la vigilia (B), estas respuestas tenían consecuencias (C) a corto plazo (desincronización del ritmo circadiano) y a largo plazo (somnolencia durante el día, errores

en el trabajo, disminución del tiempo de sueño). Con ello, las respuestas se mantenían por reforzamiento positivo (Ver figura 2).

Figura 2  
AFC del caso de LE



**Tratamiento.**

Con la información recabada se realizó una revisión de la literatura para determinar que procedimiento se ajustaba mejor a las características del caso. Debido a que el problema se asociaba principalmente a las actividades, se determinó que el TCBI era la opción más viable debido a la brevedad y fácil aplicación, en la tabla 2 se resume el tratamiento

**Objetivos de intervención.**

Para lograr una mejoría clínica se propusieron en conjunto con LE los siguientes objetivos:

- Establecer un horario de sueño compatible con las actividades de ocio.
- Mejorar la calidad de sueño.
- Mejorar el tiempo total de sueño
- Disminuir los síntomas de insomnio
- Disminuir los síntomas de somnolencia diurna

**Descripción del tratamiento.**

Para brindar a los profesionales de la salud mental ejemplos del trabajo realizado, se desglosarán los procedimientos utilizados en las sesiones. Es importante mencionar que los mismos deben adaptarse a las características del paciente con el que se trabaje.

**Sesión 1. Evaluación.**

Se realizó una entrevista general con LE donde se retomaron datos sociodemográficos, el motivo de consulta y se revisó la evaluación médica previa. Después, se aplicaron instrumentos psicométricos relacionados con su problema, enfatizando la sencillez y que en caso de tener duda se le brindaría apoyo.

Cuando LE, terminó, se le proporciono el diario de sueño (ver anexo 1), donde se explicó que debido a que no podemos estar con el día a día, debemos tener una herramienta que nos permita conocer cómo se manifestó su problema durante la semana. En el diario de sueño se le pide que marque: hora de acostarse, hora en que se duerme, hora en que se levanta y la calidad subjetiva de sueño. Una vez explicado el uso del diario, se agendó la siguiente sesión.

**Sesión 2. Devolución de la información y modificación en horarios de sueño.**

Al inicio de la sesión se examinó el llenado de diario de sueño y se discutieron las posibles dificultades encontradas. Después de ello, se le explicaron a LE los posibles objetivos a trabajar en las sesiones. Tras esta explicación se acordaron los objetivos en conjunto y se comenzó con la psicoeducación.

Tabla 2

Resumen Tratamiento Conductual Breve en Insomnio de LE.

Sesión	Objetivo	Técnicas e instrumentos
1	Evaluar y recolectar información sobre el problema, aplicar de instrumentos, inicio de autorregistros y creación de objetivos.	ICSP, ESE, EAI, ISI y diario de sueño
2	Dar una devolución de la información recabada enfatizando la importancia del dormir y comenzar con la modificación en horarios de sueño.	Psicoeducación, higiene de sueño, restricción de sueño y diario de sueño
3	Dar seguimiento a los avances obtenidos y modificar actividades que mantenían la vigilia.	Terapia de control de estímulos y diario de sueño
4	Mantener los avances logrados y dar sensación de relajación previo a la hora acostarse.	relajación muscular progresiva y diario de sueño
5	Devolución de información final, y aplicación de instrumentos.	ICSP, ESE, EAI y diario de sueño

Para esta técnica, se le brindaron formatos de la figura 1 y 2. Con el primer formato se le explicó cómo inicio su problema de insomnio y con el segundo formato, cómo se había mantenido a lo largo del tiempo como consecuencia de mantener los horarios y hábitos adquiridos en el confinamiento.

Después de ello, se comenzó con la higiene de sueño, para esta técnica se le brindo una copia de la tabla 3, en la que se engloban los 10 hábitos de sueño saludable recomendados por la Sociedad Mundial de sueño. Con el material en mano, se le pidió a LE que colocara los hábitos que se asociaran con su problema y se pedía que contestara las preguntas de la parte inferior de la tabla.

Tabla 3  
Los 10 hábitos saludables de sueño

Hábitos generales	Los hábitos que necesito
1.- Tener un horario regular para irse a dormir y despertarse 2.- Si tomo una siesta, no exceder los 45 minutos. 3.- Evitar ingerir de alcohol 4 horas antes de acostarse. 4.- Evitar consumir café, té o bebidas endulzadas 6 horas antes de acostarse. 5.- Evitar alimentos pesados picantes o azucarados antes de acostarse. 6.- Hacer ejercicio regularmente, pero no antes de acostarse. 7.- Usar ropa cómoda para dormir. 8.- Tener la habitación con una temperatura agradable antes de dormir. 9.- Quitar todo ruido o luz que me distraiga antes de dormir. 10.- Solo utilizar mi dormitorio y cama solo para dormir y tener relaciones.	
Reflexiona	¿Por qué se relacionan con mi problema? ¿Por qué debo aplicarlos?

Nota: Adaptado de la traducción “Los 10 mandamientos de la higiene de sueño para adultos (por la World Sleep Society)” de (Granados-Gurrola, 2018)

Finalmente, para aplicar la restricción de sueño, se inició explicando que, debido a sus actividades de ocio, su ciclo de sueño se había modificado, por lo que al acostarse su tiempo en cama era prolongado retrasando el inicio de sueño. Analizando el diario de sueño se estableció un horario de acostarse que coincidiera con el momento de dormir y una hora de levantarse que permitiera cumplir con sus actividades. A su vez, el terapeuta evalúa la eficacia de sueño dividiendo el tiempo total de sueño, entre el tiempo en cama y

multiplicándolo por 100 (TTS/7TCX100). Para ayudar a LE a recordar la utilidad de la técnica se le brindo una tarjeta (Tabla 4) con los pasos y estrategias generales.

Tabla 4  
Cómo aplicar la restricción de sueño.

Pasos	Estrategia
1.- Establecer una hora específica para levantarme. 2.- Establecer una hora específica para acostarme. 3.- Recuerda que estos horarios ayudan a estar menor tiempo en tu cama.	1.- Revisar el diario de sueño y fijar la hora que me permita realizar mis actividades. 2.- Revisar el diario de sueño y fijar la hora más cercana al momento en que me duermo. 3.- Si tengo duda puedo calcular la eficacia de sueño con la fórmula (TTS/TCX100)

Nota: Basado en “Insomnio. Una guía cognitiva conductual de tratamiento” de (Perlis, et al, 2009)

**Sesión 3. Modificar actividades que mantenían la vigilia.**

Se inició revisando el diario de sueño y solicitando retroalimentación sobre la aplicación de la restricción de sueño. LE mencionó que a pesar de que lo implementó y sintió una mejoría al disminuir la somnolencia durante el día, que cada vez que se acostaba a la hora fijada, comenzaba a revisar el reloj de celular, comenzando a planear su horario y pensando si lo estaba haciendo bien. Estas situaciones hicieron que aún se presentaran días donde no pudo dormir.

Con este antecedente, se le explicó que la técnica de control de estímulos le ayudaría a modificar esta situación. Primero se le dio el objetivo de esta técnica, el cual consiste en limitar la cantidad de tiempo que uno pasa en la habitación mientras se está despierto; además de que se restringían las conductas mientras se está en la habitación y la cama. Bajo este postulado se le dieron las siguientes instrucciones:

- Dejar el celular fuera de la habitación una vez que nos acostemos.
- Si comienzo a pensar si lo estoy haciendo bien o comienzo a planear mi horario del día siguiente debo salir de la habitación
- Volver a acostarse sólo cuando sienta sueño.

El control de estímulos tiene por objetivo debilitar la asociación entre la vigilia y la cama. En el caso de LE el celular y la rumiación servían como estímulos condicionados que promovían la vigilia. Finalmente, se le indico al paciente que aplicara estas instrucciones con cada situación nueva que lo impidiera dormir.

**Sesión 4. Instrucción en desactivación fisiológica.**

Tras revisar los avances obtenidos con las técnicas implementadas se le solicitó a LE que complementara sus avances con una técnica más denominada relajación muscular progresiva. Primero se le explicó que el objetivo era generar una asociación entre el estado de relajación con la hora de

acostarse. Para ello se le dio material (ver figura 3) donde venían las instrucciones generales.

Una vez que las leyó, el terapeuta comenzó a realizar el ejercicio a manera de modelado. Después se le fue dando una instrucción guiada sobre todos los grupos musculares y finalmente se dio una grabación sobre la instrucción guiada para su aplicación en casa.

Figura 3.

Instrucciones para realizar relajación muscular progresiva.

- 1.-Aprieta el puño, la mano, la muñeca y el antebrazo dominante: contrayendo por 2 o 3 segundos y después relajamos de golpe.
- 2.- Empujando el codo contra la superficie que tengamos más cerca, contraemos el bíceps dominante entre 2 o 3 segundos y después relajamos de golpe.
- 3.- Ahora nos centramos en la frente: elevamos las cejas o bien arrugamos la frente por 2 o 3 segundos y después relajamos de golpe.
- 4.- Ahora no centramos en la cara y nariz: arrugamos la nariz y apretamos los labios por 2 o 3 segundos y después relajamos de golpe.
- 5.- Ahora nos centramos en la cara y mandíbula: apretamos los dientes y hacemos una sonrisa forzada entre 5 o 7 segundos y después relajamos de golpe.
- 6.- Ahora nos centramos en el pecho y la garganta: empujamos la barbilla contra el pecho durante 5 o 7 segundos y después relajamos de golpe.
- 7.- Ahora nos centramos en los hombros y la espalda: Arqueamos la espalda entre 5 o 7 segundos y después relajamos de golpe.
- 8.- Ahora nos centramos en el abdomen: contraemos los músculos del estómago entre 5 o 7 segundos y después relajamos de golpe.
- 9.- Ahora nos centramos en las piernas: estiramos y tensamos la pierna entre 5 o 7 segundos, y después relajamos de golpe.
- 10.- Ahora nos centramos en la pantorrilla y el pie: estiramos la pierna y la punta de los dedos hacía atrás entre 5 o 7 segundos y después relajamos de golpe. Debemos hacer énfasis en la sensación de relajación entre la aplicación de cada ejercicio

Nota: Basado en “Insomnio. Una guía cognitivo conductual de tratamiento” de (Perlis, et al, 2009)

**Sesión 5.- Finalización de tratamiento.**

En la última sesión se revisaron los avances obtenidos en la última semana y se hizo una evaluación de los objetivos planteados a inicio de la intervención. Finalmente, se le pidió a LE que contestara la batería de instrumentos para tener datos objetivos de sus avances y se dio por finalizado el tratamiento.

**4. RESULTADOS Y/O DISCUSIÓN**

En la primera sesión LE obtuvo las siguientes puntuaciones en cada cuestionario: ISI (total=14), PSQI (total=15), ESE (total=12) y EAI (total=15), con un promedio de 3 horas de sueño en la primera semana. Al finalizar la intervención LE obtuvo las siguientes puntuaciones en cada cuestionario: ISI (total=2), PSQI (total=3), ESE (total=2) y EAI (total=2), con

un promedio de 7 horas de sueño en la quinta semana (Ver tabla 5).

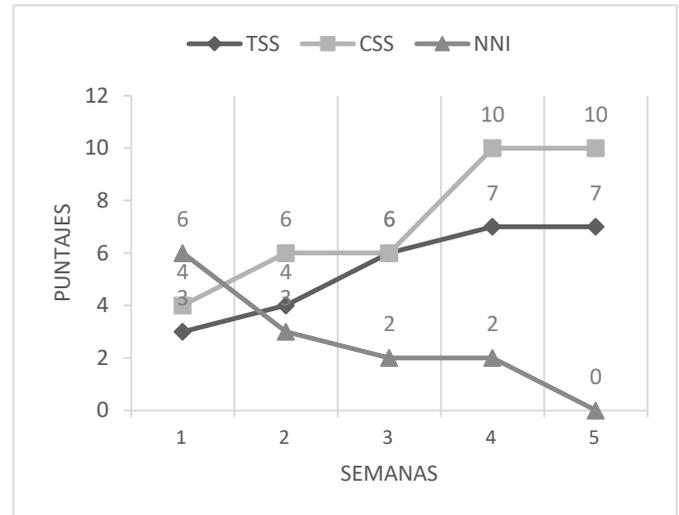
Tabla 5  
Resultados obtenidos por LE

Instrumento	Puntaje/ Interpretación	
	Pre	Post
ISI	14/ Insomnio subclínico	2/ Ausencia de insomnio clínico
PSQI	15/Mala calidad de sueño	3/ Buena calidad de sueño
ESE	12/ Somnolencia marginal	2/ Somnolencia normal
EAI	15/ Insomnio moderado	2/ Sin insomnio

Nota: ISI: Índice de Severidad de Insomnio. PSQI: Índice de calidad de sueño de Pittsburg. ESE: Escala de Somnolencia Epworth. EAI: Escala Atenas de Insomnio.

Con estos resultados se observa un incremento en la calidad de sueño y una disminución en los síntomas de insomnio y somnolencia excesiva diurna. Estos resultados concuerdan con los parámetros recabados en el diario de sueño. En la figura 4, se observa un incremento constante desde la primera semana hasta la quinta semana en el tiempo subjetivo de sueño y en la calidad subjetiva de sueño y una disminución en el número de noches de insomnio por lo cual podemos concluir que los objetivos clínicos se cumplieron.

Figura 4  
Variables del diario de sueño LE.



Nota: TSS: Tiempo Subjetivo de Sueño. CSS: Calidad Subjetiva de Sueño. NNI: Numero de Noches de Insomnio.

**5. CONCLUSIONES**

En concordancia con la literatura (Buysse, et al, 2011; Troxel, et al, 2012; Gunn, et al 2019), la TCBI provocó una recuperación gradual del tiempo y calidad del sueño. Esto podría ser explicado por los cambios conductuales propuestos por la TCE y RTC y su impacto positivo en la regulación de la homeostasis del sueño (Borbely, 2009).

Al pedir al paciente que modificara sus patrones de sueño y brindar instrucciones de sólo utilizar el dormitorio para dormir y no realizar otras actividades se incrementó el factor homeostático del sueño en un horario adecuado para dormir (Borbely, Daan, Wirz-Justice, y Deboer, 2016).

A pesar de los datos concordantes con la efectividad del TCBI (Buysse, et al, 2011) el estudio de caso presentó dificultades al no contar con datos electrofisiológicos que permitieran comparar las variables con los puntajes de los cuestionarios y diario de sueño, por lo cual se deben tomar con cautela.

Dentro de las limitaciones se debe mencionar que aún es necesario hacer un estudio de seguimiento incluyendo más pacientes, para tratar de obtener conclusiones más sólidas respecto al mantenimiento de la efectividad de la TCBI.

Con los resultados obtenidos, podemos afirmar que la TCBI tuvo buena eficiencia clínica para el paciente LE provocando una mejoría importante en todos los indicadores (nocturnos y diurnos) evaluados durante la intervención clínica. Finalmente, se espera realizar un diseño de caso con mayor poder predictivo en futuras investigaciones.

## REFERENCIAS

- Arnedt, J., Conroy, D., Mooney, A., Furgal, A., Sen, A., & Eisenberg, D. (2020). Telemedicine Versus Face-to-Face Delivery of Cognitive Behavioral Therapy for Insomnia: A Randomized Controlled Non-Inferiority Trial. *Sleep*, zsaal36. Advance online publication. <https://doi.org/10.1093/sleep/zsaal36>
- Ato-García, M., & Vallejo-Seco, G. (2015). Diseños de investigación en psicología. Piramide.
- Borbely, A. (2009). Refining sleep homeostasis in the two-process model. *Journal. Sleep Reserch*, 8,1–2.
- Borbely, A., Daan, S., Wirz-Justice, A., & Deboer, T. (2016). The two-process model of sleep regulation: a reappraisal. *Journal Sleep Reserch*, 5, 131–143.
- Buysse, D., Germain, A., Moul, D., Franzen, P., Brar, L., Fletcher, M., . . . Monk, T. (2011). Efficacy of brief behavioral treatment for chronic insomnia in older adults. *Archive International Medicine*, 171(10):887-95.
- Cheung, J., Jarrin, D., Ballot, O., Bharwani, A., & Morin, C. (2019). A systematic review of cognitive behavioral therapy for insomnia implemented in primary care and community settings. *Sleep Medicine Reviews*, 23-36.
- Colten, H., & Altevogt, B. (2006). Functional and Economic Impact of Sleep Loss and Sleep-Related Disorders. En H. Colten, & B. Altevogt, *Sleep Disorders and Sleep Deprivation: An Unmet Public Health Problem* (págs. 137-163). National Academy of Sciences.
- Deuschle, M. e. (2010). Association between a serotonin transporter length polymorphism and primary insomnia. *Sleep*, 33, 343–347.
- Granados-Gurrola, D. (16 de 03 de 2018). <https://www.elsevier.com/>. Obtenido de <https://www.elsevier.com/es-es/connect/actualidad-sanitaria/los-10-mandamientos-de-la-higiene-del-sueno-para-adultos-por-la-world-sleep-society>
- Gunn, H., Tutek, J., & Buysse, D. (2019). Brief Behavioral Treatment of Insomnia. *Sleep medicine clinics*, 14(2), 235-243. <https://doi.org/10.1016/j.jsmc.2019.02.003>
- Harvey, A. (2002). A cognitive model of insomnia. *Behaviour research and therapy*, 40(8), 869–893. [https://doi.org/10.1016/s0005-7967\(01\)00061-4](https://doi.org/10.1016/s0005-7967(01)00061-4)
- Jiménez-Genchi, A., Monteverde-Maldonado, E., Nenclares-Portocarrero, A., Esquivel-Adame, G., & Vega-Pacheco, A. (2008). Confiabilidad y análisis factorial de la versión en español del índice de calidad de sueño de Pittsburgh en pacientes psiquiátricos. *Gaceta Médica de México*, 144(6), 491-496.
- Mazza, M., De Lorenzo, R., Conte, C., Poletti, S., Vai, B., Bollettini, I., . . . Benedetti, F. (2020). Anxiety and depression in COVID-19 survivors: Role of inflammatory and clinical predictors. *Brain, behavior, and immunity*, 89, 594–600. <https://doi.org/10.1016/j.bbi.2020.07.037>
- Nenclares Portocarrero, A., & Jimenez Genchi, A. (2005). Estudio de validacion de la traduccion al español de la escala atenas de insomnio. *Salud mental*, 28, 34 - 39.
- O'Malley, M., & O'Malley, E. (2017). Clinical Features, Diagnosis, and Differential Diagnosis. En H. Attarian, *Clinical Handbook of Insomnia* (págs. 27-40). Springer International Publishing Switzerland.
- Perlis, M., Ellis, J., Kloss, J., & Riemann, D. (2017). Etiology and pathophysiology of insomnia. En M. Kryger, T. Roth, & W. Dement, *Principles and practice of sleep medicine* (págs. 761-768). Elsevier.
- Perlis, M., Jungquist, C., Smith, M., & Posner, D. (2009). *Insomnio. Una guía cognitivo conductual de tratamiento*. Desclée de Brouwer, S.A.
- Riemann, D., Baglioni, C., Bassetti, C., Bjorvatn, B., Dolenc Groselj, L., Ellis, J., . . . Spiegelhalter, K. (2017). European guideline for the diagnosis and treatment of insomnia. *Journal of sleep research*, 26(6), 675–700. <https://doi.org/10.1111/jsr.12594>

- Riemann, D., Spiegelhalder, K., Feige, B., Voderholzer, U., Berger, M., Perlis, M., & Nissen, C. (2009). The hyperarousal model of insomnia: A review of the concept and its evidence. *Sleep Medicine Reviews*, 19 - 31.
- Robles, R., Rodríguez, E., Vega-Ramírez, H., Álvarez-Icaza, D., Madrigal, E., Durand, S., . . . Reyes-Terán, G. (2021). Mental health problems among healthcare workers involved with the COVID-19 outbreak. *Revista brasileira de psiquiatria (Sao Paulo, Brazil : 1999)*, 43(5), 494-503. <https://doi.org/10.1590/1516-4446-2020-1346>
- Sandoval-Rincón, M., Alcalá-Lozano, R., Herrera-Jiménez, I., & Jiménez-Genchi, A. (2013). Validación de la escala de somnolencia de Epworth en población mexicana. *Gaceta Médica de México*, 149(4), 409-416.
- Sigurdson, K., & Ayas, N. (2007). The public health and safety consequences of sleep disorders. *Canadian journal of physiology and pharmacology*, 85(1), 179–183. <https://doi.org/10.1139/y06-095>
- Spielman, A., Caruso, L., & Glovinsky, P. (1987). A behavioral perspective on insomnia treatment. *Psychiatr Clin North Am*(10), 541-553.
- Troxel, W., Germain, A., & Buysse, D. (2012). Clinical Management of Insomnia with Brief Behavioral Treatment (BBTI). *Behav Sleep Med*, 10(4): 266–279.
- Ye, Y., Chen, N., Chen, J., Liu, J., Lin, L., Liu, Y., . . .
- Jiang, X. (2016). Internet-based cognitive-behavioural therapy for insomnia (ICBT-i): a meta-analysis of randomised controlled trials. *BMJ Open.*, 6(11):e010707.

**Anexo 1**

**Diario de sueño**

<b>Hora/día</b>	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>	<b>Sábado</b>	<b>Domingo</b>
<b>9:00 pm</b>							
<b>10:00 pm</b>							
<b>11:00 pm</b>							
<b>12:00 am</b>							
<b>01:00 am</b>							
<b>2:00 am - 6.00 am</b>							

Instrucciones: durante la última semana. Indique con un "X" la hora en que se acuesta, con una Y la hora en que duerme y una Z la hora en que se despierta. De escala de 0 a 10, donde 0 es lo más bajo y 10 lo más alto, asigne la calificación de la calidad de sueño por día.

# Conocimientos y Actitudes en Soporte Vital Básico para Pacientes Pediátricos con Paro Cardíaco, de la población general de Cuenca Ecuador, 2021

Md. Verdugo, Andrés<sup>1(\*)</sup>; Pmd. Ríos, Franklin<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Superior Tecnológico American College, Tecnología Superior en Paramedicina, Cuenca, Ecuador

**Resumen:** A pesar de que el paro cardíaco en niños y lactantes es una situación grave que requiere de un manejo inmediato, la mayoría de las personas no tiene los suficientes conocimientos y habilidades para manejarlo. No se necesita ser un médico o paramédico para ayudar en estas circunstancias, cualquier persona podría formar parte de la atención de un niño o lactante con paro cardíaco. El **objetivo** de este artículo nos permite determinar y evaluar los conocimientos y actitudes que poseen las personas no relacionadas con el campo de la salud, sobre Soporte Vital Básico en pacientes pediátricos. El estudio fue realizado en las 15 parroquias de la zona urbana del cantón Cuenca-Ecuador durante el periodo 2021, en donde la atención oportuna a personas que presentan una situación de paro cardíaco con técnicas de reanimación cardiopulmonar y protocolos de reanimación son necesarios hasta que la víctima pueda recibir atención médica. La **Metodología** empleada da cuenta de un estudio descriptivo en base a fuentes secundarias de otras investigaciones realizadas en ambientes a nivel nacional como en el Hospital Isidro Ayora de la ciudad de Loja, sobre conocimientos adquiridos en reanimación básica pediátrica RCP y a nivel internacional estudios realizados en un centro educativo en España en conocimientos sobre SVB. El estudio sobre conocimientos, prácticas y actitudes en Soporte Vital Básico de Pacientes Pediátricos con paro cardíaco se basa en la aplicación de fuentes primarias con técnicas de recolección de datos como es el cuestionario con preguntas estructuradas en donde se aplicó a 384 personas en edades comprendidas entre los 18 a 64 años en escala de Likert, utilizando un muestro estratificado con un intervalo de confianza del 95%, muy válido en este tipo de estudio y preguntas sociodemográficas (edad, género, lugar de procedencia, nivel de instrucción) Con respecto a los **Resultados** se aplicaron el efecto suelo-techo utilizando el programa Excel, en cuanto a las actitudes más del 50% de los participantes presentan una buena actitud frente al SVBP, con respecto a los conocimientos y prácticas se determinó que de las 9 preguntas planteadas solamente 2 superaron el 50%, es decir, los conocimientos y prácticas en SVBP son inferiores al 45%.

**Palabras clave:** Soporte Vital Básico, Pacientes Pediátricos, Reanimación Básica Pediátrica, Conocimientos y Prácticas en SVBP.

Recibido: 9 de mayo de 2022. Aceptado: 21 de julio de 2022

Received: May 9th, 2022. Accepted: July 21st, 2022

## Knowledge, Practices and Attitudes in Basic Life Support of Patients Pediatrics with Cardiac Arrest in Non-Health Related Areas

**Abstract:** Although cardiac arrest in children and infants, it is a serious situation that requires immediate management, most people do not have enough knowledge and skills to manage it. It doesn't need to be a doctor or paramedic to help in these circumstances, anyone could be part of caring for a child or infant in cardiac arrest. The objective of this article is to determine and evaluate the knowledge, practices and attitudes that people not related to the health field have, about Basic Life Support in pediatric patients. The study was carried out in the 15 parishes of the urban area in Cuenca-Ecuador during the period 2021, where timely care for people with health problems in a cardiac arrest or obstruction situation of the pathway air with techniques on cardiopulmonary animation and resuscitation protocols which are necessary until the victim can receive medical attention. The Methodology used accounts for a descriptive study based on secondary sources of other investigations carried out in environments at the national level such as the Isidro Ayora Hospital in the city of Loja, knowledge acquired in basic pediatric resuscitation CPR and at an international level study carried out in an education center in Spain in knowledge about SVB. The study on knowledge, practices and attitudes in basic support of Pediatric Patients with Cardiac Arrest is based on the application of primary sources with data collection techniques such as the questionnaire with structured questions on a Likert scale, which was applied to 384 people of ages between 18 and 64 years old, using a stratified sample with a confidence interval of 95%, valid in this type of study and sociodemographic questions (age, gender, place of origin, level of education). Regarding the Results, the floor-ceiling effect was applied using the Excel program, in terms of attitudes more than 50% of the participants present a good attitude towards the SVBP, with respect to the knowledge and practices, of the 9 questions posed, only 2 exceeded 50%, this means that the knowledge and practices in SVBP are less than 45%.

**Keywords:** Basic vital support, Pediatric patients, Pediatric Basic Resuscitation, Knowledge and Practices in SVBP.

(\*) [andres.verdugo@americancollege.edu.ec](mailto:andres.verdugo@americancollege.edu.ec)

## 1. INTRODUCCIÓN

El paro cardíaco en niños y lactantes tiene una tasa de supervivencia de aproximadamente el 8% por múltiples razones, una de ellas es la falta de conocimientos y destrezas en la población sobre Soporte Vital Básico Pediátrico según estudios realizados por American Heart Association (American Heart Association, 2017).

Esta investigación nos permite responder la siguiente pregunta ¿Cuáles son los conocimientos, prácticas y actitudes que poseen las personas no relacionadas con el campo de la salud en Soporte Vital Básico pediátrico? (SVBP)

En nuestro país (Ecuador), de acuerdo con datos del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), la tasa de mortalidad infantil en el año 2019 fue de 10.1 y 12.2 por cada 1.000 nacidos vivos respectivamente. En la ciudad de Cuenca esta misma tasa de mortalidad fue de 10.3 y 12.8 por cada 1.000 nacidos vivos respectivamente. En cuanto a la tasa de mortalidad general por paro cardíaco se encontró, según datos del INEC 2010, que fue del 4.0 por cada 100.000 habitantes. En el caso de la tasa de mortalidad infantil, por causas, el 5.40% se debieron a un paro cardíaco y el 94.60% a otras causas (INEC, 2019).

El paro cardíaco (PC) se produce por un cese en el funcionamiento del corazón que provoca una falta de perfusión sanguínea en todas las células del cuerpo humano, por lo tanto, su reconocimiento y manejo temprano permiten incrementar las probabilidades de sobrevivir de una persona que lo ha sufrido. Sus causas son múltiples, pero las podemos resumir en dos: hipoxia y paro cardíaco súbito. De allí deriva la importancia de tener conocimientos y habilidades básicas que permitan reconocer un PC de forma temprana e iniciar un manejo efectivo. El paro cardíaco puede ocurrir a cualquier edad, pero la mayoría de los programas de capacitación orientados a mejorar su reconocimiento y manejo se han enfocado en la atención de personas adultas. Actualmente se están llevando a cabo varias capacitaciones sobre SVB en Cuenca con el propósito de convertirse en una ciudad cardio protegida. Pero no existen programas dirigidos a la atención de pacientes pediátricos. Al incrementar los conocimientos y destrezas en SVBP se podría incrementar la tasa de supervivencia por paro cardíaco, por tanto, es necesario realizar programas de capacitación a las personas no relacionadas con el campo de la salud con el propósito de incrementar sus conocimientos y habilidades en SVBP.

## 2. MARCO TEÓRICO

El soporte vital básico (SVB) incluye un conjunto de técnicas y maniobras cuyo objetivo es restaurar definitivamente la circulación y la respiración espontáneas, minimizando la lesión cerebral anóxica en el paciente que ha sufrido un paro cardiorrespiratorio (PCR). Sin embargo, debido a que la tasa de supervivencia luego de un paro cardíaco es muy baja lo más importante siempre será su prevención. Cuando se presenta un paro cardíaco los resultados mejoran significativamente cuando el SVB se inicie precozmente por las personas que presencian el episodio en los primeros 4 minutos. (Cyunel, Cuartas, & Raul, 2021, pág. 1). Por lo tanto, una identificación temprana y un inicio precoz de la RCP de alta calidad

permitirán mejorar los resultados del paro cardíaco. Estos pasos se contemplan en la llamada cadena de supervivencia del paro cardíaco pediátrico (prevención-reconocimiento-RCP). De allí la importancia de conocer cómo identificar y manejar a un niño o lactante que ha sufrido un paro cardíaco.

En un estudio realizado en Pasto – Colombia en el cual se pretendía evaluar el nivel de conocimientos del personal asistencial no médico en el año 2017 se logró evidenciar que el 47,37% de los encuestados presentaba un nivel adecuado de conocimientos dando como conclusión que la capacitación continua conlleva a mejores niveles de conocimiento (Calvache C, 2018).

Cuando se reconoce a un niño o lactante con paro cardíaco se debe iniciar el Soporte Vital Básico Pediátrico. Se trata de un procedimiento sistemático que permite identificar de forma temprana el paro cardíaco e iniciar la reanimación cardiopulmonar (RCP). La RCP es fundamental para permitir una supervivencia del paciente. Sin embargo, se deben conocer las maniobras necesarias para poderlo cumplir con efectividad. En otro estudio realizado en España, pese a la obligatoriedad en la formación de primeros auxilios para docentes, se logró identificar una precariedad en los conocimientos sobre SVB, estos resultados son alarmantes ya que los profesores deberían saber cómo realizar RCP al estar en contacto permanente con niños, para ello los autores Cons y Navarro (2020) nos recuerdan que las situaciones de emergencias que ponen en amenaza la vida, como la muerte súbita de origen cardiaco, pueden ocurrir en cualquier momento y en cualquier lugar (Cons & Navarro, 2020, pág. 1).

La RCP se compone de dos elementos importantes. Por un lado, se tiene que administrar compresiones torácicas para suplir la función del corazón inactivo y por otro lado se tiene que dar ventilaciones con un dispositivo de barrera para proveer de oxígeno a los pulmones y la sangre.

Las maniobras de RCP elemental poseen un protocolo internacional, presidido por la American Heart Association (AHA), a fin de que este protocolo sea admitido en nuestro país se fundó La Asociación Ecuatoriana de Reanimación Cardiopulmonar en el año 1998, a fin de:

Difundir, capacitar y entrenar con conocimientos actualizados en el manejo prehospitalario de la víctima, reanimación cardiopulmonar y emergencias cerebro cardiovasculares a los profesionales de la salud y a la comunidad en general del Ecuador siguiendo los lineamientos de la AHA (SERCA, 2020)

### RCP En Niños y Lactantes

Las maniobras de reanimación cardiopulmonar (RCP) son un conjunto de medidas y actuaciones que, por un lado, permiten identificar un paro cardíaco (PC) y, por otro, pretenden sustituir, primero, y tratar de recuperar, después, la respiración y la circulación espontáneas. Constituyen el tratamiento esencial del PC. Para la autora Macarena Viedma de la Universidad Católica de Chile es indispensable la educación a padres y cuidadores, así como la observación permanente de los pacientes que se encuentran en urgencias y en el servicio

de hospitalización, que potencialmente pueden inestabilizarse. (Viedma, 2021, pág. 28).

Para que la RCP sea efectiva y permita incrementar las posibilidades de éxito debe cumplir con ciertas características que se detallan a continuación:

Frecuencia (velocidad de las compresiones) de 100 a 120 compresiones por minuto (cpm). La distancia que se tiene que hundir el tórax (profundidad) con cada compresión debe ser de 1/3 del diámetro anteroposterior del tórax esto corresponde a 5cm en niños y 4cm en lactantes. (American Heart Association, 2020). Evitar permanecer apoyado sobre el tórax luego de cada compresión torácica para evitar complicaciones. Evitar las interrupciones innecesarias. En caso de realizar interrupciones necesarias (dar ventilaciones o conectar el DEA) deben durar menos de 10 segundos.

La reanimación básica debe ser realizada de manera inmediata. La reanimación avanzada se debe realizar antes de 8 minutos de ocurrido el colapso. En caso de Fibrilación Ventricular (FV) o de Taquicardia Ventricular (TV) se debe desfibrilar antes de 2 minutos. (Aranibar, 2018, pág. 3).

**Soprote Vital Básico Pediátrico SVB**

Para la autora española Rebeca Abajas Bustillo del Departamento de Enfermería de la Universidad de Cantabria es importante el concepto de SVB, que incluye la prevención de la PCR, el reconocimiento, alerta, los servicios de emergencia intervención precoz y la educación a la población, el 25% de los casos la PCR es la primera manifestación de enfermedad (Abajas, 2020, pág. 10).

El SVB permite identificar y actuar ante un PC, sin necesidad de equipamiento específico, hasta la llegada de personal calificado (médico o paramédico). Debe iniciarse lo antes posible y por cualquier persona que tenga los conocimientos y destrezas para llevarlo a cabo; Si el niño o lactante no responde a los estímulos realizados tendremos que evaluar la respiración y el pulso (de manera simultánea). El objetivo de este segundo paso es comprobar si el paciente se encuentra en PC.

**3. METODOLOGÍA**

La investigación se realizó en la ciudad de Cuenca-Ecuador con un universo de 329.928 habitantes, de acuerdo al último censo realizado en nuestro país, que viven en la zona urbana, se utilizó el programa EPIDAT, se obtuvo una muestra de 384 habitantes con un nivel de confianza del 95% y con margen de error del 5%. Para obtener los datos de esta investigación se utilizó un cuestionario estructurado de 9 preguntas utilizado en otras investigaciones como las de Cons y Navarro (2016) sobre actitudes en Soprote Vital Básico Pediátrico. Las preguntas que se formularon en el cuestionario fueron redactadas en base a dimensiones sociodemográficas (lugar de procedencia, género, edad, nivel de instrucción.); y ocho preguntas en base a destrezas y conocimiento en primeros auxilios y RCP.

Las personas que participaron en esta investigación, en su mayoría, tenían un nivel de instrucción secundaria completa, con respecto a género participaron de este estudio un mayor porcentaje de mujeres. Se excluyeron a médicos, paramédicos, enfermeras, auxiliares de enfermería y otras personas afines a

la medicina, así como también a las personas con algún grado de discapacidad intelectual.

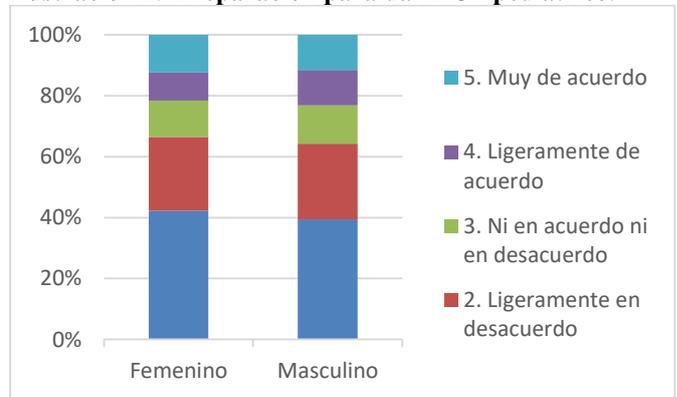
**Tabla 1 Lugar de Procedencia**

Parroquia de Residencia	Porcentaje
Bellavista	8,07%
Cañaribamba	3,65%
El Batán	7,55%
El Sagrario	2,08%
El Vecino	9,38%
Hermano Miguel	5,21%
Huayna Cápac	4,95%
Machángara	7,03%
Monay	6,51%
Ramírez Dávalos	2,08%
San Blas	2,86%
San Sebastián	11,98%
Sucre	5,21%
Totoracocha	7,81%
Yanuncay	15,63%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

**Fuente: Datos obtenidos del cuestionario de investigación**

De acuerdo con los datos de la tabla 1 se puede observar que la mayoría de las personas encuestadas pertenecen a la parroquia Yanuncay con el (15.63%) esto debido a que esta parroquia cuenta con un mayor número de habitantes en comparación con las otras parroquias.

**Ilustración 1. Preparación para dar RCP pediátrico.**



**Fuente: Datos sociodemográficos obtenidos del cuestionario de investigación.**

En cuanto al sexo las respuestas al cuestionario de actitudes no evidencio diferencias significativas. Ambos sexos coincidieron en la mayoría de respuestas, mostrando una actitud positiva frente al SVBP, pero al mismo tiempo contestando que no tienen la preparación suficiente para iniciar con el procedimiento. La misma situación se evidencia si comparamos las respuestas dadas al cuestionario de conocimientos y prácticas. Las respuestas a las 8 preguntas evidencian que no existen diferencias significativas entre ambos sexos.

Con respecto a la instrucción sucede algo parecido. Independientemente del nivel de instrucción de los participantes las respuestas a cada una de las preguntas del cuestionario de actitudes fueron similares sin hallar diferencias que sean significativas. Por este motivo se recomienda realizar otros estudios que permitan analizar los resultados de acuerdo con la instrucción de los participantes.

**Tabla 2 Nivel de Instrucción**

Instrucción	%
Cuarto nivel (PHD, maestría, especialidad, otros)	3,13%
Primaria completa	2,08%
Secundaria completa	62,24%
Secundaria incompleta	0,78%
Superior completa	19,27%
Superior incompleta	12,50%
<b>Total:</b>	<b>100,00%</b>

**Fuente: Datos obtenidos del cuestionario de investigación.**

En lo que corresponde al nivel de instrucción la mayoría han terminado la secundaria (62.24%) en segundo lugar están las personas con educación superior completa (19,27)

A continuación, en la tabla 3 se identifican valores del 1 al 5 sobre actitudes en Soporte Vital Básico en pacientes, en donde: 1. Muy en desacuerdo, 2. Ligeramente en desacuerdo, 3. Ni en acuerdo ni en desacuerdo, 4 Ligeramente de acuerdo y 5 Muy de acuerdo

**Tabla 3 Porcentaje de respuesta según las actitudes**

	1	2	3	4	5	Techo
1 Considera que tiene la preparación suficiente para llevar a cabo una RCP	41	24	12	10	12	
2 Considera que es responsabilidad personal estar preparado para poder llevar a cabo una RCP	6	8	16	30	40	T
3 Considera que la persona con más conocimientos y experiencia debería ser quién LIDERASE una RCP independientemente de ser médico o enfermera	6	9	14	29	42	T

4	Considera que la RCP puede ser REALIZADA indistintamente por médicos enfermeras	6	7	18	29	41	T
5	Considera que el personal sanitario debe ser exclusivamente quien debe iniciar o no una RCP	18	31	22	15	14	
6	Considera que la presencia de familiares podría influir en su decisión de iniciar las maniobras de RCP	8	17	39	20	16	
7	Cree que la información que tiene USTED del paciente puede hacer que se pare la RCP	9	17	28	26	20	
8	Considera que la rapidez con la que inicie las maniobras de RCP puede disminuir el riesgo de daños neurológicos	5	5	12	26	53	T
9	Considera que una RCP debe ser de conocimiento para la sociedad en general	4	5	6	13	72	T

**Fuente: Datos obtenidos del cuestionario de investigación**

En esta tabla se puede observar que existe un efecto techo en 5 preguntas lo cual quiere decir que las actitudes que presenta la población encuestada ante un PC en niños o lactantes están por encima de la media.

**1. ¿Sabe cuántas compresiones y respiraciones se debe dar en un niño cuando se encuentra solo?**

- 30 compresiones / 1 insuflación
- 15 compresiones / 1 insuflación
- 30 compresiones / 2 insuflaciones
- 15 compresiones / 2 insuflaciones

**2. ¿Sabe cuánto de profundidad se debe comprimir el tórax en un niño?**

- 2 centímetros
- 5 centímetros
- 6 centímetros
- 3 centímetros

**3. ¿Sabe para qué sirve el DEA (Desfibrilador Externo Automático)?**

- a) Para proporcionar una descarga a una persona en paro cardiaco
- b) Para dar compresiones automáticas
- c) Para calcular cuantas compresiones se debe dar
- d) Para ayudar a que respire

**4. ¿Sabe cuál es la posición correcta en la que el paciente se debe encontrar para dar un RCP?**

- a) Boca abajo
- b) Boca arriba con las piernas cruzadas
- c) Boca arriba, piernas y brazos cruzados.
- d) Boca arriba, piernas y brazos extendidos.

**5. ¿Conoce usted cuándo se debe proceder a dar un RCP (Reanimación Cardio Pulmonar)?**

- a) Cuando no responde
- b) Cuando esta inconsciente
- c) Cuando se mueve y habla
- d) Cuando no tiene pulso, no respira y no responde ningún estímulo.

**6. ¿En qué parte del cuerpo se da la reanimación cardio pulmonar?**

- a) Brazo Derecho
- b) Boca del estomago
- c) Línea imaginario intermamilar (tercio inferior del esternón)
- d) Corazón

**7. Le avisa un familiar de que un paciente está tirado en el suelo y no responde, ¿cuál sería su actuación?**

- a) Dar la voz de alarma
- b) Comprobar si respira
- c) Acercarse hacia él y comprobar si responde
- d) Iniciar RCP (compresión- ventilación)

**8. Ha comprobado que el paciente realmente se encuentra inconsciente, por lo que su actuación en este momento ¿sería?**

- a) Dar la voz de alarma
- b) Comprobar si respira
- c) Iniciar maniobras de RCP
- d) Observarle con regularidad

En la ilustración 2 la mayoría de personas encuestadas respondieron incorrectamente, lo cual quiere decir que no tienen los conocimientos y destrezas (prácticas) para brindar SVB en niños y lactantes.

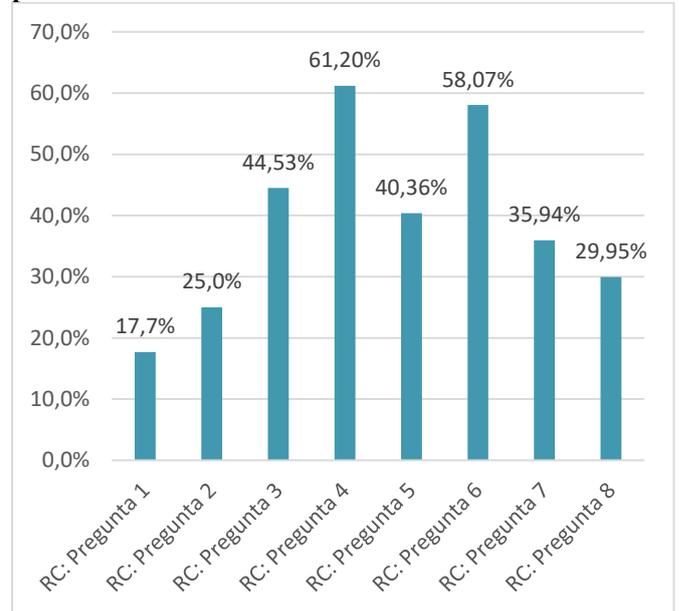
Sin embargo, podemos observar que en las preguntas 4 y 6 el porcentaje de aciertos es del 61 y el 58 por ciento respectivamente. Esto quiere decir que la mayoría de las personas saben en qué posición y en qué parte del cuerpo se debe dar un RCP.

**4. RESULTADOS Y/O DISCUSIÓN**

En un estudio realizado en España donde se evaluó los conocimientos en Soporte Vital Básico del personal escolar dieron como resultado que el 3,8% de los 185 participantes mostraban conocimientos en SVB pediátrico. En esta misma investigación se obtuvo como resultado el 54,7% en cuanto a saber el lugar donde hay que practicar las compresiones. Este dato coincide con la información obtenida en esta investigación donde las personas encuestadas tienen un porcentaje sobre el 50% de aciertos. La mayoría de personas

sabe en qué parte del cuerpo se debe dar una RCP y en qué posición.

**Ilustración 2 Porcentaje de aciertos en conocimientos y prácticas**



**Fuente: Cuestionario conocimientos y prácticas.**

A su vez en un estudio realizado en la ciudad de Loja en el Hospital Isidro Ayora donde se evalúan los conocimientos sobre soporte vital básico en el personal del hospital, con una muestra de 226 participantes, el cual la mayoría del personal tiene un curso en SVB, los resultados fueron que el 48% del personal tiene un nivel óptimo de conocimientos sobre el tema. A su vez en el año 2019 se realizó una encuesta al personal escolar en Italia, con una muestra de 139 participantes, los mismos ya participaron en cursos de entrenamiento en SVB, los resultados de igual manera sobre los conocimientos en SVB fueron inadecuados.

En esta investigación con una muestra de 384 participantes no relacionados en el área de la salud, los resultados fueron de igual manera inadecuados ya que no poseen los conocimientos y destrezas para dar un SVB. Cabe mencionar que en el cuestionario de actitudes está por encima de la media ya que se obtuvo como resultado un efecto techo en 5 preguntas. Considera que es responsabilidad personal estar preparado para poder llevar a cabo una RCP

**5. CONCLUSIONES**

La falta de conocimiento y destrezas, en la población que no está relacionada con el campo de la salud, en reanimación cardiopulmonar (RCP) de niños o lactantes conlleva a que los esfuerzos por reestablecer una función cardiopulmonar no sean efectivos y con pocas posibilidades de éxito.

Hay que tener en cuenta que existen algunas diferencias en cuanto al reconocimiento y manejo del paciente pediátrico con PC, en comparación con una persona adulta.

En los conocimientos y prácticas que poseen las personas no relacionadas con el campo de la salud son inferiores a la media,

en cambio, las actitudes fueron positivas obteniendo un efecto techo en 5 de 8 preguntas.

**Recomendaciones** Realizar capacitaciones dirigidas a la población general sobre Soporte Vital Básico Pediátrico con el objetivo de incrementar los conocimientos y habilidades en el reconocimiento y manejo del paro cardíaco en niños y lactantes.

## REFERENCIAS

Abajas, R. (2020). Soporte Vital Básico y Avanzado. Universidad de Cantabria, 76. Recuperado el 07 de 06 de 2021, de Unican: [https://ocw.unican.es/pluginfile.php/735/course/section/769/2-RCP\\_Basica\\_y\\_avanzada.pdf](https://ocw.unican.es/pluginfile.php/735/course/section/769/2-RCP_Basica_y_avanzada.pdf).

American Heart Association. (2017). Soporte Vital Avanzado Pediátrico. EEUU: Orora Visual. Recuperado el 31 de 05 de 2021, de American Academy of Pediatrics.

American Heart Association. (2020). Recuperado el 01 de 09 de 2021, de Aspectos Destacados Para RCP y ACE: [https://cpr.heart.org/-/media/cpr-files/cpr-guidelines-files/highlights/hghlghts\\_2020eccguidelines\\_spanish.pdf](https://cpr.heart.org/-/media/cpr-files/cpr-guidelines-files/highlights/hghlghts_2020eccguidelines_spanish.pdf)

Aranibar, H. (2018). Reanimación Cardiopulmonar. (C. Alemana, Ed.) 25. Recuperado el 19 de 07 de 2021, de Reanimación Cardiopulmonar: [https://portal.alemana.cl/wps/wcm/connect/55e8bd73-f788-42fe-94a9-fb4bbd51a767/ReanimacionCardioPulmonar\\_2.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=55e8bd73-f788-42fe-94a9-fb4bbd51a767](https://portal.alemana.cl/wps/wcm/connect/55e8bd73-f788-42fe-94a9-fb4bbd51a767/ReanimacionCardioPulmonar_2.pdf?MOD=AJPERES&CACHEID=55e8bd73-f788-42fe-94a9-fb4bbd51a767)

Calvache C, O. D. (2018). Nivel de conocimiento sobre soporte vital básico del personal no médico de una institución de salud, Pasto-Colombia, 2017. Archivos de Medicina (Col), 19.

Cons, M., & Navarro, R. (2020). Conocimientos en soporte vital básico del profesorado gallego de educación infantil, primaria y secundaria: estudio transversal. Retos, 7.

Cyunel, M., Cuartas, M., & Raul, N. (2021). Soporte Vital Avanzado Pediátrico. Metro y ciencia, 12. Recuperado el 21 de 06 de 2022

Acuña, David, E. N. (2021). Recuperado el 19 de 07 de 2021, de MANUAL DE RCP BÁSICO Y AVANZADO: <https://medicina.uc.cl/wp-content/uploads/2021/04/manual-rcp-basico-avanzado-medicina-uc.pdf>

INEC. (2019). Recuperado el 31 de 05 de 2021, de Estadísticas de defunciones generales en el Ecuador: [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/nacimientos\\_y\\_defunciones/](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/nacimientos_y_defunciones/)

SERCA. (2020). Objetivos de La Sociedad Ecuatoriana de Reanimación Cardiopulmonar. Obtenido de Soporte Vital Médico Avanzado: <https://www.serca.org.ec/page/homepage>

Viedma, M. (2021). Manual de RCP Básico y Avanzado. En D. Acuña, & N. Gana. Santiago. Recuperado el 19 de 07 de 2021, de Manual de RCP Básico y Avanzado: <https://medicina.uc.cl/wp-content/uploads/2021/04/manual-rcp-basico-avanzado-medicina-uc.pdf>

# El Corredor Comercial Virtual como Motor del Emprendimiento Sostenible. Caso: Cámara de Comercio e Industrias de Azogues.

Rojas, Vanesa<sup>1(\*)</sup>; Becerra, Edgar<sup>1</sup>; Pintado, Nancy<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad de Cuenca, Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, Cuenca, Ecuador

**Resumen:** La Pandemia provocada por el brote de la COVID-19 a fines del año 2019, desencadenó una serie de restricciones entre ellas el confinamiento total y cierre de fronteras que afectaron de forma significativa el comercio y las empresas a nivel mundial. Esto produjo en el Ecuador una cantidad importante de cierre de negocios y disminución de ventas, impactando a la economía nacional. El presente artículo tiene como objetivo el reflejar las características principales de los socios de la Cámara de Comercio e Industria de Azogues en cuanto a los efectos generados por la emergencia sanitaria y de esta manera establecer propuestas para la reactivación comercial de este sector. Para el efecto, se desarrolló un levantamiento de información mediante encuestas estructuradas que constaban de 46 preguntas en las que se abordaron temas de caracterización de la empresa, efectos de la pandemia en ámbitos económico, comercial, publicitario y productivo, así como sus expectativas sobre recuperación de la industria como de la empresa en sí. Dentro de los principales resultados se obtuvo que la mayor proporción de los socios (49%) tiene un alcance geográfico de ventas a nivel local y tan solo el 6% alcanza clientes internacionales. Con respecto a la percepción del comportamiento de la afluencia de clientes, el 68% consideró que ha disminuido; el 24% señaló que la afluencia ha aumentado, mientras que el 8% restante consideró que se ha mantenido. El 84% de los socios manifestó que las ventas habían disminuido en comparación al histórico de la empresa. Finalmente, la principal expectativa de las empresas es la de recuperar el nivel de ventas que tenían previo a la emergencia sanitaria. Una implicación importante es que las estrategias de reactivación deberían orientar sus esfuerzos para expandir el mercado potencial no solo a nivel local sino regional, nacional; y, porque no, a escala internacional, además de potenciar los canales de distribución tecnológicos.

**Palabras clave:** Corredor comercial, Reactivación, Tecnologías, COVID-19, Pandemia.

Recibido: 6 de junio de 2022. Aceptado: 1 de agosto de 2022

Received: June 6th, 2022. Accepted: August 1st, 2022

## Virtual Trade Zone as a Driver of Sustainable Entrepreneurship. Case: Chamber of Commerce and Industries of Azogues

**Abstract:** The pandemic caused by the outbreak of COVID-19 at the end of 2019, triggered a lot of actions and constraints including the complete lockdown and border closure affecting in a significant way business and commerce around the world. This produced in Ecuador an important closure of enterprises and sales decline, impacting the national economy. The purpose of this article is to reflect the main characteristics of the members of the Chamber of Commerce and Industry of Azogues in terms of the effects generated by the pandemic and as a complement to put forward some actions for the commercial reactivation of this sector. For this purpose, an information survey was developed through structured surveys consisting of 46 questions in which issues of characterization of the company, effects of the pandemic in economic, commercial, advertising and productive areas were addressed, as well as their recovery expectations of the industry as well as of the company itself. Among the main results, it was obtained that the largest proportion of partners (49%) has a geographical sales scope at the local level and only 6% reaches international customers. Regarding the perception of the behavior of the inflow of customers, 68% considered that it has decreased; 24% indicated that the inflow has increased, while the remaining 8% considered that it has remained. 84% of the partners feel that sales had decreased compared to the historical behavior. Finally, the main expectation of companies is to recover the level of sales they had prior to the health emergency. An important finding is that the reactivation strategies should guide their efforts to expand the potential market not only at the local, regional and why not, on an international level, in addition to strengthen the technological distribution channels.

**Keywords:** Virtual trade zone, Reactivation, Technologies, COVID-19, Pandemic.

(\*) vanesa.rojas@ucuenca.edu.ec

## 1. INTRODUCCIÓN

La emergencia sanitaria provocada por el apareamiento de la COVID-19 a nivel mundial no fue ajena al Ecuador. Una vez que la Organización Mundial de la Salud – WHO (por sus siglas en inglés) declaró pandemia a nivel mundial, los países se vieron forzados a adoptar medidas que contengan la propagación del virus (OPS, 2020), afectando de esta manera el normal desarrollo de las actividades productivas y económicas. En el Ecuador específicamente, parte de las medidas decretadas por el Gobierno Nacional fue el confinamiento casi total del país, restringiendo movilidad durante más de 2 meses de forma completa, exceptuando la industria alimenticia, de seguridad, financiera, logística y demás que permitieran la supervivencia de la población (Presidencia de la República del Ecuador, 2020).

El impacto dentro de las diferentes industrias ya se pronosticaba a nivel del mundo, incluso uno de los sectores que mayor afectación se proyectaba fue el comercio (Stumpo, 2020).

En el Ecuador, como consecuencia de la pandemia y el correspondiente confinamiento, cerca de 22000 empresas cerraron operaciones, lo cual se tradujo en pérdidas de ventas por más de 14500 millones de dólares (DW, 2021).

Se realizó un levantamiento de información con los socios de la Cámara de Comercio e Industrias de Azogues con la finalidad de contar con un catastro de los socios, realizando un contraste en términos administrativos, operativos, económicos y comerciales de la realidad evidenciada por dichas compañías antes y después del surgimiento de la pandemia COVID-19.

El objetivo de este artículo es el de reflejar las características principales de los socios de la Cámara de Comercio e Industria de Azogues en cuanto a los efectos generados por la emergencia sanitaria y de esta manera establecer propuestas para la reactivación comercial de este sector.

## 2. MARCO TEÓRICO

Los efectos que ha dejado la pandemia por la COVID-19 ha generado en las empresas a nivel mundial la necesidad de innovar como medio de supervivencia, explotando cada vez con mayor ímpetu los recursos disponibles, especialmente los tecnológicos en busca de nuevos clientes en mercados que antes no se pensaba acceder por las distancias.

Se puede definir un corredor comercial como un espacio de integración de varias empresas comerciales, en donde los clientes acceden a los productos o servicios que estas ofertan. La principal limitación es la distancia entre clientes y empresas para poder realizar las transacciones, lo que disminuye el mercado potencial al que puede llegar este corredor.

Ya en el 2020, cuando inició la pandemia se proponía como eje de reactivación del sector empresarial la “reorganización de la producción”, entre las cuales destacaban el aumento en la incorporación de las tecnologías y la reorganización de la fuerza laboral, así como una mayor interacción entre clientes

y proveedores para de esta manera ajustar las necesidades presentadas por la coyuntura (Stumpo, 2020).

En el Ecuador, más del 70% de la población tiene acceso a internet al 2021 con un crecimiento sostenido a lo largo de los años según las cifras del INEC, 2021.

Como complemento, Valdés (2021) dentro de su informe concluye que la infraestructura digital no es una restricción para la recuperación económica sino más bien esta ha contribuido para sobrellevar la pandemia y sus implicaciones en las operaciones a nivel regional.

Twitchell (1999) cataloga a los Corredores comerciales Virtuales como medios que contribuyen mediante la tecnología a la expansión y acceso de las empresas en diferentes partes del mundo a nuevos mercados y contactos estratégicos.

Recientemente, en Colombia se creó el corredor comercial virtual de Popayán como herramienta tecnológica que permite aglutinar una serie de empresas locales con el objetivo de visibilizar sus productos a un mercado que va desde lo local a lo internacional. (Meridiano Regional, 2021)

## 3. METODOLOGÍA

Para realizar el levantamiento de información se tomó en consideración a los socios activos de la Cámara de Comercio e Industrias de Azogues que en total son 192; No obstante, luego del proceso de socialización que se realizó se obtuvo la respuesta de 135 socios, de los cuales el 92% se encuentran en el sector comercial, el 4% corresponde al sector comercial – industrial, el 3% pertenece al sector industrial y menos del 1% al sector salud.

La investigación fue de carácter descriptiva y como instrumento se utilizaron encuestas de tipo estructuradas con preguntas cerradas, las cuales fueron aplicadas en su mayor proporción de forma presencial, salvo ciertos casos puntuales que por requerimiento del encuestado se aplicó virtualmente.

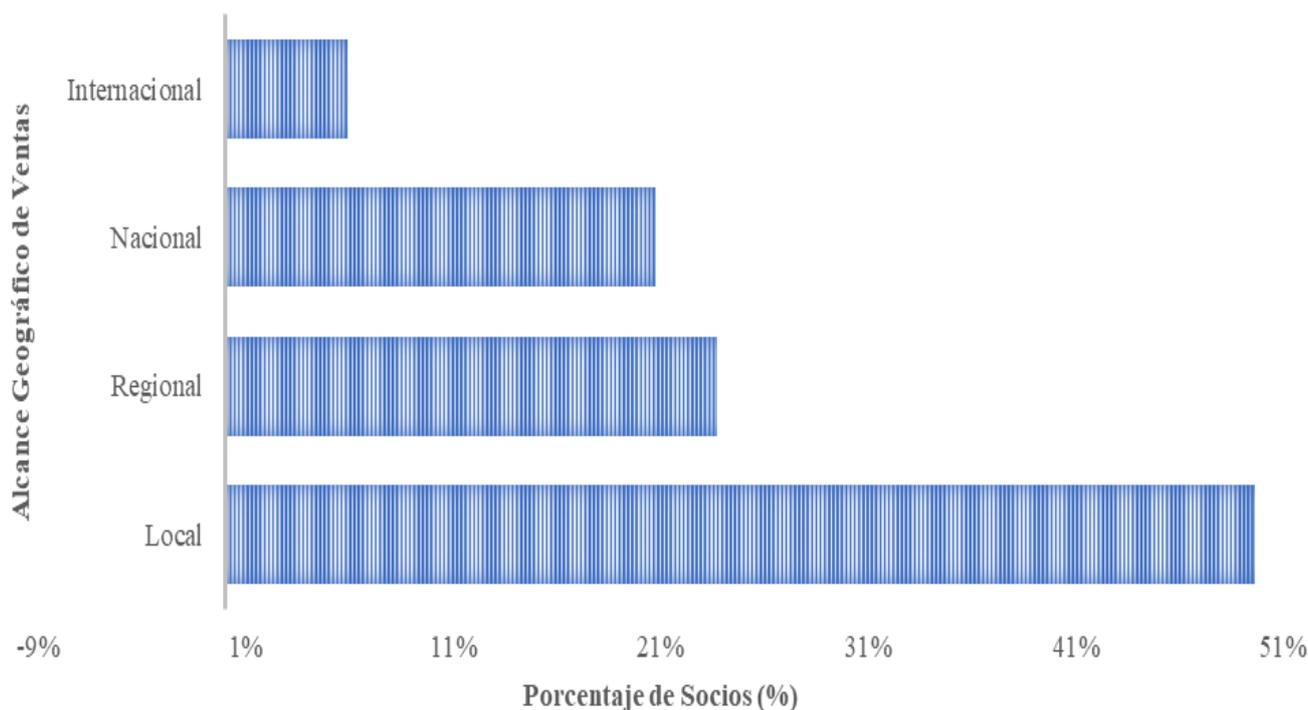
La encuesta constó de un total de 46 preguntas las cuales buscaban caracterizar las empresas mediante sus datos generales y del representante legal; Otra sección abordó los efectos de la pandemia en aspectos tales como personal, producción, financiamiento, aprovisionamiento de insumos, distribución y ventas. Para finalizar el formulario, se plantearon preguntas relacionadas con las expectativas de la empresa y el sector industrial en el que se encuentra.

Una vez finalizada la aplicación de la encuesta, se procedió a realizar el análisis estadístico descriptivo exploratorio de las variables levantadas.

#### 4. RESULTADOS Y/O DISCUSIÓN

Del total de los encuestados, el 49% tiene un alcance de ventas a nivel local, es decir dentro del mismo en cantón donde se encuentra establecida la empresa; el 24% logra un alcance

geográfico a nivel regional. Adicionalmente, el 21% realizan sus ventas a nivel nacional y por último tan solo el 6% alcanzan ventas a nivel internacional, tal como se muestra en la figura siguiente:



**Figura 1.** Alcance Geográfico de Ventas de los Socios de la Cámara de Comercio e Industrias de Azogues.

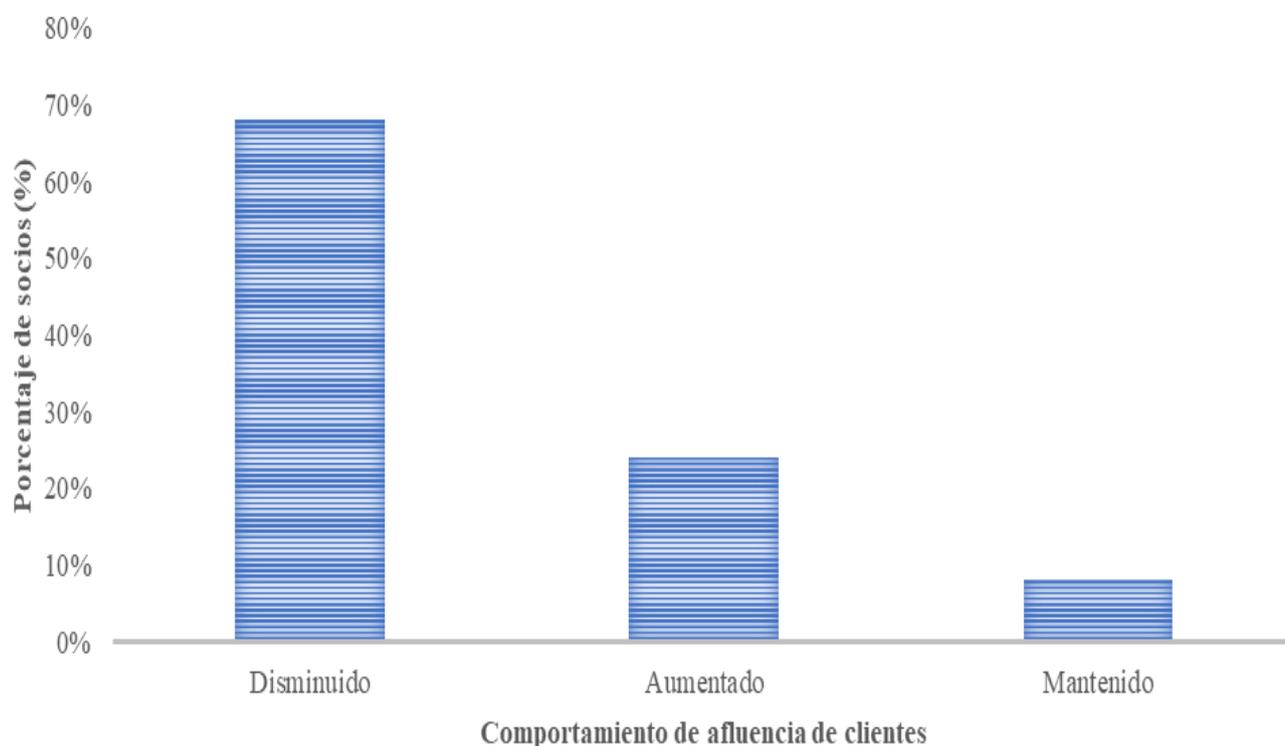
El 93% de los socios encuestados se encuentran en estado activo, el 6% en estado inactivo y el 1% no dio respuesta.

Con relación al nivel de formalidad que la empresa maneja con sus registros, el 75% de los encuestados afirma ser formal al momento de registrar su producción; Sobre los registros de ventas, el 86% menciona manejarlos de manera formal, así como el mismo porcentaje reconoce formalidad en sus registros de compras. Al indagar sobre los registros de cuentas por cobrar y cuentas por pagar, los encuestados refirieron formalidad en el 76% de los casos (para ambos casos). Finalmente, con respecto a los ingresos y egresos el 83% estableció formalidad en su manejo.

Sobre la publicidad y promoción, el 76% de los encuestados señalaron que lo realizan por medio de los canales virtuales de redes sociales, porcentaje muy superior a los canales tradicionales como prensa, televisión, radio, vallas y volantes, cuyo porcentaje agregado es del 14%.

Abordando las principales limitaciones que enfrentan los socios de la Cámara de Comercio e Industrias de Azogues, tan solo 6 encuestados refirieron como la más importante la falta de tecnología; adicionalmente, 14 de los participantes señalaron que la falta de clientes es la limitación más grande. Por otro lado, los socios entrevistados identificaron en mayor proporción como limitantes en primer lugar a la competencia desleal, seguido de la falta de financiamiento y en tercer lugar falta de apoyo del gobierno.

La percepción de los socios en relación con la afluencia de los clientes demuestra que el 68% considera que ha disminuido al compararlo con el tiempo antes del confinamiento provocado por la emergencia sanitaria; en contra parte, el 24% percibe que la afluencia de clientes ha aumentado, dejando un 8% con el sentir de que la cantidad de clientes se ha mantenido. Esto lo muestra la figura a continuación:



**Figura 2.** Distribución del comportamiento de la afluencia de clientes durante la pandemia.

Con respecto a la cantidad de empleados que labora en las empresas asociadas a la Cámara de Comercio e Industrias de Azogues, el 77% menciona que ha disminuido o se ha mantenido comparado con la situación antes del confinamiento, un 14% ha aumentado personal y el porcentaje restante no dio respuesta.

Al contestar la pregunta sobre el nivel de producción, el 57% de los encuestados mencionaron que disminuyó en un porcentaje aproximado del 39%; el 17% considera que su nivel de producción aumentó y finalmente el 6% asegura que se mantuvo su nivel de producción comparada con la época previa al confinamiento.

Una vez que inició el confinamiento generalizado en el país, el 84% redujo sus actividades ya que tuvieron paralizaciones parciales (45%) o total (39%). El 11% afirmó que se mantuvieron operando con normalidad. Adicionalmente, del total de empresas que se paralizaron parcial o totalmente, el 73% lo hizo por las disposiciones del Comité de Operaciones de Emergencia – COE, un 11% por falta de clientes y un 12% por preservar la seguridad de los empleados. Una pequeña proporción de los encuestados mencionó problemas de

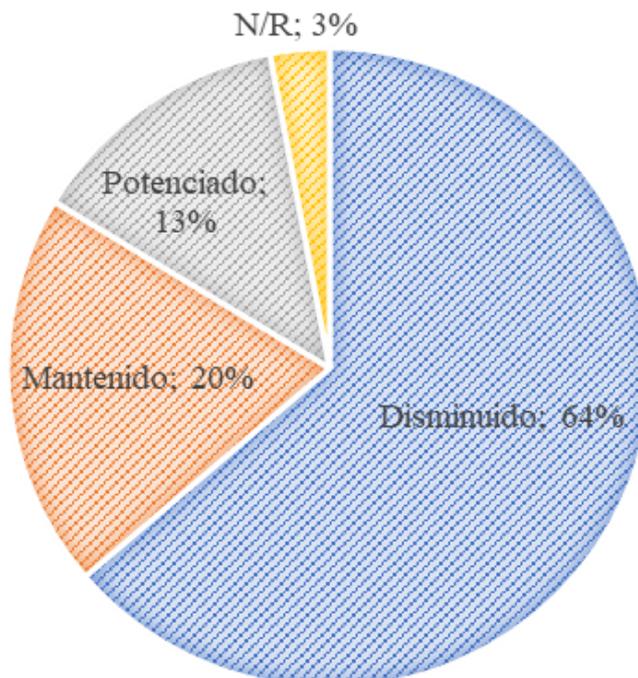
abastecimiento de mercadería o restricciones con los canales de distribución.

Una vez finalizadas las restricciones de movilidad durante el confinamiento, el 33% de las empresas piensan que su nivel de producción ha disminuido, el 31% que se ha incrementado y el 20% que se mantiene igual.

El 33% de los socios de la Cámara participantes en el estudio realizado consideran que las pérdidas generadas durante el confinamiento se han compensado luego que han pasado los meses, mientras el 60% señala que no han sentido esa recuperación.

Post confinamiento, el efecto generado con relación a la presencia en entornos digitales muestra que el 88% ha mantenido o potenciado este componente, mientras que el 6% comenta que se ha disminuido.

Con relación al nivel de ventas, el 84% afirma que las mismas se han mantenido o disminuido, mientras que el 13% establece que sus ventas se han potenciado durante la pandemia. Esto se puede apreciar en la figura # 2:



**Figura 3.** Comportamiento del nivel de ventas durante la pandemia frente al histórico de la empresa.

Los encuestados manifestaron que la principal expectativa de es el recuperar las ventas, tal es así que el 53% lo señaló como su prioridad número 1.

### 5. CONCLUSIONES

Uno de los temas que se destacan dentro de este levantamiento de información es la disminución del volumen de ventas percibida por la mayor parte de los socios participantes y a la vez que esta disminución no se ha visto compensada luego de la finalización del confinamiento.

Reyes et al. (2021) menciona en su artículo que la afectación por la pandemia también afectó a México, provocando cierres de negocios de los corredores comerciales existentes, lo que concuerda con los resultados obtenidos en Ecuador.

Ante la disminución de las actividades, producción y ventas de las empresas que conforman la Cámara de Comercio e Industrias de Azogues, resulta importante diseñar estrategias que contribuyan a potenciar el desarrollo de estos negocios, fortaleciendo los canales de distribución mediante medios tecnológicos que permitan alcanzar una mayor cantidad de clientes.

Volcar la mirada hacia las tecnologías de información como una de las medidas para mejorar la conectividad, interacción y transacciones entre clientes y empresas para de esta manera generar reactivación post pandemia resulta de gran importancia según Stumpo (2020).

Mirando hacia el futuro, la prioridad de los asociados a la Cámara de Comercio e Industrias de Azogues es la de

recuperar y mejorar los niveles de ventas que tenían antes de la pandemia.

Tomando en consideración las recomendaciones de Stumpo, 2020, además del crecimiento constante en el acceso a tecnologías de la información y a la globalización de los mercados como medida de presión inminente para la subsistencia y desarrollo de los negocios, es importante que las estrategias de reactivación orienten sus esfuerzos para expandir el mercado potencial a nivel local, regional, nacional e internacional y potenciar los canales de distribución tecnológicos.

### REFERENCIAS

DW, (2021). Más de 22.000 empresas desaparecieron por la pandemia en Ecuador. Obtenido de <https://p.dw.com/p/3w8HE>.

Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, (INEC) (2021). Indicadores de tecnología de la información y comunicación. Obtenido de: [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_Sociales/TIC/2020/202012\\_Boletin\\_Multiproposito\\_Tics.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/TIC/2020/202012_Boletin_Multiproposito_Tics.pdf)

Organización Panamericana de la Salud (OPS) (2020). La OMS caracteriza a COVID-19 como una pandemia. Obtenido de: <https://www.paho.org/es/noticias/11-3-2020-oms-caracteriza-covid-19-como-pandemia#:~:text=La%20epidemia%20de%20COVID%2D19,un%20gran%20n%C3%BAmero%20de%20personas.>

Organización Panamericana de la Salud (OPS) (2021). Brote de enfermedad por el Coronavirus (COVID-19)-OPS/OMS. Obtenido de: <https://www.paho.org/es/temas/coronavirus/brote-enfermedad-por-coronaviruscovid-19>.

Presidencia de la República del Ecuador, 2020. El presidente Lenin Moreno decreta Estado de Excepción para evitar la propagación del COVID-19. Obtenido de: <https://www.comunicacion.gob.ec/el-presidente-lenin-moreno-decreta-estado-de-excepcion-para-evitar-la-propagacion-del-covid-19/>

Reyes Escalante, A.-Y., Rodríguez Hernández, A. P., González Macías, C. J., & Sandoval Chávez, D. A. (2021). Afectaciones de la pandemia del covid-19 en los corredores comerciales y turísticos de ciudad Juárez. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 5(6), 13301-13323. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v5i6.1323](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i6.1323).

Stumpo, G. (2020). Sectores y empresas frente al COVID-19: emergencia y reactivación. CEPAL. Obtenido de: [https://www.cepal.org/sites/default/files/events/files/ppt\\_covid\\_empresas\\_y\\_sectores\\_gs\\_v3.pdf](https://www.cepal.org/sites/default/files/events/files/ppt_covid_empresas_y_sectores_gs_v3.pdf)

Twitchell, K. (1999). Corredores Comerciales Virtuales: nueva puerta hacia las industrias de alta tecnología de America Latina. <https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/bitstream/handle/10625/29995/116420.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Valdés, L. (2021). ¿Es la infraestructura digital existente una limitación para la recuperación?, *Boletín FAL 390*, 28 de diciembre.

## Psicoterapia Analítico Funcional Mediado por las Tecnologías: Reporte de caso en conductas interpersonales.

Erick Jesús Acevedo-Martínez<sup>1</sup>, Alejandro Herrera Garduño<sup>2</sup>, Horacio Balam Álvarez-García<sup>\*34</sup>

<sup>1</sup>Acevedo y García – Capacitación y Psicoterapia – Consultoría

<sup>2</sup>Universidad Hispana y Universidad Alva Edison, Facultad de Psicología, Puebla, México.  
ALAPPONT Centro de Investigación Científica, Facultad de Psicología, Arequipa, Perú.

<sup>3</sup>Clínica de Trastorno de Sueño. División de Investigación. Facultad de Medicina UNAM.

<sup>4</sup>Programa de Maestría y Doctorado en Ciencias Médicas, Odontológicas y de la Salud.  
Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México. UNAM.

**Resumen:** La Psicoterapia Analítico Funcional (PAF) es un modelo terapéutico enmarcado en la terapia contextual que tiene por objetivo mejorar las habilidades de una persona a través de la interacción terapéutica durante la sesión. La investigación ha dotado a este modelo de evidencia empírica que lo posiciona como una alternativa en el tratamiento de problemas psicológicos como ansiedad, depresión, problemas interpersonales y abuso sexual. Sin embargo, debido al confinamiento físico que surgió en la pandemia por COVID-19 en el año 2020, la modalidad presencial se convirtió en un factor de riesgo siendo la teleconsulta una opción para brindar atención psicológica de múltiples problemas. Bajo este antecedente, el presente caso muestra la implementación de PAF a través de teleconsulta para incrementar conductas interpersonales socialmente hábiles en un varón de 23 años. Se utilizaron como medidas de evaluación los autorregistros semanales con un diseño n=1 de tipo A-B. A través de la inspección visual se observa un incremento de conductas interpersonales socialmente hábiles y una disminución en la percepción de dificultad, con ello se logra dar un primer avance al mostrar que los procedimientos de la PAF se adaptan a esta modalidad, respetando los lineamientos teóricos de la interacción, sin embargo, la falta de medición a través de instrumentos psicométricos limita el análisis de resultados.

**Palabras clave:** Psicoterapia Analítico Funcional, Teleconsulta, Habilidades interpersonales.

Recibido: 15 de junio de 2022. Aceptado: 4 de agosto de 2022

Received: June 15th, 2022. Accepted: August 4th, 2022

### Functional Analytical Psychotherapy Mediated by Technologies: Case report on interpersonal behaviors.

**Abstract:** Functional Analytical Psychotherapy (FAP) is a therapeutic model framed in contextual therapy that aims to improve a person's abilities through therapeutic interaction during the session. Research has provided this model with empirical evidence that positions it as an alternative in the treatment of psychological problems such as anxiety, depression, interpersonal problems, and sexual abuse. However, due to the physical confinement that arose in the COVID-19 pandemic in 2020, the face-to-face modality became a risk factor, with tele-consultation being an option to provide psychological care for multiple problems. Under this background, the present case shows the implementation of FAP through tele-consultation to increase socially skillful interpersonal behaviors in a 23-year-old male. Weekly self-records with an n=1 type A-B design were used as evaluation measures. Through visual inspection, an increase in socially skillful interpersonal behaviors and a decrease in the perception of difficulty are observed, with this a first advance is achieved by showing that the FAP procedures are adapted to this modality, respecting the theoretical guidelines. of the interaction, however, the lack of measurement through psychometric instruments limits the analysis of results.

**Keywords:** Functional Analytical Psychotherapy, Teleconsultation, Interpersonal skills.

(\*) [hbgarcia\\_mosh11@hotmail.com](mailto:hbgarcia_mosh11@hotmail.com)

## 1. INTRODUCCIÓN

Debido al confinamiento físico que surgió en la pandemia por COVID 19, la modalidad presencial se convirtió en un factor de riesgo en la propagación del virus. Por ello, las intervenciones psicológicas a distancia se convirtieron en una alternativa segura para la implementación de servicios de psicoterapia. La teleconsulta se ha ido ajustando a las diversas necesidades poblacionales, desde el brindar atención cuando sucede un acontecimiento como un desastre natural, una guerra o una enfermedad (Gomes, 2019).

Dentro del área de psicología clínica, la teleconsulta ha tenido un desarrollo considerable bajo el modelo cognitivo conductual, mostrando resultados similares a las aplicaciones tradicionales (Andersson & Carlbring, 2017). Sin embargo, las denominadas terapias contextuales (Terapia de Aceptación y Compromiso, Terapia Dialectico Conductual, Psicoterapia analítico Funcional, Activación Conductual) han generado propuestas de trabajo distintas a los modelos cognitivo-conductuales, brindando una alternativa empíricamente valida a los usuarios de servicios de salud mental (Hayes, 2016).

A pesar de que las terapias contextuales han mostrado un nivel empírico considerable, las investigaciones en el área de teleconsulta no han sido lo suficientemente exploradas, siendo la Terapia de Aceptación y Compromiso y la Terapia Dialectico Conductual las que presentan mayor número de estudios (Kelson, et al, 2019; van Leeuwen, et al, 2021). Bajo este antecedente, el presente trabajo busca añadir información sobre la adaptación de la Psicoterapia Analítico Funcional (PAF) al campo de la teleconsulta.

## 2. MARCO TEÓRICO

Dentro de los modelos contextuales, la PAF se posiciona como una propuesta conductual del trabajo interpersonal entre el terapeuta y el consultante. Utiliza el Análisis Funcional de la conducta y por medio de este el terapeuta busca reforzar conductas terapéuticas durante la sesión, que se relacionan funcionalmente con el problema clínico, por lo cual estas conductas se generalizaran a otros contextos, disminuyendo indirectamente el malestar (Tsai, et al. 2014).

Para lograr estos cambios, el terapeuta debe conocer la nomenclatura propuesta para identificar los elementos a trabajar en sesión (Ver tabla.1) para así utilizar las 5 reglas que podemos resumir como: 1) Estar atento a la CCR, 2) Evocar las CCR, 3) Reforzar las CCR2, 4) Verificar el efecto del reforzamiento y 5) Evocar las CCR3. Sin embargo, estas reglas no son elementos rígidos para seguir, sino que la interacción durante las sesiones hará que el terapeuta discrimine el uso adecuado de alguna de ellas (Tsai, et al. 2016).

**Tabla 1.**  
Conceptos básicos de PAF.

Tipo de CCR	Superior
CCR1	Conductas que surgen en sesión que guardan una equivalencia funcional con el problema general.
CCR2	Conductas que surgen en sesión que son funcionalmente distintas al problema general, representan una mejoría.
CCR3	Conductas de auto interpretación por parte del paciente sobre su propia conducta.
OR1	Conductas que se presentan fuera de sesión que guardan una equivalencia funcional con el motivo de consulta.
OR2	Conductas que se presentan fuera de sesión que representan una mejoría del problema.
TR1	Conductas del terapeuta que promueven la aparición de CCR1 o OR1.
TR2	Conductas del terapeuta que promueven la aparición de CCR2 u OR2.

Basado en "Reducing inadvertent clinical errors: Guidelines from functional analytic psychotherapy" de Tsai, et al, 2016.

Del mismo modo, la PAF ha mostrado tener efectividad en problemas tan diversos como son: ansiedad, depresión, conductas adictivas, problemas sexuales. Si bien la relación interpersonal no permite utilizar diseños de investigación con grandes muestras como son los ensayos clínicos aleatorizados (ECA), se han utilizado modelos de N=1 que permiten observar la mejoría clínica de las poblaciones estudiadas (Mangabeira, et al. 2012).

Actualmente, el terapeuta cuenta con diversos cuestionarios que permiten medir el avance del consultante. Dentro de los más representativos se encuentran el Funcional Idiographic Assessment Template-Questionnaire (FIAT-Q, Darrow, et al, 2014), The Functional Analytic Psychotherapy Rating Scale (FAPRS; Callaghan, et al, 2008) y Experience of Self Scale, (EOSS; Kanter, et al. 2001).

Bajo estos antecedentes, el presente reporte de caso tiene por objetivo el brindar una guía práctica a terapeutas que están comenzando a formarse en PAF, para comprender como se realiza una conceptualización de caso, a través de diálogos entre terapeuta y consultante se aplican las reglas y finalmente mostrar los cambios observados en los autorregistros. Es importante mencionar que las sesiones se llevaron a cabo a través de tele-consulta, para determinar si existe alguna diferencia en la aplicación de los conceptos de acuerdo con la modalidad.

## 3. METODOLOGÍA

Se realizó un Estudio de Caso con un diseño n=1 de tipo A-B. Se utilizaron como medidas de evaluación los autorregistros semanales (Milne, et al, 2013).

### Motivo de consulta.

DY es un varón de 23 años, soltero, vive con sus padres, trabaja como personal de salud en horarios mixtos y reside en un municipio cercano a la ciudad de Acapulco, Guerrero, México. Acude a consulta debido la dificultad de expresar de forma adecuada sus necesidades afectivas en sus relaciones de

pareja, además de percibirse como una persona afectivamente dependiente.

### 3.1 Instrumentos.

Se utilizó el autorregistro semanal, los autorregistros tienen una tradición en la terapia de conducta como una medida apta si no se logra estar en contacto diario con el consultante, obteniendo resultados favorables en investigaciones recientes sobre atención plena (Baer, 2019). Dentro del mismo debía anotar lo siguiente:

- Conducta interpersonal pro-social (CIPS): toda aquella acción (comunicarse de manera asertiva, realizar actividades recreativas, etc.) que le permita mejorar su interacción cotidiana con sus seres queridos. Se le pidió que registrara el número de veces que realizo alguna de estas conductas durante la semana.
- Percepción de dificultad: nivel de exigencia hacia sí mismo por realizar una acción nueva. Se le pidió que valorara en escala Likert el grado de dificultad, donde 0 es nada difícil y 10 es muy difícil.

### 3.2 Procedimiento

Análisis funcional y topográfico.

Se realizó un análisis funcional de la conducta en diferentes sesiones del proceso psicoterapéutico, desde las primeras sesiones de evaluación y así como en las sesiones subsiguientes. Se realizó el análisis de variables ambientales (ED) que evocan o elicitan ciertas respuestas que el consultante refiere como conductas (RO) problemáticas a nivel cognitivo (pensamientos auto denigrantes), emocional (tristeza, miedo o enojo) que se experimenta de manera aversiva y conductual (apego e inhibición de expresión sus propias necesidades).

Por último, se incluyen las consecuencias que mantienen las conductas antes señaladas, las cuales se analizan en; efecto a corto plazo (R- o R+) y efecto a largo plazo; este último relacionado con el deterioro de la calidad de vida el consultante percibe. En la figura 1 se ejemplifican los realizados con el consultante en las primeras sesiones de evaluación.

### Objetivos terapéuticos.

Derivado de las entrevistas se llegó a mutuo acuerdo junto con DY de trabajar FAF a través de teleconsulta en una modalidad semanal con los siguientes objetivos:

1. Mejorar sus relaciones interpersonales.
  2. Expresar de forma asertiva sus necesidades.
- Incrementar sus redes de apoyo.

Figura 1  
Análisis Funcional de DY

ANTECEDENTES (ED) ¿Qué sucedió?	EXPERIENCIA PRIVADA ¿Qué sintió? ¿Qué pensó?	CONDUCTA (RO) ¿Qué hizo?	CONSECUENCIAS A CORTO PLAZO (R- o R+)	CONSECUENCIAS A LARGO PLAZO
Estaba con una chica con la que recientemente comenzaba a salir, la empecé a ver aburrida, como si estuviera distanciada de mi	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Seguro ya está pensando en dejarme</li> <li>• Siempre cometo el mismo error</li> <li>• No quiero que esto termine</li> <li>• Tengo que darlo todo para que no termine la relación</li> <li>• Miedo</li> <li>• Preocupación</li> </ul>	En ese momento tome una cadena oro que yo tenía y que me costó mucho dinero y se la regalé	Me sentí mejor porque fue una forma de que ella me pusiera atención nuevamente, olvide por completo que probablemente ella podría terminarme	Me sentí muy mal, porque era una cadena que yo apreciaba mucho y no creo que este bien intentar mantener de esa manera mis relaciones
Mientras estaba en casa descansando, recordé algunos momentos que pase con una de mis ex parejas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Ella ya no sentirá nada por mí?</li> <li>• ¿Y si en verdad nunca me quiso?</li> <li>• Decepción</li> <li>• Tristeza</li> <li>• dudas</li> </ul>	En ese momento me puse a buscar sus redes sociales buscando alguna prueba sobre si ella sigue pensando en mi	Me parece que fue una forma de desahogarme, me distraje por un momento de mis pensamientos	Posteriormente me sentí muy mal, me sentí solo, esa sensación que siempre regresa.

### 3.3 Análisis de Datos y tratamiento

Se brindó PAF estándar en sesiones semanales de 50 minutos de duración cada una. El tratamiento total fue de nueve sesiones. Las primeras tres fueron de evaluación, teniendo como resultado la conceptualización de caso (Ver Tabla 3.), las siguientes seis se aplicaron las reglas de PAF, se trabajaron habilidades de mindfulness y entrenamiento en asertividad, finalmente se dejaban como tareas para casa la programación de actividades (Tsai, et al, 2012, 2019). Después de la sesión nueve se pactó espaciar las sesiones para que DY practicara sus habilidades sin monitorización directa del terapeuta.

**Tabla 3.**  
Conceptualización de caso PAF de DY.

<b>Conceptualización y Plan de Tratamiento desde FAP:</b>	
<b>Terapeuta: *** Confidencial: ***</b>	
<b>Date: ***</b>	
<b>Aspectos históricos relevantes:</b>	
* Reporta dificultades en sus relaciones de pareja, entre las que menciona:	
Problemas de la vida diaria:	1.- Dependencia afectiva 2.- Dificultades para expresar sus necesidades (como le gustaría que fuera la relación) 3.- “Acelerar” los procesos de una relación cuando recientemente está conociendo a las personas (planear matrimonio, vida en familia, hijos, etc. A pocos días de iniciar sus relaciones)
Creencias problemáticas:	1.- Soy un pendejo 2.- Sé que volveré a fallar 3.- Siempre cometo el mismo error
VARIABLES QUE MANTIENEN LOS PROBLEMAS:	1.- Evita la expresión de deseos, necesidades y hacer valer los derechos que suele identificar 2.- Estado emocional con tendencia a la depresión y ansiedad, búsqueda de aceptación a través de la sobre exigencia laboral o “poner todo el empeño” en las relaciones de pareja. 3.- Su padre aún presenta en ocasiones ciertos comportamientos que reflejan rechazo a sus preferencias sexuales o la “manera de llevar su vida”
<b>Fortalezas y capacidades:</b>	
CCR's 1	1.- Decir “No sé si podría hacer eso que me está pidiendo” 2.- Realizar exactamente lo que el terapeuta le está solicitando como tareas para casa 3.- Ser autocrítico (decir, soy bien pendejo, si aparece otra persona haré la misma pendejada de siempre) 4.- Dice que si a todas las propuestas del terapeuta
CCR's 2 (Conductas Clínicamente Relevantes-conductas objetivos y de mejoría)	1.- Expresar sus necesidades en sesión 2.- Plantear objetivos para el proceso de psicoterapia 3.- Brindar su opinión acerca del trabajo en sesión
Metas en la terapia:	<b>Metas en la vida diaria:</b> Ayudarle a lograr sistemáticamente sus metas en la vida diaria. Extinguir o bloquear las CCR1's y reforzar las CCR's 2
Plan de intervención	Desarrollar habilidades interpersonales: Programación de actividades: Entrenar habilidades de mindfulness:
T1s (Problemas del terapeuta en sesión) & T2s (Mejorías del terapeuta en sesión):	T1s: “proteger” en exceso al consultante T2s: Permitir expresiones de rechazo (empático) hacia el consultante.

Basado en “Guía de la Psicoterapia Analítica Funcional. Consciencia, valor, amor y conductismo.” de (Tsai, et al, 2019).

Derivado del trabajo expresado en la formulación de caso, en la sesión 4 se comenzó a revisar las tareas en casa, sin embargo, existe un atraso en él envío del enlace de la sesión. En la tabla 4. Se ejemplifica el trabajo usando las reglas de PAF a partir del problema inicial.

**Tabla 4.**  
Cuadro dialogo 1.

T	DY. Me siento muy avergonzado contigo, te ofrezco una enorme disculpa creí que ya te había enviado el enlace de acceso, me quedé con la imagen cuando se lo envié al consultante anterior. (Regla 2)
DY	No te preocupes, yo creí que estabas ocupado o con el tiempo encima, yo lo tomo con calma. (CCR1)
T	Fíjate que me llama mucho la atención esto que me estás diciendo, porque me hace pensar que me estas justificando y al mismo tiempo recuerdo cuando me has platicado que le escribías a tus parejas anteriores y cuando no te contestaban tratabas de justificar esas conductas de ellas a pesar de tener miedo a que terminaran la relación. ¿Tiene alguna relación esto que te estoy diciendo? (Regla 1)
DY	Si creo que tiene sentido, si llego a hacer eso. Aunque si lo estoy pensando que seguramente estabas ocupado (CCR1)
T	Quiero correr un riesgo contigo y decirte que estoy experimentando en este momento que noto tu justificación hacia mí, me siento muy aligerado como si me hubieras quitado un peso de encima y al mismo tiempo pienso que entonces no era tan importante para ti empezar a la hora que habíamos acordado, te comento esto porque probablemente sea una experiencia muy similar la que han tenido tus parejas anteriores cuando ocurren estas situaciones. (Regla 2)
DY	Nunca lo había visto de esa manera, tiene sentido
T	¿Me pregunto si esa es la reacción que tu esperarías de ellas en ese tipo de circunstancias? (Regla 2)
DY	No, para nada, yo quisiera que adoptaran un papel más serio en la relación, que me dieran la importancia que yo les estoy dando en su momento.
T	¿Entiendo y creo que es muy válido que tu expreses tus necesidades, por ejemplo, ante esta situación de que yo no te envié el enlace a tiempo, que podrías decirme para que yo pudiera darte la seriedad que tu deseas? (Regla 2).
DY	Bueno podría decirte algo como "me gustaría que en futuras

sesiones me prestes un poco más de atención, me gustaría sentir que tu estas comprometido conmigo y con el proceso de mi terapia" (CCR2)

T Claro que sí, cuenta con eso pondré mayor seriedad a nuestro proceso. Te agradezco que hayas corrido ese riesgo y que te animes a expresarme más tus necesidades (regla 3)

T ¿Qué piensas de esto que acaba de ocurrir entre nosotros? (Regla 4)

DY Qué me gustaría ser más de esta manera creo que para mí sería muy importante

DY Te diría que, si tú crees que eso es bueno para mí, para ti y para la terapia entonces está bien que lo hagamos, aunque me duela y aunque en este momento yo me sienta muy confundido por lo que está sucediendo (CCR2)

T ¡Claro! Me ha parecido excelente que puedas notar ese dolor y que además puedas darte la oportunidad de hacer algo distinto, me siento contento de poder ver tu crecimiento (Regla 3) ¿qué impacto tiene esto que te digo? (Regla 4)

DY Es un impacto positivo porque pensándolo bien creo que si lo estás haciendo por mi bienestar y te lo agradezco mucho (CCR2)

T	TERAPEUTA
DY	CONSULTANTE

T	TERAPEUTA
DY	CONSULTANTE

Como podemos observar, las reglas de PAF lograron generar una CCR3 en DY, por lo cual esta primera conducta de mejora podrá ser replicada en futuros escenarios. Durante la sesión 9, previo a distanciar las sesiones se presenta una nueva interacción sobre los avances (ver Tabla 5.)

Como podemos observar, el uso de reglas de forma adecuada en la sesión permite evocar CCR2, lo cual refuerza los logros generales.

Tabla 5. Cuadro dialogo 2.

DY Y es que el tema de la dependencia emocional es difícil evaluarla porque me pasa con las parejas, pero en este momento no tengo, eso de repente me hace pensar porque sigo viniendo a terapia

T Me llama la atención eso que dices (Regla 1) y si efectivamente es difícil más no imposible evaluar cómo vas con eso, no sé, por que justamente me he quedado pensando lo que hemos visto las últimas sesiones y los avances que has tenido aquí en sesión y me pregunto ¿qué pensarías si te digo que sería bueno comenzar a vernos cada 15 días sin tener ningún tipo de contacto en todo ese tiempo? (Regla 2)

DY (Cambian sus gestos faciales y guarda silencio un momento), me sentiría rechazado como insuficiente o que no soy digno (CCR1)

T ¿Esto que estas experimentando en este momento es algo similar a los que experimentas en tus relaciones de pareja cuando hablas de la dependencia emocional? (Regla 1)

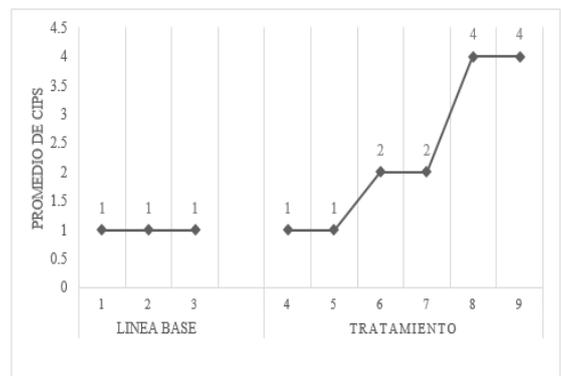
DY Sí, justamente es este miedo ¿Y si esta fuera una oportunidad para hacer algo diferente a los que sueles hacer en esos momentos, se te ocurre que podrías hacer? ¿Qué podrías decirme que refleje la persona que te gustaría ser en tus relaciones? (Regla 2)

#### 4. RESULTADOS Y/O DISCUSIÓN

Se graficaron las dos conductas puestas en el autorregistro y se procedió a realizar un análisis visual de los avances entre sesiones.

En la Figura 2. se representan las CIPS, podemos observar que el promedio durante la línea base (A) fue de 1 conducta al día, mismo que se mantuvo durante las sesiones 4 y 5, sin embargo, a partir de la sesión 6 la conducta incremento a 2 al día, este mismo promedio se mantuvo en la sesión 7. Finalmente, en las sesiones 8 y 9 el promedio de conductas fue de 4 al día, con ello podemos observar la tendencia acumulativa de las CIPS en la fase de intervención (B).

Figura 2  
Registro de cambio de CIPS

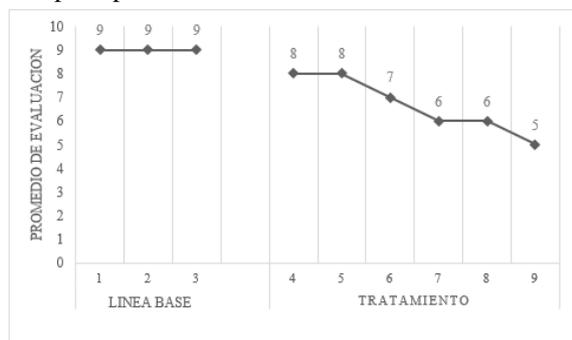


Elaboración propia de los autores.

Por otra parte, la Figura 3 muestra el promedio de evaluación de dificultad percibida por DY sobre la ejecución de la CIPS, como podemos observar durante la línea base (A) el promedio fue constante en un valor de 9. Sin embargo, se observa que desde el inicio de la intervención (B) el promedio disminuye

continuamente hasta la sesión 9 en donde se obtiene un promedio de 5.

Figura 3  
Registro de percepción de dificultad de DY



Elaboración propia de los autores.

## 5. CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos, podríamos inferir que la intervención está comenzando a brindar mejorías clínicas constantes durante las sesiones, aumentando la CIPS y disminuyendo la dificultad percibida de las mismas. Sin embargo, debido a que no se contaba con más datos de registro, no pudo mostrar la tendencia, hacer análisis de índices NAPP o KHAPPA, necesarios en este tipo de estudios (Mirza, et al, 2017). Otra limitante observada en el estudio es que no se contó con los instrumentos estándar que se utilizan en las investigaciones de PAF. Estos instrumentos hubieran brindado elementos centrales necesarios para contrastar si las CIPS del autorregistro, mostraban un cambio en el FIAT-Q.

Finalmente, la modalidad de teleconsulta no presentó dificultades en la aplicación de los conceptos y reglas de PAF, esto puede ser una nueva línea de investigación donde la interacción pueda ser medida de forma adecuada, sin embargo, se deberá generar adaptaciones de los instrumentos y mejorar el diseño de investigación para futuros estudios.

## REFERENCIAS

- Andersson, G., & Carlbring, P. (2017). Internet-Assisted Cognitive Behavioral Therapy. *The Psychiatric clinics of North America*, 40(4), 689–700. <https://doi.org/10.1016/j.psc.2017.08.004>
- Baer R. (2019). Assessment of mindfulness by self-report. *Current opinion in psychology*, 28, 42–48. <https://doi.org/10.1016/j.copsyc.2018.10.015>
- Callaghan, G., Follette, W., Ruckstuhl, L., & Linnerooth, P. (2008). The Functional Analytic Psychotherapy Rating Scale (FAPRS): A behavioral psychotherapy coding system. *The Behavior Analyst Today*, 9(1), 98–116.
- Darrow, S., Callaghan, G., Bonow, J., & Follette, W. (2014). The Functional Idiographic Assessment Template-Questionnaire (FIAT-Q): Initial Psychometric Properties. *J Contextual Behav Sci.*, 3(2): 124–135.
- Gomes M. A. (2019). The Present And Future Of Telehealth. *Health affairs (Project Hope)*, 38(4), 693–694. <https://doi.org/10.1377/hlthaff.2019.00210>
- Hayes, S. C. (2016). Acceptance and Commitment Therapy, Relational Frame Theory, and the Third Wave of Behavioral and Cognitive Therapies - Republished Article. *Behavior therapy*, 47(6), 869–885. <https://doi.org/10.1016/j.beth.2016.11.006>
- Kanter, J. W., Parker, C. R., & Kohlenberg, R. J. (2001). Finding the self: A behavioral measure and its clinical implications. *Psychotherapy: Theory, Research, Practice, Training*, 38(2), 198–211. <https://doi.org/10.1037/0033-3204.38.2.198>
- Kelson, J., Rollin, A., Ridout, B., & Campbell, A. (2019). Internet-Delivered Acceptance and Commitment Therapy for Anxiety Treatment: Systematic Review. *Journal of medical Internet research*, 21(1), e12530. <https://doi.org/10.2196/12530>
- Mangabeira, V., Kanter, J., & Del Prette, G. (2012). Functional Analytic Psychotherapy (FAP): A review of publications from 1990 to 2010. *International Journal of Behavioral Consultation and Therapy*, 7(2-3), 78-89. <http://dx.doi.org/10.1037/h0100941>
- Milne, D. L., Reiser, R. P., & Cliffe, T. (2013). An N = 1 evaluation of enhanced CBT supervision. *Behavioural and cognitive psychotherapy*, 41(2), 210–220. <https://doi.org/10.1017/S1352465812000434>
- Mirza, R. D., Punja, S., Vohra, S., & Guyatt, G. (2017). The history and development of N-of-1 trials. *Journal of the Royal Society of Medicine*, 110(8), 330–340. <https://doi.org/10.1177/0141076817721131>
- Tsai, M., Kohlenberg, R., Kanter, J., Holman, G., & Plummel-Loudon, M. (2012). Functional analytic therapy: Distinctive features. Routledge.
- Tsai, M., Kohlenberg, R., Kanter, J., Kohlenberg, B., Follette, W., & Callaghan, G. (2019). Guía de la Psicoterapia Analítica Funcional. Consciencia, valor, amor y conductismo. Springer.
- Tsai, M., Mandell, T., Maitland, D., Kanter, J., & Kohlenberg, R. J. (2016). Reducing inadvertent clinical errors: Guidelines from functional analytic psychotherapy. *Psychotherapy (Chicago, Ill.)*, 53(3), 331–335. <https://doi.org/10.1037/pst0000065>
- Tsai, M., Yard, S., & Kohlenberg, R. J. (2014). Functional analytic psychotherapy: a behavioral relational approach to treatment. *Psychotherapy (Chicago, Ill.)*, 51(3), 364–371. <https://doi.org/10.1037/a0036506>

# Revisión Sobre el Análisis y Protección de Tuberías Enterradas Ante Cargas Sobre la Superficie del Terreno

Gómez Jiménez Carlos Arturo<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito, Bogotá, Colombia*

**Resumen:** Las tuberías enterradas son necesarias para el transporte de productos (agua potable, desechos residuales, hidrocarburos, entre otros) de un punto geográfico a otro. Existen diferentes criterios para seleccionar la calidad, espesor y material de la tubería, que combinados tienen que garantizar que el esfuerzo máximo admisible sea mayor que el esfuerzo aplicado sobre el material. En ocasiones, se requiere del paso de vehículos (no contemplados en el diseño original) sobre la red existente, lo que obliga a implementar soluciones adicionales para proteger la red. Este trabajo tiene la finalidad de hacer una revisión sobre el análisis y protección de tuberías enterradas ante cargas sobre la superficie del terreno, mencionando los métodos de análisis, tendencias de protección y exigencias en la normativa nacional e internacional. Finalmente se concluye el problema de interacción suelo-tubería es de gran complejidad y que la inclusión de protección mecánica entre la superficie del terreno y la tubería influye en el grado de protección de la tubería.

**Palabras clave:** Análisis numérico; Interacción suelo-tubería; Protección de tuberías enterradas; Métodos de los elementos finitos.

Recibido: 5 de junio de 2022. Aceptado: 1 de agosto de 2022

Received: June 5th, 2022. Accepted: August 1st, 2022

## Review on the Analysis and Protection of Buried Pipelines from Ground Surface Loads

**Abstract:** Buried pipelines are necessary for the transportation of products (drinking water, wastewater, sewage, hydrocarbons, among others) from one geographical point to another. There are different criteria to select the quality, thickness and material of the pipe, which combined have to guarantee that the maximum admissible stress is greater than the stress applied on the material. Sometimes, the passage of vehicles (not contemplated in the original design) over the existing network is required, which makes it necessary to implement additional solutions to protect the network. The purpose of this work is to review the analysis and protection of buried pipelines from loads on the ground surface, mentioning the analysis methods, protection trends and requirements in national and international standards. Finally, it is concluded that the soil-pipe interaction problem is of great complexity and that the inclusion of mechanical protection between the ground surface and the pipe influences the degree of protection of the pipe.

**Keywords:** Numerical analysis; Soil-pipe interaction; Protection of buried pipelines; Finite element methods.

---

(1) carlos.gjimenez@mail.escuelaing.edu.co

## 1. INTRODUCCIÓN

En todo el territorio colombiano, existe un gran sistema de tuberías enterradas que transportan los recursos naturales de un punto a otro, la gran mayoría, se diseñaron hace más de veinte años y están sometidas a cargas que pueden generar fisuración de las tuberías. Lo mismo sucede en otros países. Por ejemplo, solo en Inglaterra y Gales, se desperdician 3113 millones de litros de agua potable cada día (Discover Water, 2021).

Por otra parte, en el sector Oil & Gas, es común emplear tuberías de acero al carbono (AC), las cuales por sus propiedades físicas y mecánicas son ideales para ser empleadas en el transporte de hidrocarburos.

Es importante notar que el comportamiento de las tuberías flexibles total y parcialmente enterradas es un problema complejo de modelamiento de suelo-estructura (Bryden et al., 2015), por la cantidad de variables involucradas e idealizaciones que se hacen a nivel teórico.

Cuando se instala una tubería de conducción enterrada, es imposible predecir todos los eventos que ocurrirán en el derecho de vía (DDV) durante su vida útil. Por esta razón, cada vez que se requiere realizar trabajos sobre o en cercanía de una red existente, se efectúa un análisis de flexibilidad de la tubería con el fin de determinar si el tubo experimentará daños debidos al paso de cargas.

En el caso de tuberías que conducen hidrocarburos, se realiza un análisis de acuerdo con la norma API 1102, la cual recomienda emplear protección mecánica si la distancia entre la cota lomo del tubo y el terreno natural es menor a 1.8 m en cruces de autopista. Sin embargo, esta norma y la NTC 3828, no especifican los tipos de protección mecánica.

Los sistemas de protección más comunes por sus bajos costos corresponden a la construcción de un terraplén con material de la zona hasta lograr un espesor de suelo de 1.8 m entre la rasante del terraplén y la cota lomo de la tubería, y al empleo de láminas de protección entre la tubería y la carga superficial para disminuir los esfuerzos sobre el tubo debido a la carga (Ecopetrol, 2013).

Debido a la posibilidad de agrietamiento de la tubería producto del paso de cargas superficiales de tránsito, que en ocasiones exceden la magnitud de carga considerada inicialmente, es importante comprender el comportamiento de las tuberías enterradas a poca profundidad con el fin de proponer sistemas de protección durante la vida útil de la tubería (Bayton et al., 2018). Además, en el transporte de hidrocarburos, una ruptura puede implicar catástrofes ambientales

Este trabajo tiene la finalidad de hacer una revisión sobre el análisis y protección de tuberías enterradas ante cargas sobre la superficie del terreno, mencionando los métodos de análisis, tendencias de protección y exigencias en la normativa nacional e internacional. La revisión bibliográfica que se consulta está enfocada en modelos numéricos mediante elementos finitos bidimensionales y tridimensionales, modelados físicos a través

de centrífuga y tipos de protección mecánica que se implementan como los agregados derivados de neumáticos (Tire-derived aggregate TDA), geotextiles y geoespuma (Expanded Polystyrene EPS). Por último, se hará un enfoque en tuberías flexibles de material AC usados en el sector Oil & Gas.

## 2. MARCO TEÓRICO

### 2.1 Principales normativas vigentes sobre tuberías enterradas en Colombia

Entes reguladores:

- ANSI: American National Standards Institute.
- ASME: American Society of Mechanical Engineer.
- API: American Petroleum Institute.
- ASTM: American Society for Testing and Materials.
- NTC: Normas Técnicas Colombianas.
- NSR-10: Norma Sismo Resistente del 2010.
- CCP14: Norma Colombiana de Diseño de Puentes.

Normas específicas:

- ASME B31.4: Norma del Instituto Americano de Normas Nacionales y la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos. Código para los Sistemas de Transporte por Oleoductos.
- ASTM A-36: Carbon Structural Steel.
- NTC 3728: Gaseoductos. Líneas de transporte y redes de distribución.
- NSR-10 Título H: Estudios Geotécnicos.

Las principales normas implementadas en Colombia dentro del sector Oil & Gas es la API 1102 (desarrollada en los Estados Unidos de América) y NTC3828 (específica para Colombia). Ninguna de las dos normas mencionadas, especifican los tipos de protección mecánica que pueden ser usadas.

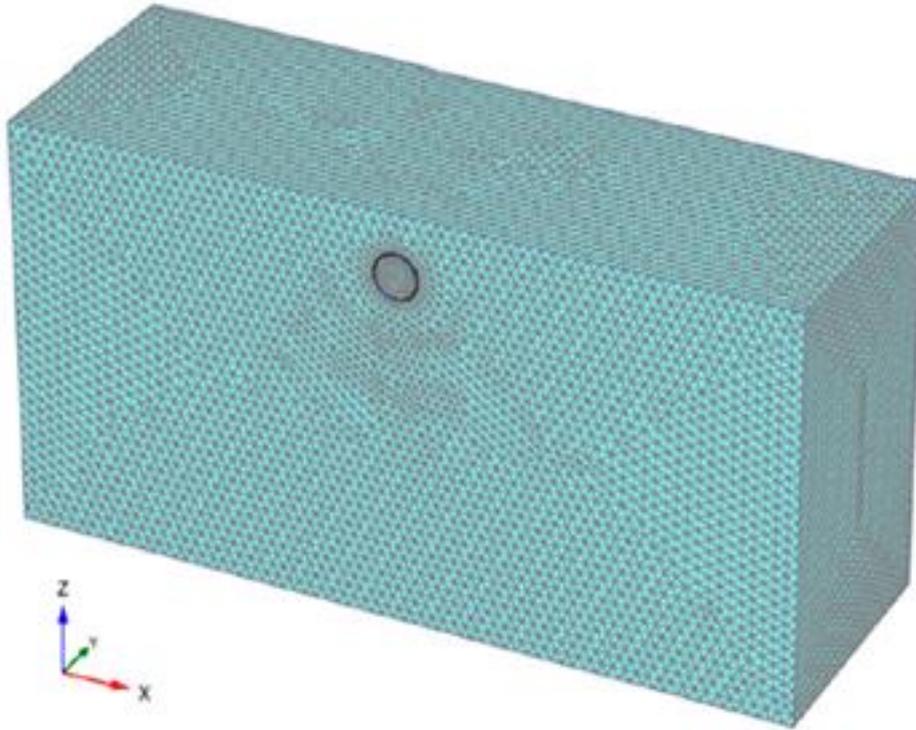
### 2.2 Modelos numéricos de análisis mediante elementos finitos bidimensional y tridimensional

Los primeros análisis de esfuerzos en tuberías enterradas fueron realizados por Marston a principios del XX (González y Reyes, 2014), y otros investigadores continuaron este estudio en los años 1930s de acuerdo con la capacidad de la tecnología de su tiempo (Goltabar y Shekarchi, 2010). Sin embargo, el problema de suelo-estructura es desafiante de analizar por medio de cálculos analíticos. En la actualidad se emplean análisis numéricos completos, como, por ejemplo, utilizando el método de los elementos finitos (Kliszczewicz, 2013).

En las últimas décadas, se han desarrollado varios programas de computador basados en modelación numérica para el análisis como ABAQUS, ANSYS, PLAXIS, FLAC2D, FLAC3D, MIDAS, y RS2 y RS3 de ROCSCIENCE, entre otros. Los resultados más representativos, se obtienen al realizar un mallado no estructurado, que consiste en subdividir

el modelo en pequeñas partes, alrededor de la tubería “Figura 1.” y lejos de la tubería se puede incrementar el tamaño de la malla (Goltabar y Shekarchi, 2010). Con respecto a las investigaciones experimentales (modelación física) de

estructuras enterradas, estas requieren una logística compleja, son costosas y en algunos casos, son poco prácticas (Khademi-Zahedi, 2019).



**Figura 1.** Modelo típico de malla empleado para análisis tridimensional de tuberías enterradas (Bryden et al., 2015).

Estudios realizados por Kevan (1985), mostraron una muy buena correlación entre los resultados obtenidos del análisis de elementos finitos y las respuestas medidas en pruebas de modelos físicos de tuberías enterradas. Esto ha proporcionado una justificación sólida para el uso del método de elementos finitos para modelar adecuadamente diversas condiciones de instalación, materiales del suelo, condiciones de carga, tamaños de tubería, etc., sin el costo adicional de realizar pruebas físicas detalladas (Sharp et al., 1985). Estudios recientes han validado esta conclusión como lo expone Hsu (2020) Emami Saleh et al. (2021) Xia et al. (2021) y Yang y Li (2021)

Por otra parte, se ha demostrado que los esfuerzos en el suelo y la tubería están fuertemente influenciados por el tipo de suelo (Karmaker, 2019). En forma adicional, la densidad del suelo y la profundidad de instalación de la tubería son factores importantes en la interacción suelo-tubería (Bildik, 2012).

Con respecto a la carga superficial aplicada, algunos estudios indican que los esfuerzos producidos por la carga concentrada por rueda son ligeramente superiores a los esfuerzos generados por la carga distribuida por rueda, con una diferencia máxima del 5 % (Khademi-Zahedi, 2019), demostrando resultados muy similares.

En los estudios realizados por Khademi-Zahedi (2019) de tuberías enterradas en arenas sueltas mediante elementos finitos se concluyó que:

- La magnitud y distribución de la sobrecarga superficial afecta el comportamiento de la tubería.
- Los desplazamientos de la tubería disminuyen con el aumento de la relación de profundidad/diámetro de instalación de la tubería.
- El comportamiento de la tubería está fuertemente influenciado por la densidad del material circundante. Los desplazamientos verticales de la tubería disminuyen con el aumento de la densidad del material “Figura 2”.
- Los resultados muestran que los desplazamientos de la tubería disminuyen con el aumento de la rigidez de esta y los desplazamientos de las tuberías de hormigón son menores que los de las tuberías de polietileno.

Investigaciones más recientes, han combinado los elementos finitos con estudios de confiabilidad, en los cuales se ha determinado que a mayor carga de vehículo la magnitud del índice de confiabilidad es menor (Xi et al., 2019).

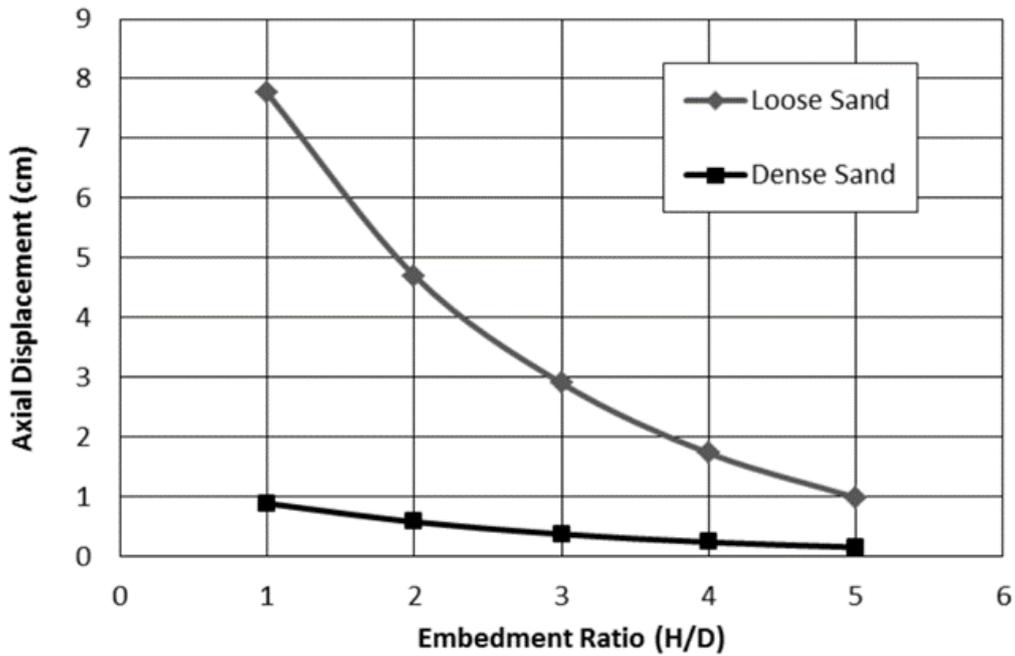


Figura 2. Efecto de la densidad relativa de la arena en las deformaciones de tuberías enterradas (Bildik, 2012).

A partir de análisis numéricos se ha determinado que las predicciones bidimensionales del comportamiento del sistema suelo-tubería indican una relación casi lineal entre la deflexión de la tubería y la presión aplicada, mientras que el análisis tridimensional muestra un comportamiento no lineal, especialmente para las cargas más altas. Sin embargo, a nivel general, se ha observado que la respuesta (deformación) de la tubería al esfuerzo aplicado produce una forma elíptica deformada de la tubería (Fattah et al., 2016).

### 2.3 Modelos físicos en centrífuga geotécnica

El uso de la centrífuga geotécnica ha demostrado que es una herramienta importante en el comportamiento de las estructuras geotécnicas, la cual principalmente ha sido de utilidad para evaluar las siguientes cuatro aplicaciones: modelado de un prototipo, investigación de conceptos de diseño nuevos, estudios paramétricos y validación de los resultados obtenidos de métodos numéricos (Lozada et al., 2021). En la “Figura 3” se muestra la centrífuga perteneciente a la Escuela Colombiana de Ingeniería.

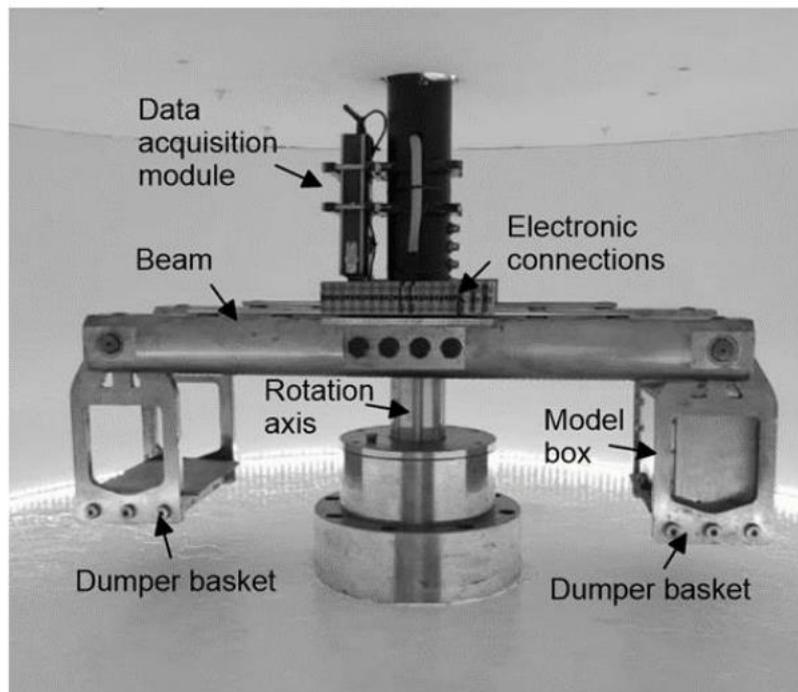


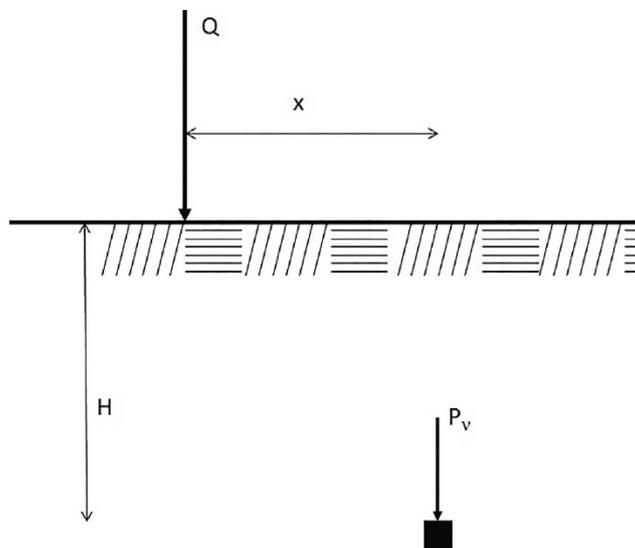
Figura 3. Mini-centrífuga geotécnica perteneciente a la Escuela Colombiana de Ingeniería (Lozada et al., 2021).

El empleo de la centrífuga geotécnica para el estudio de tuberías enterradas ha tenido una amplia atención. Sin embargo, existe relativamente poca literatura disponible con resultados experimentales, en particular con relación a la interacción tubería-suelo (Bayton et al., 2018). En especial el análisis de las tuberías flexibles tiene un grado de dificultad mayor que la evaluación de las tuberías rígidas. (Bryden et al., 2015).

En el diseño de tuberías enterradas, un parámetro clave es minimizar los cambios muy grandes en la flexión en distancias cortas, así como los puntos abruptos de inflexión, ya que estos tienen esfuerzos grandes de corte asociados. De acuerdo con los estudios realizados por Bayton et al (2018), una mayor profundidad de instalación incrementa la reducción en los esfuerzos de la tubería y ayuda a aumentar la vida útil de la tubería.

La clasificación de la flexibilidad de las tuberías se evalúa con base en su rigidez efectiva, definida como el factor de rigidez anular  $\frac{EI}{R^3}$  donde E es el módulo Young; I es el momento de inercia; y R es el radio promedio de la tubería (Bryden et al., 2015).

El análisis de modelos de tuberías enterradas en centrífuga está relacionado con la teoría de Boussinesq de incrementos de esfuerzos debido a cargas externas, en donde el efecto de la carga superficial disminuye sustancialmente con la profundidad de instalación de la tubería (Bryden et al., 2015). En la “Figura 4” se muestra un esquema de un modelo típico de Boussinesq utilizado en la modelación física en centrífuga.



**Figura 4.** Modelo Boussinesq típico empleado en centrífuga en donde se analizan cargas puntuales a una distancia del punto de interés (Saboya et al., 2020).

Por otro lado, Neves et al. (2021) determinaron que las cargas superficiales producen deformaciones muy pequeñas en la tubería, y en consecuencia se puede asumir que el suelo se comporta en forma lineal.

A continuación, se plantean algunos comentarios a partir de la revisión de algunos de los artículos consultados:

- El análisis de tuberías enterradas a diferentes profundidades muestra que las tuberías menos profundas están sujetas a momentos de flexión significativamente mayores (Bayton et al., 2018).
- En general, el efecto de la carga superficial sobre el empuje desarrollado y la fuerza normal en la pared de la tubería se desvanece cuando la carga se localiza a una profundidad de aproximadamente dos diámetros (Bryden et al., 2015).
- El efecto de la carga superficial sobre las deformaciones máximas de la tubería disminuye rápidamente a medida que la carga se aleja de la

tubería en la horizontal y se desvanece aproximadamente a los dos diámetros del eje vertical de la tubería (Bryden et al., 2015).

- Las deformaciones diametrales provocadas por las cargas de los vehículos no superaron el límite del 2 % sugerido por la norma AWWA. La magnitud de deformación más alta medida fue de 0.2 % (Neves et al., 2021) En la “Figura 6”, se ilustran los resultados de la investigación.

Rakitin y Ming (2016) realizaron un estudio en donde compararon los resultados de centrífuga con un modelo a escala real, y se concluyó que los resultados de la prueba de la centrífuga concordaban razonablemente con los de las pruebas a escala real. En la “Figura 5” se compara el momento flector obtenido de un modelo físico en centrífuga con el obtenido en un modelo a escala real.

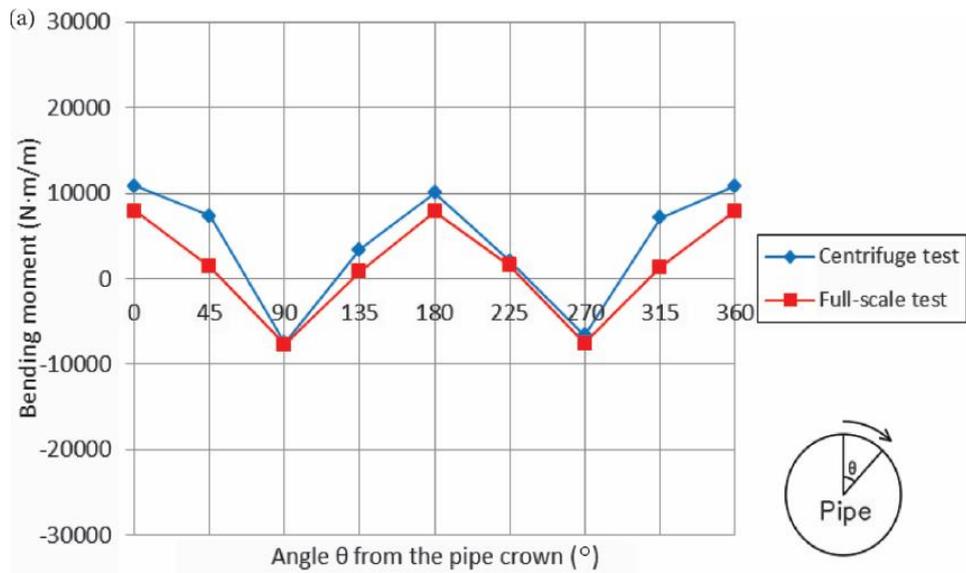


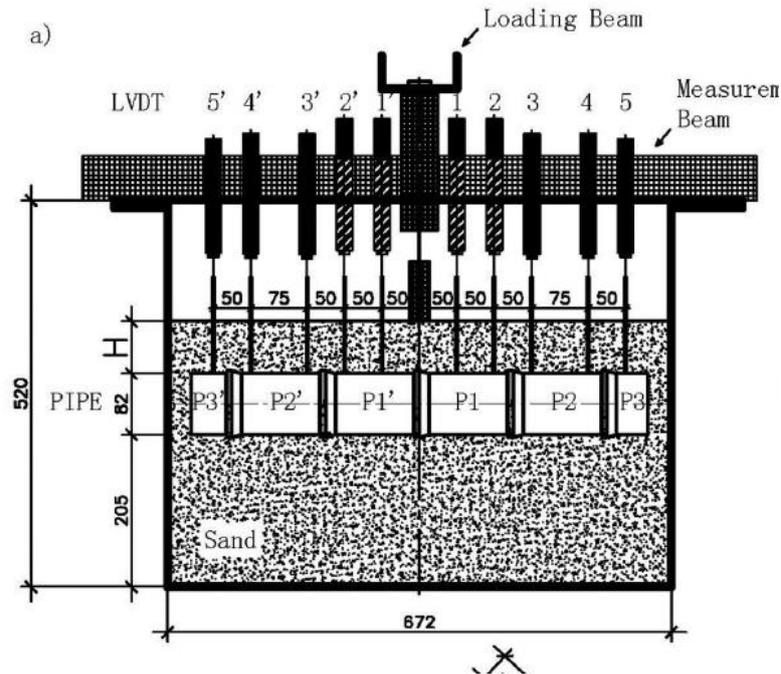
Figura 5. Flexión obtenida en un modelo en centrifuga comparado con un modelo de escala real demostrando un grado alto de coincidencia (Rakitin y Ming, 2016).

Load position	H/D		
	2	1.5	1
4D			
3D			
2D			
1D			
0D			

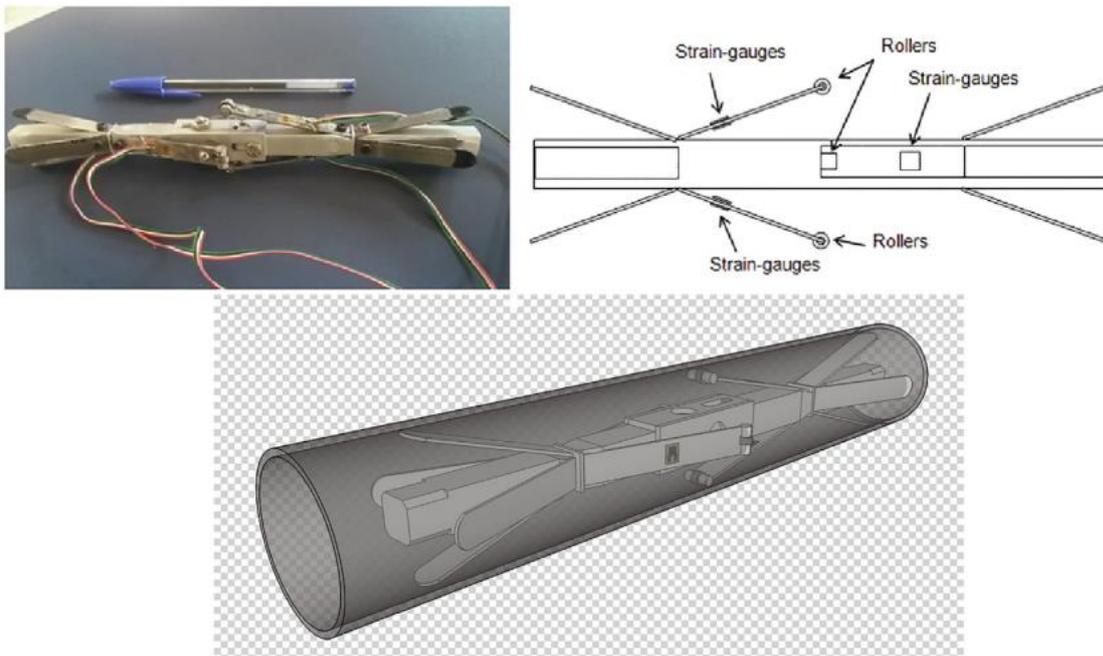
Figura 6. Sección de la tubería deformada a diferentes relaciones profundidad/diámetro y con respecto a una distancia diametral de la carga (Neves et al., 2021).

Con respecto a la instrumentación de ensayos de tuberías enterradas, se han propuesto diversos montajes con el fin de medir deformaciones. En la “Figura 7” y “Figura 8” se

muestran ejemplos de los ensayos realizados junto con la instrumentación utilizada.



**Figura 7.** Modelos físicos en centrífuga de tuberías enterradas. Montaje realizado con transductor de desplazamiento lineal variable, LVDT (Rakitin y Xu, 2015).



**Figura 8.** Instrumentación propuesta por Saboya et al (2020) para el estudio de tuberías enterradas en centrífuga geotécnica. Dentro de la tubería enterrada se instalaron cuatro transductores para medir los cambios de diámetro en dos diámetros perpendiculares entre sí.

Con respecto a las cargas dinámicas, se han elaborado montajes complejos en la centrífuga geotécnica como los realizados por Saboya et al. (2020), en donde un motor desplaza una carga para simular cargas de tránsito sobre una tubería. Así mismo, ataron a la tubería con una geomalla, y concluyeron que como sistema de anclaje es prometedor y

proporciona un método simple, económico y directo para mejorar la resistencia al levantamiento de tuberías enterradas (Saboya et al., 2012). En la “Figura 9”, se ilustra el montaje realizado por Saboya et al. (2020).

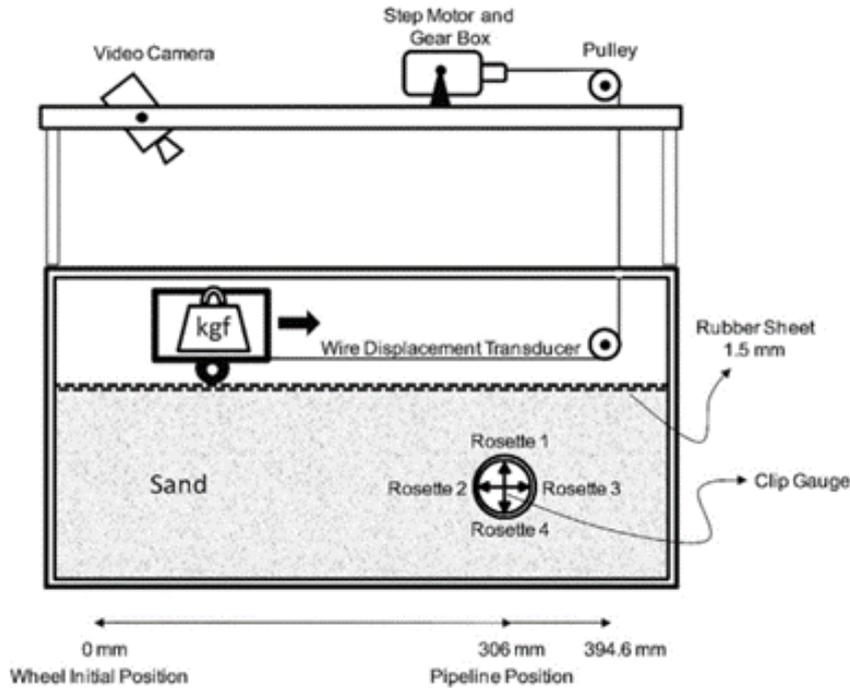


Figura 9. Montaje en la centrífuga geotécnica para simular una carga de tránsito superficial sobre una tubería enterrada (Saboya et al., 2020).

Por último, investigaciones modernas combinan modelados físicos combinado con modelados computacionales, como se aprecia en los trabajos realizados por Ordóñez et al (2007), Dezfooli et al (2015), Demirci et al (2018), Fattah et al (2018), Elshesheny et al (2019) y Park et al (2020) con el fin de demostrar una gran similitud entre los resultados obtenidos y así verificar los modelos matemáticos.

2.4 Análisis de protección de tuberías enterradas

Con el fin de proteger las tuberías enterradas ante cargas aplicadas sobre la superficie del terreno, se han realizado investigaciones con diferentes materiales de protección para determinar los efectos de estos sobre las deformaciones de las tuberías. Se han empleado bloques de poliestireno expandido,

geoceldas, geomallas, agregados de reciclaje de llantas (Tire-derived aggregate TDA), anillos de concreto o combinaciones de estos.

En general, los resultados muestran que el refuerzo mediante geoceldas produce una reducción significativa y positiva en el asentamiento de la superficie y el esfuerzo vertical en la corona de la tubería, con el consecuente aumento de la seguridad de la tubería (Almohammed et al., 2018; Ma et al., 2019). Por otra parte, los bloques de geoespuma se pueden emplear como un sistema ligero de cubierta para proteger tuberías enterradas amenazadas por una posible ruptura como resultado de fallas del suelo (Bartlett et al., 2015). En la “Figura 10”, se muestra un esquema de protección de tuberías enterradas empleando bloques de geoespuma.

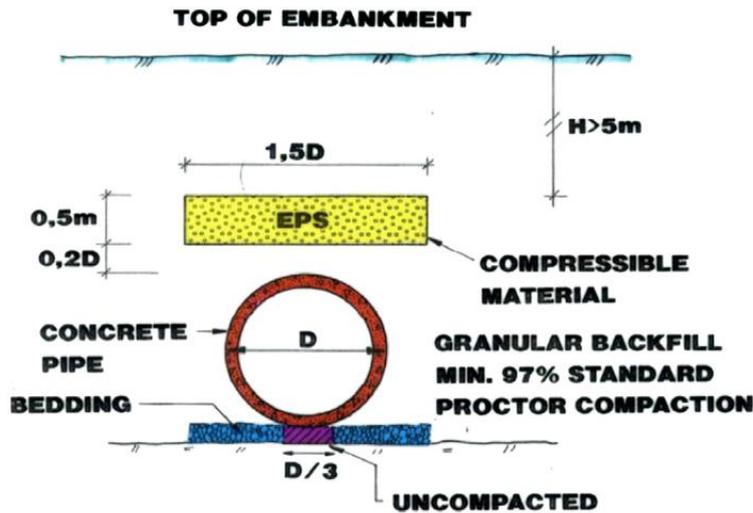
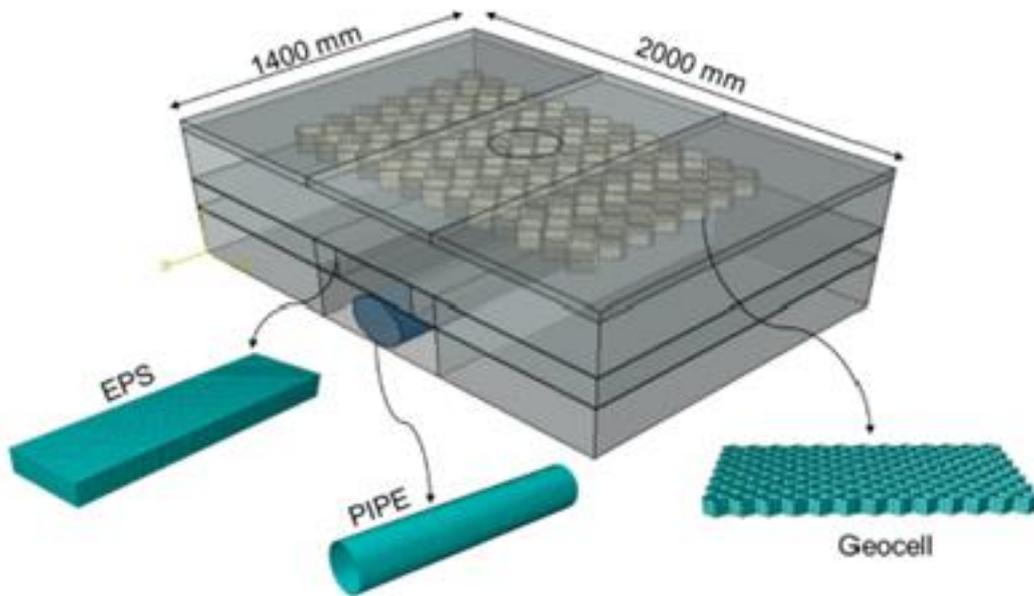


Figura 10. Tubería enterrada y protección mediante geoespuma (Expanded Polystyrene EPS) recomendado para el método de zanja imperfecta (Bartlett et al., 2015).

Diversos trabajos como son Ahmed et al. (2015), Fattah et al. (2016), Elshesheny et al. (2020) y Bildik y Laman (2020) Pires y Palmeira (2021) han concluido que el beneficio de utilizar refuerzo de geomalla por encima de la tubería enterrada es aumentar la capacidad de carga del suelo y disminuir la transferencia de carga a las estructuras subterráneas.

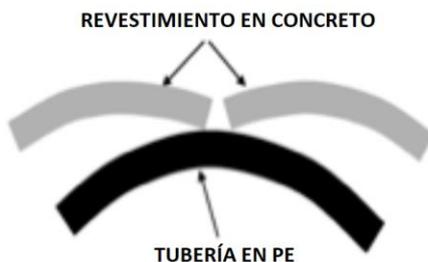
El uso de geoceldas con geomalla reduce significativamente la deformación de la tubería (Hegde y Sitharam, 2015). En

general, de acuerdo con mediciones se han observado reducciones de más del 50% en el esfuerzo y una reducción de más del 40% en la deformación de la tubería (Hegde y Sitharam, 2015). Por otra parte, se han obtenido conclusiones similares en la investigación de Khalaj et al. (2017; 2020) utilizando geoceldas “Figura 11”, y por otros investigadores como en los estudios realizados por Pires y Palmeira (2021) y Tavakoli Mehrjardi et al., (2015).



**Figura 11.** Modelo analítico realizado por Khalaj et al. (2020) empleando geoceldas para la protección de una tubería enterrada.

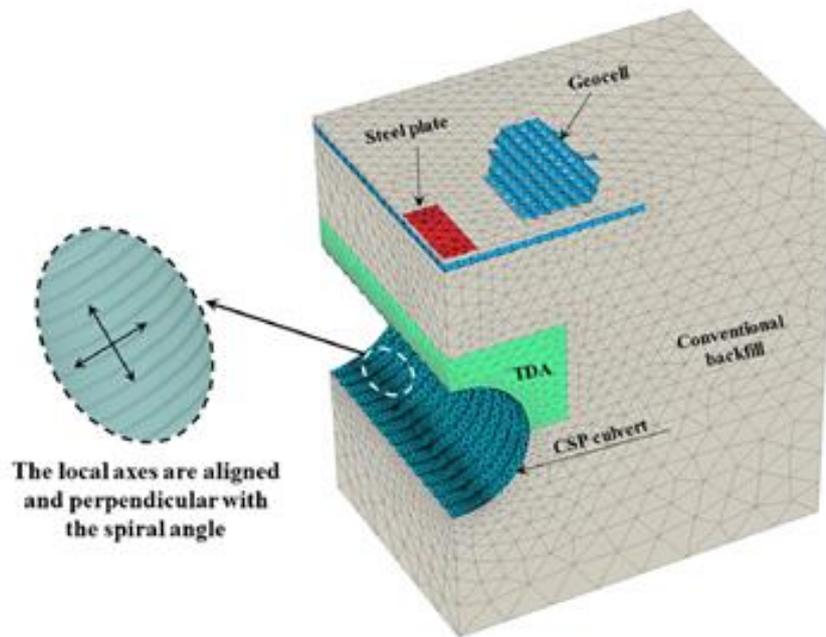
Con respecto al revestimiento de anillos de hormigón no reforzado, se ha concluido que su comportamiento mecánico no es óptimo, dado que el hormigón no es un material lo suficientemente resistente para soportar las cargas estáticas y dinámicas, y produce cargas punzantes sobre las tuberías cuando el revestimiento de hormigón se fractura como se ilustra en la “Figura 12” (Mill-Pro, 2019).



**Figura 12.** Fractura y esfuerzo de punzonamiento en una tubería generada por un revestimiento de concreto fracturado (Mill-Pro, 2019).

Recientes estudios han investigado protecciones mediante rellenos constituidos por agregados de reciclaje de llantas (TDA). Los resultados de campo muestran que el uso de una capa de TDA sobre la tubería es significativamente efectivo para reducir los esfuerzos sobre la tubería y la magnitud de las presiones transferidas en comparación con el uso de rellenos convencionales. El TDA actúa como un colchón de esfuerzos, el cual que absorbe las cargas impuestas en un rango entre 20 % y 50 % minimizando el área expuesta de la tubería a los esfuerzos producidos por las cargas externas como se muestra en investigaciones realizadas por Humphrey (2004), Ashari y El Nagggar (2017), Ashari (2018), Meguid y Youssef (2018), Mahgoub y Nagggar (2019), Quin y Wang (2021).

Mahboub y Nagggar (2020), combinaron el empleo de geoceldas con TDA y concluyeron que el uso de una capa de TDA sobre las tuberías enterradas reduce los esfuerzos de la tubería antes de que ocurra la falla por punzonamiento. En la “Figura 13” se ilustra el modelo de análisis empleado dentro de sus investigaciones.



**Figura 13.** Modelo de análisis numérico de una protección de tuberías enterradas constituida por agregado de llantas recicladas (TDA) y geoceldas (Mahgoub y Naggar, 2020).

### 3. METODOLOGÍA

De forma esquemática se realizarán gráficas de esfuerzos versus profundidad, para tres diferentes casos de tuberías enterradas con y sin protección mecánica. En las figuras expuestas en se emplean los siguientes tipos de cargas y esfuerzos:

- Carga muerta ( $C_m$ ): esfuerzos permanentes en el terreno.
- Carga viva ( $C_v$ ): esfuerzo producto del paso de un vehículo, a modo esquemático, se asume un camión de carga pesada sin considerar las vibraciones producto del paso.
- Esfuerzo geostático vertical ( $\sigma_v$ ): producto del peso propio del suelo.
- Esfuerzo total: sumatoria de los esfuerzos por la carga muerta, la carga viva y por los esfuerzos geostáticos.
- Esfuerzo admisible: esfuerzo máximo que puede soportar una tubería.

La aplicación de cada carga genera un aumento de los esfuerzos sobre la tubería, se realiza un análisis de las diferentes combinaciones de esfuerzos que puede llegar a experimentar una tubería enterrada:

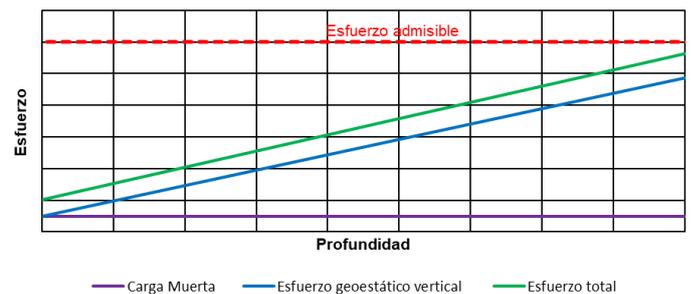
- En el primer caso: no se contempla cargas vivas ni protección mecánica.
- En el segundo caso: se contempla la carga viva, pero sin protección mecánica.
- Tercer caso: se contempla la carga viva y protección mecánica.

### 4. RESULTADO Y DISCUSIÓN

De manera esquemática, se modela el comportamiento conceptual de tuberías enterradas sin y con protección mecánica, para tres casos diferentes.

#### 4.1 Caso 1: tubería enterrada sin carga viva y sin protección mecánica

En la “Figura 14” la carga viva es igual a cero, es decir, no se considera tránsito de un vehículo, sólo se tiene en cuenta  $C_m$  y  $\sigma_v$ :



**Figura 14.** Tubería enterrada sin carga externa. Resultado esquemático de los esfuerzos con respecto a la profundidad. Se aprecia que a una determinada profundidad la tubería no tiene capacidad de soporte de las cargas impuestas.

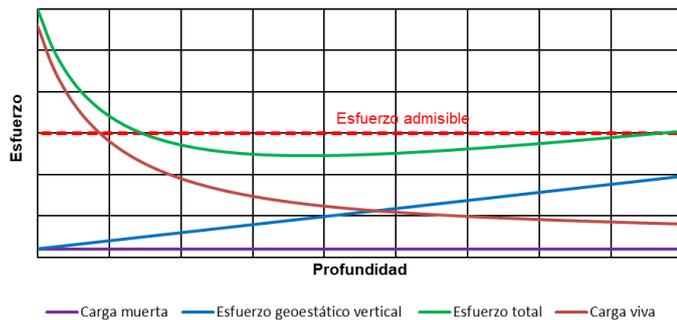
De la figura, se concluye que existe una profundidad en la cual la tubería no es capaz de resistir los esfuerzos impuestos el peso del suelo y la carga muerta.

#### 4.2 Caso 2: tubería enterrada con carga viva y sin protección mecánica

En la “Figura 15” se ilustra esquemáticamente la aplicación de la carga viva, constituida por el tránsito de un vehículo, sin tener en cuenta condiciones dinámicas.

Se aprecia que se sigue presentando que, a determinada profundidad la tubería no es capaz de resistir los esfuerzos impuestos el peso del suelo y la carga muerta.

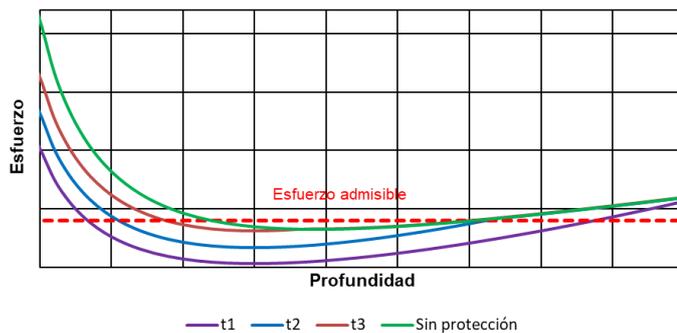
Adicionalmente, a profundidades cercanas a la superficie del terreno, la tubería no es capaz de soportar las cargas impuestas producto de la carga viva dado que los esfuerzos son muy altos y aún no se ha disipado.



**Figura 15.** Tubería enterrada con carga viva y sin protección. Resultado esquemático al aplicarse la carga viva, los esfuerzos totales pueden ser superiores al esfuerzo admisible de la tubería, lo que desencadena en una fisuración de esta. Se aprecia que para profundidades pequeñas los esfuerzos son muy altos. Esto se debe a que la carga no se ha disipado

#### 4.3 Caso 3: tubería enterrada con carga viva y con protección mecánica

En la “Figura 16” se ilustra esquemáticamente el grado de disipación de esfuerzos de diferentes protecciones mecánicas. Se asume que la capacidad de disipación  $t_1$  es mayor que  $t_2$  y a su vez es mayor que  $t_3$ .



**Figura 16.** Tubería enterrada con carga viva y con diferentes protecciones mecánicas. Resultado esquemático en donde se asume que el grado de disipación de esfuerzos de  $t_1$  es mayor a  $t_2$  y a su vez mayor que  $t_3$ .

Se aprecia que, con la incrustación de protecciones mecánicas entre la rasante y la tubería, el rango de profundidad en el cuál la tubería puede estar enterrada, aumenta, es decir, la protección mecánica disipa y protege la tubería.

### 5. CONCLUSIONES

La interacción suelo-tubería enterrada es un problema muy complejo en geotecnia, para el cual se requiere investigar

aspectos particulares, como la protección de tuberías enterradas ante cargas superficiales. Existen muchas condiciones que controlan el comportamiento mecánico del sistema suelo-tubería enterrada, entre ellas el suelo natural, el material de relleno, las cargas, el material de la tubería junto con su espesor y diámetro. La combinación de variables se traduce en idealizaciones de comportamiento que tienen como objeto aproximar los resultados de los métodos numéricos con resultados de ensayos reales, y por los artículos consultados se demuestra que estas aproximaciones han sido correctas.

Aunque los métodos de protección de tuberías enterradas no están reglamentados, de los estudios revisados se concluye que si generan una protección y disminuyen los esfuerzos a los que está sometida la tubería enterrada. Además, es cuenta con un respecto de estudios con métodos numéricos y modelados físicos como es la centrífuga geotécnica.

Por último, se concluye que los diferentes tipos de protección mecánica disponibles comercialmente, tienen la capacidad de disipar las cargas impuestas sobre la superficie del terreno; la selección del grado de disipación dependerá de las características del proyecto, del factor económico y el grado de peligro que conlleva una ruptura.

### AGRADECIMIENTO

Agradezco al Ingeniero Edgard Robert Barbosa Cruz, PhD. quien es mi tutor para el proceso de elaboración de la tesis de grado y quien me ha brindado consejos y sugerencias con el fin de mejorar cada día.

### REFERENCIAS

- Ahmed, M. R., Tran, V. D. H., & Meguid, M. A. (2015). On the Role of Geogrid Reinforcement in Reducing Earth Pressure on Buried Pipes: Experimental and Numerical Investigations. *Soils and Foundations*, 55(3), 588–599. <https://doi.org/10.1016/j.sandf.2015.04.010>
- Almohammed, W. H., Fattah, M. Y., & Rasheed, S. E. (2018). Numerical Analysis of the Effect of Geocell Reinforcement above Buried Pipes on Surface Settlement and Vertical Pressure. *World Academy of Science, Engineering and Technology International Journal of Geotechnical and Geological Engineering* 12(3), 256–262.
- Ashari Ghomi, M. 2018. “Large-scale triaxial testing of sustainable TDA backfilling alternatives.” Master’s thesis, Dalhousie University
- Ashari, M., and H. El Naggar. 2017. “Evaluation of the physical properties of TDA-Sand mixtures.” In *GeoOttawa, the 70th Canadian Geotechnical Conf.* Ottawa: Canadian Geotechnical Society
- Alotaibi, E., Omar, M., Shanableh, A., Zeiada, W., Fattah, M. Y., Tahmaz, A., & Arab, M. G. (2021). Geogrid bridging over existing shallow flexible PVC buried pipe – Experimental study. *Tunnelling and Underground Space Technology*, 113. <https://doi.org/10.1016/j.tust.2021.103945>

- Bartlett, S. F., Lingwall, B. N., & Vaslestad, J. (2015). Methods of protecting buried pipelines and culverts in transportation infrastructure using EPS geofoam. *Geotextiles and Geomembranes*, 43(5), 450–461. <https://doi.org/10.1016/j.geotexmem.2015.04.019>
- Bayton, S. M., Elmrom, T., & Black, J. A. (2018). Centrifuge modelling utility pipe behaviour subject to vehicular loading. *Physical Modelling in Geotechnics*, 1(July), 163–168. <https://doi.org/10.1201/9780429438660-17>
- Bildik, S. (2012). Parametric studies of buried pipes using finite element analysis. 3rd International Conference on New Developments in Soil Mechanics and Geotechnical Engineering, 28-30. June 2012, Near East University, Nicosia, North Cyprus.
- Bildik, S., & Laman, M. (2020). Effect of geogrid reinforcement on soil - structure – pipe interaction in terms of bearing capacity, settlement and stress distribution. *Geotextiles and Geomembranes*, 48(6), 844–853. <https://doi.org/10.1016/j.geotexmem.2020.07.004>
- Bryden, P., El Naggar, H., & Valsangkar, A. (2015). Soil-Structure Interaction of Very Flexible Pipes: Centrifuge and Numerical Investigations. *International Journal of Geomechanics*, 15(6), 04014091. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)gm.1943-5622.0000442](https://doi.org/10.1061/(asce)gm.1943-5622.0000442)
- Demirci, H. E., Bhattacharya, S., Karamitros, D., & Alexander, N. (2018). Experimental and numerical modelling of buried pipelines crossing reverse faults. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 114(June), 198–214. <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2018.06.013>
- Dezfooli, M. S., Abolmaali, A., Park, Y., Razavi, M., & Bellaver, F. (2015). Staged Construction Modeling of Steel Pipes Buried in Controlled Low-Strength Material Using 3D Nonlinear Finite-Element Analysis. *International Journal of Geomechanics*, 15(6), 04014088. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)gm.1943-5622.0000436](https://doi.org/10.1061/(asce)gm.1943-5622.0000436)
- Discover Water. (2021). Leaking pipes. <https://discoverwater.co.uk/leaking-pipes>
- Ecopetrol. (2013). Tipos de interferencias y sus parámetros identificados. Gestión institucional de gerencia con terceros.
- Elshesheny, A., Mohamed, M., Nagy, N. M., & Sheehan, T. (2019). Numerical behaviour of buried flexible pipes in geogrid-reinforced soil under cyclic loading. *Computers and Geotechnics*, 122(July 2019), 103493. <https://doi.org/10.1016/j.compgeo.2020.103493>
- Elshesheny, A., Mohamed, M., & Sheehan, T. (2020). Protection of buried rigid pipes using geogrid-reinforced soil systems subjected to cyclic loading. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 135. <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2020.106210>
- Emami Saleh, A., Hojat Jalali, H., Pokharel, A., & Abolmaali, A. (2021). Deformation of buried large diameter steel pipes during staged construction and compaction-case study and finite element analysis. *Transportation Geotechnics*, 31. <https://doi.org/10.1016/j.trgeo.2021.100649>
- Fattah, M. Y., Hassan, W. H., & Rasheed, S. E. (2018). Behavior of flexible buried pipes under geocell reinforced subbase subjected to repeated loading. *International Journal of Geotechnical Earthquake Engineering*, 9(1), 22–41. <https://doi.org/10.4018/IJGEE.2018010102>
- Fattah, M. Y., Zbar, B. S., & Al-Kalali, H. H. M. (2016). Three-dimensional finite element simulation of the buried pipe problem in geogrid reinforced soil. *Journal of Engineering*, 22(5), 60–73. <https://joe.uobaghdad.edu.iq/index.php/main/article/view/218>
- Goltabar, A. M., & Shekarchi, M. (2010). Investigation of traffic load on the buried pipeline by using of real scale experiment and plaxis-3D software. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 2(2), 107–113
- González, H., Reyes, G. (2014). Análisis comparativo de la teoría de Marston para tuberías enterradas y la modelación numérica con elementos finitos. Universidad Nacional de Colombia.
- Hegde, A. M., & Sitharam, T. G. (2015). Experimental and numerical studies on protection of buried pipelines and underground utilities using geocells. *Geotextiles and Geomembranes*, 43(5), 372–381. <https://doi.org/10.1016/j.geotexmem.2015.04.010>
- Hegde, A., Kadabinakatti, S., & Sitharam, T. G. (2014). Protection of Buried Pipelines Using a Combination of Geocell and Geogrid Reinforcement: Experimental Studies. *January*, 289–298. <https://doi.org/10.1061/9780784413401.029>
- Humphrey DN. Effectiveness of design guidelines for use of Tire Derived Aggregate as lightweight embankment fill. Recycled materials in geotechnics (GSP 127). In: Proceedings of ASCE civil engineering conference and exposition; 2004
- Hsu, Y. S. (2020). Finite element approach of the buried pipeline on tensionless foundation under random ground excitation. *Mathematics and Computers in Simulation*, 169, 149–165. <https://doi.org/10.1016/j.matcom.2019.09.004>
- Karmaker, R. (2019). A Comparative Study on a Buried Pipeline in different soil conditions under static load using ABAQUS Engineering 9790: Subsea Pipeline Engineering Term Project On A Comparative Study on a Buried Pipeline in different soil conditions under static load usi. April 2017.
- Khademi-Zahedi, R. (2019). Application of the finite element method for evaluating the stress distribution in buried damaged polyethylene gas pipes. *Underground Space (China)*, 4(1), 59–71. <https://doi.org/10.1016/j.undsp.2018.05.002>
- Khalaj, O., Azizian, M., Darabi, N. J., Tafreshi, S. N. M., & Jirková, H. (2020). The role of expanded polystyrene and

- geocell in enhancing the behavior of buried HDPE pipes under trench loading using numerical analyses. *Geosciences* (Switzerland), 10(7), 1–15. <https://doi.org/10.3390/geosciences10070251>
- Khalaj, O., Joz, N., Moghaddas, S. N., & Mašek, B. (2017). Protection of Buried Pipe under Repeated Loading by Geocell Reinforcement. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 95(2). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/95/2/022030>
- Kluszczewicz, B. (2013). Numerical 3D Analysis of Buried Flexible Pipeline. *European Scientific Journal*, 9(36), 93–101. <http://eujournal.org/index.php/esj/article/view/2214>
- Lozada, C., Garzón, L. X., & Campagnoli, S. X. (2021). Geotechnical centrifuge application in the teaching of applied soil mechanics. *Educación En Ingeniería*, 10(20), 1–2.
- Mahgoub, A., & El Naggar, H. (2020). Coupled TDA–Geocell Stress-Bridging System for Buried Corrugated Metal Pipes. *Journal of Geotechnical and Geoenvironmental Engineering*, 146(7), 04020052. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)gt.1943-5606.0002279](https://doi.org/10.1061/(asce)gt.1943-5606.0002279)
- Ma, Q., Ku, Z., Xiao, H., 2019. Model tests of earth pressure on buried rigid pipes and flexible pipes underneath expanded polystyrene (EPS). *Adv. Civ. Eng.* 2019, 13. <https://doi.org/10.1155/2019/9156129>.
- Mahgoub, A., & El Naggar, H. (2019). Using TDA as an Engineered Stress-Reduction Fill over Preexisting Buried Pipes. *Journal of Pipeline Systems Engineering and Practice*, 10(1), 04018034. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)ps.1949-1204.0000362](https://doi.org/10.1061/(asce)ps.1949-1204.0000362)
- Meguid, M. A., & Youssef, T. A. (2018). Experimental investigation of the earth pressure distribution on buried pipes backfilled with tire-derived aggregate. *Transportation Geotechnics*, 14, 117–125. <https://doi.org/10.1016/j.trgeo.2017.11.007>
- Mill-Pro. (2019). Concrete encasement of flexible plastic pipes. Technical note. Mill-Pro, Hong Kong. <http://millpro.com.hk/>
- Neves, J. B., Saboya, F., & Esquivel, E. R. (2021). Geotechnical centrifuge and numerical modelling of buried pipelines. *International Journal of Physical Modelling in Geotechnics*, 21(1), 18–25. <https://doi.org/10.1680/jphmg.18.00092>
- Ordóñez, J. A. R., Valencia, D. M. R., Otero, A. C., & Ordóñez, M. P. (2007). Análisis mediante modelos físicos de interacción suelo-estructura en tuberías enterradas. *Ingeniería* 17(1), 61–76.
- Park, J., Chung, Y., & Hong, G. (2020). Reinforcement effect of a concrete mat to prevent ground collapses due to buried pipe damage. *Applied Sciences* (Switzerland), 10(16). <https://doi.org/10.3390/AP10165439>
- Pires, A. C. G., & Palmeira, E. M. (2021). The influence of geosynthetic reinforcement on the mechanical behaviour of soil-pipe systems. *Geotextiles and Geomembranes*, 49(5), 1117–1128. <https://doi.org/10.1016/j.geotexmem.2021.03.006>
- Rakitin, B., & Ming, X. (2016). Centrifuge Modeling of Large Diameter Underground Pipes Subjected To Heavy Traffic Loads. *Bulletin of South Ural State University Series “Construction Engineering and Architecture,”* 16(3), 31–46. <https://doi.org/10.14529/build160305>
- Rakitin, B., & Xu, M. (2015). Centrifuge testing to simulate buried reinforced concrete pipe joints subjected to traffic loading. *Canadian Geotechnical Journal*, 52(11), 1762–1774. <https://doi.org/10.1139/cgj-2014-0483>
- Saboya, F. A., Santiago, P. de A. C., Martins, R. R., Tibana, S., Ramires, R. S., & Araruna, J. T. (2012). Centrifuge Test to Evaluate the Geotechnical Performance of Anchored Buried Pipelines in Sand. *Journal of Pipeline Systems Engineering and Practice*, 3(3), 84–97. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)ps.1949-1204.0000105](https://doi.org/10.1061/(asce)ps.1949-1204.0000105)
- Saboya, F., Tibana, S., Reis, R. M., Durand, A., & Rangel, C. M. de A. (2020). Centrifuge and numerical modeling of moving traffic surface loads on pipelines buried in cohesionless soil. *Transportation Geotechnics*, 23(February), 100340. <https://doi.org/10.1016/j.trgeo.2020.100340>
- Sharp, K. D., Anderson, L. R., Moser, A. P., & Bishop, R. R. (1985). Finite-Element Analysis Applied To the Response of Buried Frp Pipe Under Various Installation Conditions. *Transportation Research Record*, 63–72. [https://doi.org/10.1016/0148-9062\(86\)90497-3](https://doi.org/10.1016/0148-9062(86)90497-3)
- Si Xi, Z., Ying, W., & Peng, J. (2019). Reliability analysis of buried polyethylene pipeline subject to traffic loads. *Advances in Mechanical Engineering*, 11(10), 1–11. <https://doi.org/10.1177/1687814019883785>
- Tavakoli, G., Moghaddas, S. N., & Dawson, A. R. (2015). Numerical analysis on buried pipes protected by combination of geocell reinforcement and rubber-soil mixture. *International Journal of Civil Engineering*, 13(2B), 90–104.
- Quin, X. Wang, Y. (2021). Reliability-based design of rigid pipes installed by induced trench method with tire-derived aggregate inclusions. *Computers and Geotechnics*, Vol 140. <https://doi.org/10.1016/j.compgeo.2021.104456>.
- Xia, Y., Jiang, N., Zhou, C., Meng, X., Luo, X., & Wu, T. (2021). Theoretical solution of the vibration response of the buried flexible HDPE pipe under impact load induced by rock blasting. *Soil Dynamics and Earthquake Engineering*, 146. <https://doi.org/10.1016/j.soildyn.2021.106743>
- Yang, C., & Li, S. (2021). Theoretical analysis and finite element simulation of pipeline structure in liquefied soil. *Heliyon*. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07480>

**IU** Digital  
de Antioquia

INSTITUCIÓN  
UNIVERSITARIA  
DIGITAL  
DE ANTIOQUIA

[www.iudigital.edu.co](http://www.iudigital.edu.co)

ORD No 74 de 2017 **VIGILADA** MiniEducación

**IU** Digital  
de Antioquia

INSTITUCIÓN  
UNIVERSITARIA  
DIGITAL  
DE ANTIOQUIA



GOBERNACIÓN DE ANTIOQUIA



UNIDOS