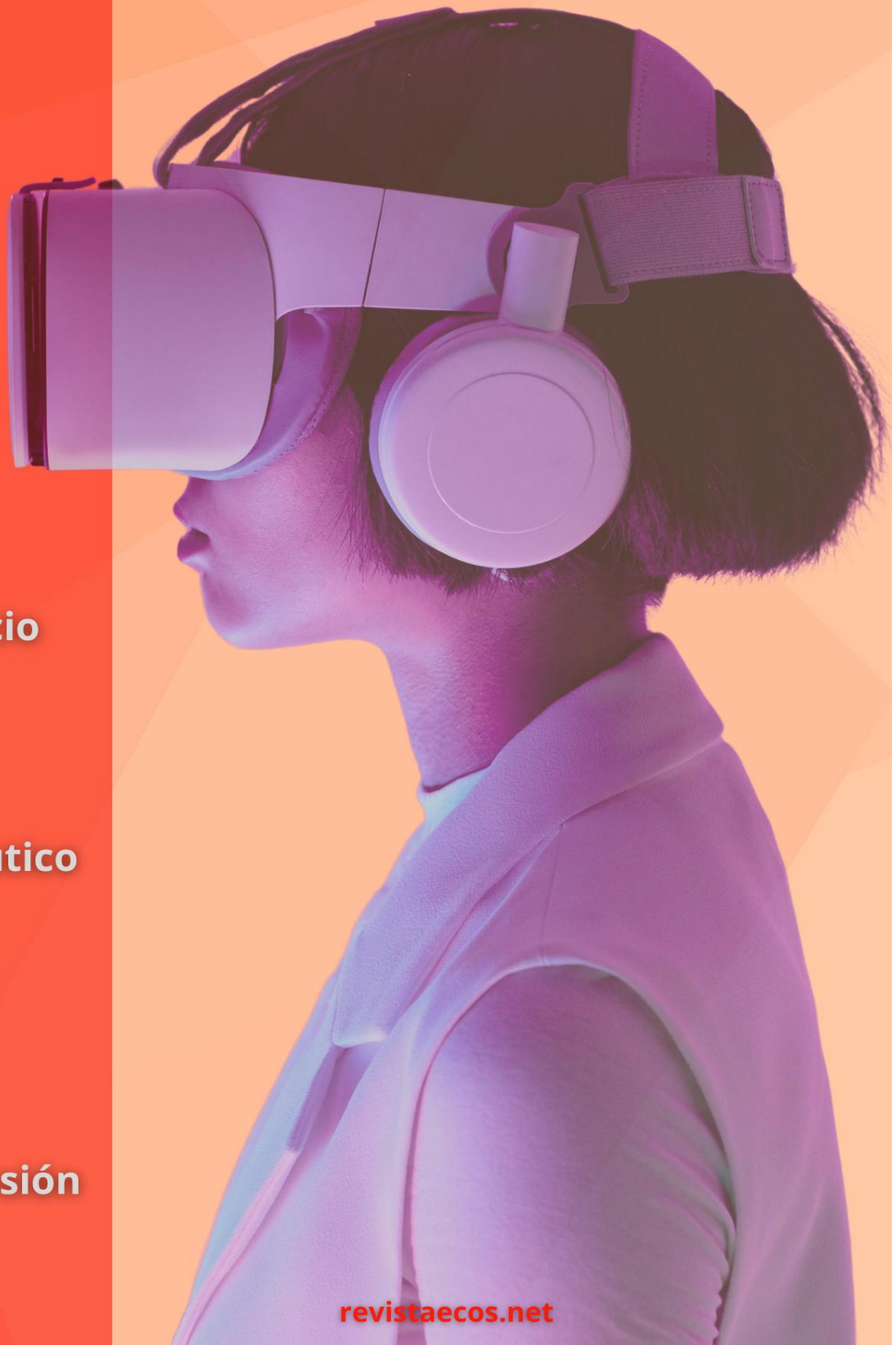
Justo Sierra UNIVERSIDAD

Ecos desde las fronteras del conocimiento

ISSN: 2007-2848

Vol. 13. Año 20 | Número 34
agosto 2024 - febrero 2025



EN ESTE NÚMERO

Artículos de:

Sistemas Computacionales

Gestión de Comercio Electrónico

Médico Cirujano

Químico Farmacéutico Biólogo

Estomatología

Psicología Clínica

Dirección de Extensión Universitaria

revistaecos.net

Justo Sierra UNIVERSIDAD

ECOS DESDE LAS FRONTERAS DEL CONOCIMIENTO
ISSN: 2007-2848

ÍNDICE

ARTÍCULOS

4 ***INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y LA COMPOSICIÓN MUSICAL: EXPLORANDO NUEVAS FRONTERAS CREATIVAS***
Autoría: Marilú Muñoz Sánchez.
Adscripción: Licenciatura en Ingeniería en Sistemas Computacionales
Fecha de recepción: 06 diciembre 2024
Fecha de aceptación: 24 marzo 2025

22 ***COMPARACIÓN DE DIFERENTES MARCAS DE COMPUTADORAS DE PLACA REDUCIDA CONTRA LA MICROCOMPUTADORA MAC MINI M1***
Autoría: Oscar David Pérez Mendiola Adscripción: Licenciatura en Ingeniería en Sistemas Computacionales
Fecha de recepción: 06 diciembre 2024
Fecha de aceptación: 24 marzo 2025

42 ***HOME OFFICE: UNA TRANSFORMACIÓN DIGITAL***
Autoría: Víctor Eder Flores Salazar
Adscripción: Licenciatura en Ingeniería en Sistemas Computacionales
Fecha de recepción: 07 noviembre 2024
Fecha de aceptación: 20 marzo 2025

55 ***PROTECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS CRÍTICAS (TELECOMUNICACIONES, TRANSPORTE, AGUA Y RED ELÉCTRICA) CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL CONTRA CIBERATAQUES***
Autoría: Samuel Macedo Gudiño Adscripción: Licenciatura en Ingeniería en Sistemas Computacionales
Fecha de recepción: 02 diciembre 2024
Fecha de aceptación: 24 marzo 2025

69 ***IDENTIFICACIÓN DE LA FRECUENCIA DE USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA UNIVERSIDAD JUSTO SIERRA***
Autoría: Karlos Enrique González Gay
Adscripción: Licenciatura en Ingeniería en Sistemas Computacionales
Fecha de recepción: 11 diciembre 2024
Fecha de aceptación: 21 marzo 2025

84 ***LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL COMO HERRAMIENTA DE DESARROLLO DE PUBLICIDAD EN INSTAGRAM: APLICACIÓN EN RESTAURANTE CON SERVICIO A DOMICILIO EN MÉXICO***
Autoría: José Alejandro Anaya de la Mora
Adscripción: Maestría en Gestión de Comercio Electrónico
Fecha de recepción: 02 octubre 2024
Fecha de aceptación: 24 marzo 2025

98 ***SUSTENTO DEL USO DE OPUNTIA FICUS- INDICA, COSTUS IGNEUS NAK Y EUCALYPTUS CAMALDULENSIS DEHN, COMO POSIBLE TRATAMIENTO CONTRA LA DIABETES MELLITUS TIPO 2***
Autoría: Ivonne Consuelo Melena Juárez y Alejandra Riveros Zapata
Adscripción: Licenciatura en Químico Farmacéutico Biólogo
Fecha de recepción: 16 enero 2025
Fecha de aceptación: 07 marzo 2025

123 ***INTERVENCIÓN COGNITIVO CONDUCTUAL PARA EL TRATAMIENTO DE UN CASO ÚNICO CON DIAGNÓSTICO DE TRASTORNO LIMITE DE LA PERSONALIDAD***
Autoría: Maria Elena Poblete Rojas
Adscripción: Maestría en Psicología Clínica
Fecha de recepción: 3 marzo 2025
Fecha de aceptación: 21 marzo 2025

155 ***REVISIÓN DOCUMENTAL DE LOS EFECTOS POSITIVOS DE LA TERAPIA COGNITIVO-CONDUCTUAL EN EL TRATAMIENTO PERSONAS CON PSORIASIS***
Autoría: Natalia Vázquez Rodríguez Adscripción: Maestría en Psicología Clínica
Fecha de recepción: 09 enero 2025
Fecha de aceptación: 19 febrero 2025

170 ***TALLERES PARA FOMENTAR LOS SEMILLEROS BIOÉTICOS***
Autoría: Paola Pérez-Polanco
Adscripción: Escuela de Medicina
Fecha de recepción: 04 agosto 2024
Fecha de aceptación: 20 enero 2025

182 ***FLUJO DIGITAL EN ESTOMATOLOGÍA***
Autoría: María del Rocío Ayala González
Adscripción: Escuela de Estomatología
Fecha de recepción: 04 agosto 2024
Fecha de aceptación: 20 enero 2025

192 ***RESPONSABILIDAD SOCIAL Y RECREACIÓN COMO MOTORES DE LA FORMACIÓN INTEGRAL UNIVERSITARIA: EL CASO DE LA DONACIÓN DE ALIMENTO A UN ALBERGUE CANINO***
Autoría: Rogelio Arteaga Tlecuitl, Luz Flores Martínez, Óscar Coronado Rosas y Alejandro Alvear Orozco
Adscripción: Dirección de Extensión Universitaria
Fecha de recepción: 28 julio 2024
Fecha de aceptación: 21 octubre 2024

Ecos desde las fronteras del conocimiento, año 20, No. 34, agosto 2024 – febrero 2025 es una publicación semestral editada por Centro Cultural Universitario Justo Sierra, A.C. a través de la Dirección Académica y de Investigación, Av. Acueducto de Guadalupe 914, Colonia La Laguna Ticomán, Alcaldía Gustavo A. Madero, C.P. 07340. Tel. 57479254, 57479255. Editores responsables: Director General: Dr. Cruz Edgardo Becerra González. Editora: Dra. María Esther Chamosa Sandoval. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo No. 04-2011-041208314400-102. Número de ISSN 2007-2848, ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. Responsable de la última actualización de este número: Dr. Cruz Edgardo Becerra González, fecha de última modificación marzo 2025. Eje Central Lázaro Cárdenas 1150, Col. Nueva Industrial Vallejo, México, D.F., Alcaldía Gustavo A. Madero, C.P.07700. Las opiniones expresadas por las y los autores no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación. **Queda estrictamente prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación sin previa autorización de Centro Cultural Universitario Justo Sierra, A.C.**

INTELIGENCIA ARTIFICIAL Y LA COMPOSICIÓN MUSICAL: EXPLORANDO NUEVAS FRONTERAS CREATIVAS

ARTÍCULO

Autoría: *Marilú Muñoz Sánchez*
Adscripción: *Licenciatura en Ingeniería en Sistemas Computacionales*
Fecha de recepción: *06 diciembre 2024*
Fecha de aceptación: *24 marzo 2025*
Fecha de publicación: *28 marzo 2025*

RESUMEN

Con sus enormes capacidades, la Inteligencia Artificial (IA) ha ingresado en casi todas las áreas de expertis humano, y la música y el arte no han quedado aislados de su impacto. El avance tecnológico ha abierto nuevas posibilidades para la creación de obras artísticas, incluyendo la composición musical. En este contexto, el trabajo examina si la IA en la generación de música puede provocar estímulos internos específicos en las personas, un campo en donde la tecnología y el arte se unen de manera innovadora. Mediante el uso de una metodología cualitativa y cuantitativa, con observación directa naturalista, se buscó probar cómo la IA puede generar elementos como melodía, ritmo y armonía para construir canciones que resuenen emocionalmente. Para lograrlo, se emplearon tres IAs a las que se pidió generaran composiciones y melodías con una misma emoción (felicidad, tristeza, enojo, enamoramiento y tranquilidad), aunque con variaciones en cada canción. Se aplicó una encuesta a personas de distintas edades para comprobar si las composiciones evocaban la emoción con la que fueron creadas. Los resultados mostraron una confirmación empírica entre la emoción asignada a cada canción generada y la respuesta emocional que estas provocaron en los oyentes. Esto confirma que las composiciones de IA lograron, en gran medida, evocar emociones si bien no fueron las esperadas en todos los casos si muestra el potencial de la tecnología para no solo crear música técnicamente

elaborada, sino también conectarse anímicamente con el público. Este hallazgo abre perspectivas interesantes en áreas como la personalización de bandas sonoras en medios audiovisuales y la creación de música terapéutica. La exploración contribuye así al conocimiento sobre el potencial expresivo de la IA en el arte musical, cuestionando cómo la IA puede llegar a captar y transmitir la complejidad emocional humana.

ABSTRACT

With its vast capabilities, Artificial Intelligence (AI) has entered nearly every domain of human expertise, and music and art have not been immune to its impact. Technological advances have opened new possibilities for the creation of artistic works, including musical composition. In this context, this study examines whether AI-generated music can evoke specific internal emotional responses in listeners—a field where technology and art intersect in innovative ways. Using both qualitative and quantitative methodology, including naturalistic direct observation, the research aimed to test how AI can generate musical elements such as melody, rhythm, and harmony to create songs that resonate emotionally. Three different AIs were used to generate compositions and melodies based on a single targeted emotion (happiness, sadness, anger, love, and calmness), with variations in each song. A survey was conducted with participants of various ages to determine whether the compositions evoked the intended emotions. The results provided empirical evidence of a strong correlation between the emotion assigned to each AI-generated song and the emotional response reported by listeners. While not all compositions elicited the expected emotions, the findings demonstrate AI's potential not only to produce technically elaborate music but also to emotionally connect with audiences. This opens up compelling perspectives in fields such as personalized soundtracks for audiovisual media and the development of therapeutic music. The study thus contributes to understanding AI's expressive potential in musical art and raises questions about how AI can grasp and convey human emotional complexity.

Palabras clave: Inteligencia Artificial, Música, Emociones, Tecnología, Creación musical.

Key Words: Artificial Intelligence, Music, Emotions, Technology, Musical Creation.

INTRODUCCIÓN

La IA se ha convertido en una de las tecnologías más revolucionarias de nuestro tiempo, transformando diversas industrias y disciplinas, incluida la música. En el ámbito musical, la IA no solo ha mostrado habilidad para automatizar procesos específicos, como la mezcla y masterización, sino también para crear composiciones desde cero. Sin embargo, un aspecto fundamental de la música, su capacidad para

transmitir sentimientos sigue siendo un tema de interés y discusión. ¿Puede una máquina no solo generar una pieza técnicamente correcta, sino también conectar pasionalmente con los oyentes? Este cuestionamiento representa una intersección crítica entre tecnología y arte, con implicaciones tanto prácticas como filosóficas debido al diálogo que este ha generado.

El objetivo general de este estudio fue evaluar el impacto de la IA en la elaboración musical, específicamente su aptitud para interpretar y transmitir emociones a través de canciones. Para lograrlo, se diseñaron y aplicaron metodologías cualitativas y cuantitativas que permitieron investigar este fenómeno desde diferentes perspectivas. En particular, se seleccionaron tres herramientas de IA especializadas en la producción de música para desarrollar piezas basadas en emociones como felicidad, tristeza, enojo, tranquilidad, y amor. Posteriormente, estas canciones fueron evaluadas mediante encuestas aplicadas a un grupo diverso de personas, con el fin de determinar si las sensaciones percibidas por los oyentes correspondían a las intenciones emocionales solicitadas a la herramienta.

Además, la observación naturalista, aplicada durante las encuestas, complementó el análisis al registrar las reacciones espontáneas de los oyentes.

El contenido del texto está estructurado de la siguiente manera: en primer lugar, se presentan los principios conceptuales y metodológicos que sustentan la investigación, seguidos de una descripción detallada de las herramientas de IA seleccionadas y el procedimiento desarrollado.

Posteriormente, se exponen los hallazgos obtenidos del análisis de las emociones percibidas y su comparación con las sensaciones propuestas en las composiciones. Finalmente, se discuten las implicaciones de estos hallazgos, resaltando las posibilidades y limitaciones actuales de la IA en la creación musical afectivamente resonante.

Este estudio contribuye al conocimiento sobre el papel de la IA en la música, destacando su potencial no solo para la producción técnica, sino también para la expresión artística y emocional. A largo plazo, las conclusiones obtenidas pueden servir como base para debates éticos, culturales y técnicos sobre el lugar de la creatividad humana frente a la generada por algoritmos en la música del futuro.

DESARROLLO

La tecnología ha sido un motor constante en la evolución de la música y el arte contemporáneo, influyendo profundamente en sus métodos de creación y en las formas de expresión. Desde los primeros instrumentos hasta la era de la IA, la biotecnología y los cómputos no convencionales, los artistas han explorado estas herramientas para generar obras que reflejen y desafíen las innovaciones de su tiempo. En este contexto, la

música ha evolucionado desde ser una disciplina matemática durante la antigüedad y la Edad Media hasta convertirse en un campo de experimentación transdisciplinaria en la actualidad, integrando ciencia, tecnología y arte en formas inéditas.

La Convergencia de Arte y Tecnología

Históricamente, la relación entre arte y tecnología ha sido inseparable. Desde su etimología, la palabra "arte" (téchne, en griego) alude a la habilidad y la técnica, sentando las bases de su vínculo con la tecnología. Durante siglos, la música se consideró una ciencia, basada en proporciones matemáticas y relaciones numéricas. Sin embargo, la modernidad trajo una separación entre arte y ciencia, relegando al primero al ámbito emocional y subjetivo. A partir del siglo XX, esta distinción comenzó a desdibujarse nuevamente, con artistas como John Cage y Karlheinz Stockhausen que integraron avances tecnológicos como la música concreta y la electrónica en sus obras.

La llegada de la computación, primero con sistemas informáticos convencionales y luego con tecnologías más avanzadas, marcó un punto de inflexión. La música por computadora surgió como un nuevo campo de exploración, permitiendo a compositores como Lejaren Hiller e Iannis Xenakis experimentar con algoritmos y probabilidades para generar música.

A mediados del siglo XX, las primeras composiciones asistidas por computadora, como (Suite Illiac), demostraron el potencial de los algoritmos para transformar el proceso creativo, utilizando métodos estocásticos y cadenas de Markov para estructurar las obras.

IA y Música

La IA ha tenido un impacto significativo en la música, particularmente a través de sistemas generativos capaces de analizar grandes cantidades de datos musicales y crear composiciones originales. Estas tecnologías han evolucionado desde los experimentos iniciales de David Cope con “Experiments in Musical Intelligence” (EMI), que imitaba estilos musicales de compositores clásicos, hasta sistemas modernos como Emily Howell, que pueden generar obras completamente nuevas a partir de la interacción con el compositor.

A diferencia de los algoritmos tradicionales, la IA se caracteriza por su capacidad de aprender y adaptarse, generando música que no solo sigue reglas predefinidas, sino que también responde a las preferencias del usuario o a los patrones detectados en vastas bases de datos. Esto ha democratizado el acceso a herramientas de composición avanzada, permitiendo a músicos emergentes y aficionados experimentar con estilos y técnicas que antes requerían años de formación o recursos costosos.

Además, la IA no solo facilita la composición, sino que también optimiza otros aspectos de la producción musical, como la mezcla, la

masterización y la personalización del contenido. Plataformas de streaming utilizan algoritmos para analizar los hábitos de escucha de los usuarios y ofrecer recomendaciones altamente personalizadas, transformando la experiencia auditiva.

Desafíos Éticos y Legales

La integración de IA y biotecnología en la música plantea preguntas éticas y legales cruciales. Uno de los principales dilemas es la autoría: ¿Quién es el creador de una obra generada por un algoritmo o basada en patrones biológicos? Este debate es especialmente relevante en un contexto donde la música producida por IA puede sonar indistinguible de la creada por humanos. Además, el uso de organismos vivos en la creación artística plantea cuestiones sobre su manipulación y el respeto por la vida (Ramírez, 2023; Monge,2023).

El uso de IA en la música no solo afecta el proceso creativo, sino que también plantea importantes implicaciones éticas y legales. Una de las principales preocupaciones es la cuestión de la autoría y los derechos de propiedad intelectual. La música generada por IA desafía las nociones tradicionales de autoría, ya que las leyes actuales generalmente reconocen como autores únicamente a individuos humanos. Esto plantea preguntas sobre quién debe ser considerado el creador de una obra musical generada por IA: el desarrollador del algoritmo, el usuario que interactúa con la herramienta o la máquina misma. Estas cuestiones son particularmente relevantes en un contexto donde las composiciones generadas por IA pueden llegar a ser indistinguibles de las creadas por humanos, tanto en términos técnicos como emocionales (Monge, 2023).

El marco legal actual es insuficiente para abordar estos nuevos escenarios, lo que subraya la necesidad de desarrollar regulaciones específicas que equilibren la protección de los derechos de los artistas humanos con el fomento de la innovación tecnológica.

Futuro de la Música y la Tecnología

En el proceso musical, el rápido avance de la tecnología también continuará empujando los límites de la creatividad. Las herramientas de IA seguirán desarrollándose, proporcionando a los músicos creaciones más sencillas y resultados más matizados y avanzados.

Hay infinitas maneras nuevas de explorar la conexión entre la música, la naturaleza y la biología a través de la computación no convencional y la biotecnología, produciendo tipos de expresión que aún no podemos imaginar.

La IA ha dejado su huella en la música de manera significativa; transformando la composición, producción y experiencias de escucha tal como las conocemos. La IA, que se refiere a la capacidad de los programas informáticos para realizar tareas que normalmente requieren intervención humana, como el aprendizaje, la toma de decisiones y la resolución

de problemas, se ha convertido en una herramienta de productividad esencial en diversas industrias, incluyendo la industria musical.

De acuerdo con IBM, la IA incluye varias subdisciplinas, entre las que destacan el aprendizaje automático y el aprendizaje profundo. Estas tecnologías habilitan a los sistemas examinar grandes volúmenes de datos, identificar patrones complejos y tomar decisiones basadas en patrones. Este proceso de aprendizaje y predicción ha transformado la industria musical, abriendo nuevas oportunidades creativas y cambiando la relación entre los compositores y su arte (IBM, s.f.).

La música, es una forma artística de comunicación auditiva que incorpora sonidos instrumentales o vocales para producir belleza en forma de emociones y sentimientos. Las notas musicales tienen cuatro parámetros básicos desde una perspectiva técnica: tono, duración, intensidad y timbre. Estos elementos combinados crean piezas de música que no solo transmiten emociones complejas, sino que también conectan con el oyente a un nivel profundo.

Sin embargo, la inclusión de la IA en la composición musical está redefiniendo este proceso. En los últimos años, se han desarrollado herramientas que permiten a las máquinas generar composiciones originales. La generación musical por IA se basa en el análisis de grandes conjuntos de datos musicales, lo que permite a los sistemas identificar patrones de estilo, estructura y emoción. Una vez que estos patrones son comprendidos, la IA puede utilizarlos para crear nuevas piezas musicales que recrean estilos existentes o exploran nuevas formas sonoras. Como la herramienta Loudly, por ejemplo, permiten a los usuarios componer canciones personalizadas seleccionando elementos como género, energía, instrumentos y duración. Esto ha democratizado el acceso a la creación musical, permitiendo que individuos sin formación técnica o experiencia musical previa puedan producir obras de alta calidad.

A pesar de sus ventajas técnicas, la aplicación de la IA en la música expone preguntas tales como su capacidad para transmitir sentimientos. Un aspecto esencial de la música es su habilidad para evocar reacciones afectivas en los oyentes, una característica que ha sido ampliamente estudiada en los campos de la psicología y la musicología. La pregunta clave es si ¿La música generada por IA puede reproducir estas emociones de manera concreta?

Estudios recientes han analizado esta pregunta estudiando cómo los oyentes perciben y responden anímicamente a composiciones creadas por IA. Y se ha demostrado que, en algunos casos, la IA puede replicar sensaciones básicas, como felicidad, tristeza o calma, basándose en la asociación de características musicales específicas con respuestas afectivas humanas.

La integración de la IA en la música suscita debates sobre la creatividad y el arte. ¿Puede una máquina ser creativa? ¿Es la música generada por IA realmente arte? Estas preguntas cuestionan aspectos fundamentales de la naturaleza humana y la experiencia artística. Algunos críticos como "Tim Schweisfurth y René Chester Goduscheit" (Goduscheit, 2020) argumentan que la creatividad es un proceso completamente humano que implica intuición, emoción, cualidades que las máquinas no poseen. Sin embargo, otros defienden que la IA puede ser una extensión de la creatividad humana, una herramienta que amplíe las posibilidades artísticas y permita explorar territorios musicales inexplorados.

La colaboración entre humanos y máquinas en la creación musical ha dado lugar a nuevas formas de expresión artística. Al combinar la precisión técnica de la IA con la intuición y la sensibilidad humana, los compositores pueden crear obras híbridas que reflejan lo mejor de ambos mundos. Según un estudio de la UNAM (De la Cruz, s. f.-b), estas colaboraciones no solo enriquecen el proceso creativo, sino que también invitan a una reevaluación del papel de la tecnología en el arte. La IA ofrece a los compositores la posibilidad de experimentar con estilos y estructuras musicales que podrían ser difíciles o imposibles de lograr a través de métodos tradicionales. Esto no solo amplía el horizonte creativo, sino que también democratiza la música, haciendo que la creación artística sea más accesible para un público más amplio.

En el ámbito afectivo, la música generada por IA tiene el potencial de conectar con los oyentes de maneras nuevas y sorprendentes. Aunque todavía existen limitaciones en la capacidad de la IA para captar y reproducir la complejidad anímica de la experiencia humana, los avances tecnológicos continúan cerrando esta brecha. Con el tiempo, es probable que las herramientas de IA se vuelvan más sofisticadas, permitiendo una comprensión más profunda de los sentimientos y una mayor capacidad para evocarlas a través de la música.

Tomando en cuenta lo anterior la intersección entre la IA y la música representa un estudio fascinante y en rápida evolución. Aunque plantea desafíos significativos en términos de autoría, creatividad y transmisión emocional, también ofrece grandes para la innovación y la democratización de la música. La investigación en este campo es fundamental para comprender mejor las capacidades y limitaciones de la IA, así como su impacto en la cultura y la sociedad. A medida que la tecnología avanza, la colaboración entre humanos y máquinas en la creación musical promete transformar la manera en que experimentamos y entendemos el arte, desafiando nuestras percepciones sobre lo que significa ser creativo.

Descripción del Experimento

Para experimentar si las IA podían transmitir sentimientos a través de la música, se llevó a cabo un experimento en el que se utilizaron dos modelos de IA especializados en la creación musical. El objetivo principal fue generar canciones que evocaran sensaciones específicas (felicidad, enojo, tristeza, calma y enamoramiento) y someterlas a la evaluación de una población seleccionada.

El procedimiento inició con la elección de "Chat GPT", una IA empleada para la generación de letras musicales. A esta IA se le solicitó que generara letras que evocaran cada una de las emociones mencionadas. Además, se le pidió que indicara el ritmo musical que mejor acompañaría la letra para reforzar la emoción deseada y que asignara un título a cada canción. Este proceso se realizó cinco veces, una por cada emoción, resultando en letras y sugerencias de ritmos personalizados (OpenAI, 2024).

Posteriormente, las letras generadas por "ChatGPT" fueron introducidas en una segunda IA, "ILoveSong.IA", que se encargó de producir las canciones finales. A esta IA se le proporcionaron las letras y los ritmos indicados por "ChatGPT", además del título asignado. "ILoveSong.IA" procesó esta información, mezcló los ritmos, añadió voces a las canciones y generó archivos de audio en formato MP3 y videos en formato MP4. Los videos incluían una portada diseñada automáticamente por la IA y mostraban la letra de la canción mientras se reproducía, lo que facilitó la visualización y escucha simultánea (IloveSong,2024).

De manera complementaria, se utilizó una segunda IA llamada "Udio.Beta" para realizar una comparación. En este caso, se solicitó directamente a la IA que generara canciones que evocaran cada emoción, sin proporcionar letras o instrucciones específicas. "Udio.Beta" generó automáticamente la letra, el ritmo, el título y la portada, produciendo dos versiones diferentes para cada emoción, con variaciones en los ritmos y estilos musicales (Udio, 2024).

La comparación entre ambas IAs arrojó resultados interesantes. "ChatGPT" e "ILoveSong.IA" permitieron un mayor control en la creación de las canciones, ya que cada letra y ritmo fueron personalizados, generando dos versiones de cada canción basadas en los mismos parámetros sentimentales. Por otro lado, "Udio.Beta", aunque más automatizada, también produjo dos versiones para cada emoción, pero con variaciones significativas en la estructura y el estilo musical, lo que permitió explorar enfoques diferentes en la transmisión de emociones (OpenAI, 2024).

Este experimento no solo permitió evaluar la capacidad de cada IA para transmitir emociones a través de la música, sino que también brindó una perspectiva comparativa sobre cómo diferentes modelos de IA abordan el proceso creativo. Los

participantes pudieron escuchar ambas versiones de cada emoción, lo que ofreció un análisis más completo de la efectividad emocional de las composiciones generadas por IA.

En la siguiente tabla se presentan las letras de dos canciones generadas por diferentes IAs, cada una diseñada para evocar la misma emoción, lo que permite comparar las diferencias en el enfoque lírico de cada modelo.

Tabla 1

Canciones que evocan felicidad generadas por las IAs "CHAT GPT"- "ILOVESONG.IA" y "UDIO.BETA"

Canción generada con "CHATGPT" y "ILOVESONG.IA"	Canción generada por "UDIO.beta"
Verso1 Hoy me desperté con el sol brillando, Siento en mi pecho que algo está cambiando, El viento trae risas, un ritmo en el aire, No hay tiempo para el mal humor, solo hay que bailar. **Pre-coro** Porque hoy todo va a estar bien, Voy a cantar hasta no poder, La vida es corta y quiero volar, Voy a brillar y soñar. **Coro** Hoy es un buen día, no lo voy a dejar pasar, Las nubes se disipan, solo quiero disfrutar, Con una sonrisa, todo lo puedo lograr, Voy a vivir el momento, sin mirar atrás. **Verso2** Los colores del cielo me inspiran a seguir, Cada paso que doy me acerca a lo que quiero vivir, La música suena, y no puedo parar, Sigo adelante, no hay nada que temer, solo amar. **Pre-coro** Porque hoy todo va a estar bien, Voy a cantar hasta no poder, La vida es corta y quiero volar, Voy a brillar y soñar. **Coro** Hoy es un buen día, no lo voy a dejar pasar, Las nubes se disipan, solo quiero disfrutar, Con una sonrisa, todo lo puedo lograr, Voy a vivir el momento, sin mirar atrás. **Puente** Si el mundo se detiene, yo seguiré bailando, Cada risa que suelto es un nuevo comienzo, Todo lo malo lo dejo atrás, Hoy mi corazón solo quiere paz. **Coro** Hoy es un buen día, no lo voy a dejar pasar, Las nubes se disipan, solo quiero disfrutar, Con una sonrisa, todo lo puedo lograr, Voy a vivir el momento, sin mirar atrás. **Final** Voy a vivir el momento, sin mirar atrás, Con una sonrisa, todo lo puedo lograr. (OpenAI, 2024)	Hey, hey, sunshine Won't you lie the way? Hey, hey, sunshine make a shadow spring we're going to dance The music ignite Hey, hey sunshine Won't you die? Thor Brown will read the mini so now And the goodbye just blew down my love in the norm Enjoy the ride ahead sunshine by my side (Udio, 2024)

Después de seleccionar las 10 canciones, se llevó a cabo una encuesta para evaluar las emociones que estas evocaban o determinar si no generaban ninguna emoción. Para este propósito, se utilizó la plataforma Forms, estructurando la encuesta en dos partes: una sección inicial dedicada a recopilar información general y posteriormente secciones específicas para cada una de las distintas IAs.

Las preguntas del instrumento de evaluación fueron de los siguientes tipos:

- Preguntas de selección múltiple:

Selecciona tu género

Tipo: Cerrada con opciones predefinidas (Femenino, Masculino).

- Preguntas de respuesta abierta:

Escribe tu edad

Comentarios con la primera lista de canciones.

- Preguntas de escala categórica (emociones):

Escucha la siguiente canción y selecciona qué emoción provocó en ti

Tipo: Cerrada, con opciones predefinidas de emociones (Felicidad, Tristeza, Tranquilidad, Enojo, Romance, Otro).

Estas combinaciones de tipos de preguntas permitieron recopilar tanto datos cuantitativos como cualitativos para un análisis integral.

La aplicación del instrumento se llevó a cabo de manera personal, asegurando la posibilidad de observar directamente las reacciones de los participantes durante el proceso. Cada participante recibió un enlace o un código QR, a través del cual accedió al cuestionario digital.

Este método permitió que los participantes escucharan las canciones generadas por IA en sus dispositivos personales con capacidad de reproducción de audio y respondieran inmediatamente después de cada escucha, asegurando la frescura y precisión de las emociones percibidas.

La distribución personal del instrumento facilitó un mayor control sobre el entorno en el que se realizó la actividad, garantizando la calidad del audio y el tiempo adecuado para cada respuesta.

Además, este enfoque proporcionó la oportunidad de registrar observaciones sobre las reacciones inmediatas de los participantes, enriqueciendo el análisis de los datos recopilados. Este método no solo aseguró la eficiencia en la recolección de datos, sino que también contribuyó a la validez y confiabilidad del estudio, al capturar tanto las respuestas directas de los participantes como sus comportamientos durante la interacción con las canciones.

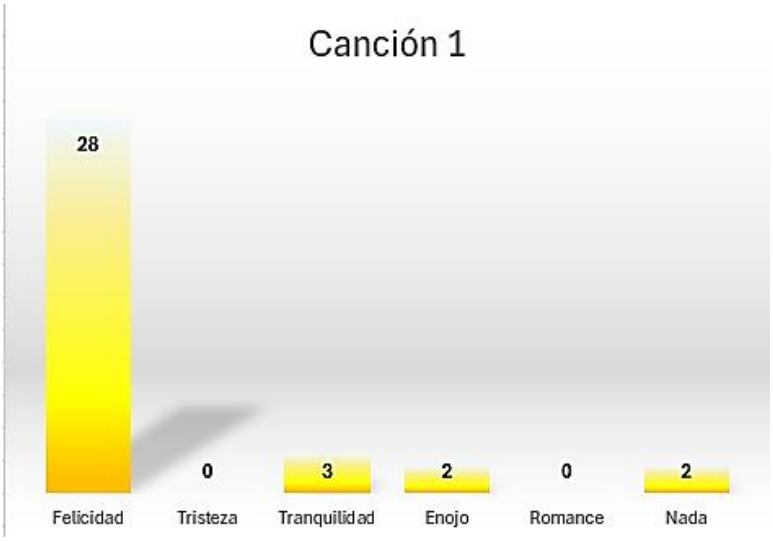
Resultados

Después de realizar las encuestas, se obtuvieron un total de 36 respuestas de personas de diversas edades, abarcando un rango desde los 18 hasta los 80 años. Los resultados obtenidos se basaron en una selección de las opciones que la encuesta ofrecía y si los oyentes percibían una emoción distinta había un espacio para anotar la emoción percibida y los hallazgos fueron los siguientes:

Como se exhibe en las Figuras 1 y 2 se puede contemplar dos gráficas con los valores obtenidos de las emociones percibidas por los oyentes después de haber escuchado dos diferentes canciones generadas por distintas IAs, pero con la misma emoción y se realizó una comparativa entre ambas gráficas, y es evidente que la sensación evocada en los oyentes fue felicidad que corresponde a la misma emoción indicada a la IA. En cuanto a las preferencias, la canción generada por "Chat GPT" y "ILOVESONG.IA" les gusto más. Sin embargo, la canción de "Udio.Beta" generó una respuesta física más inmediata, como una sonrisa o movimientos de baile, evidenciando de manera más clara que despertó un sentimiento de felicidad.

Figura 1

Canción que de acuerdo con lo solicitado a la IA generativa corresponde a la emoción: felicidad
Canción generada por "Chat GPT" y "ILOVESONG.IA"



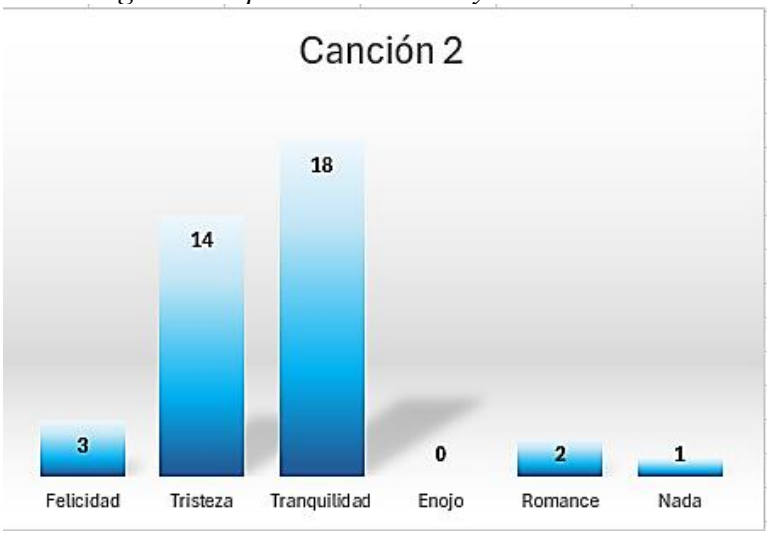
(OpenAI, 2024) (IloveSong,2024)

Figura 2
Canción que de acuerdo con lo solicitado a la IA generativa corresponde a la emoción: felicidad
Canción generada por "UDIO.BETA"

(Udio, 2024)

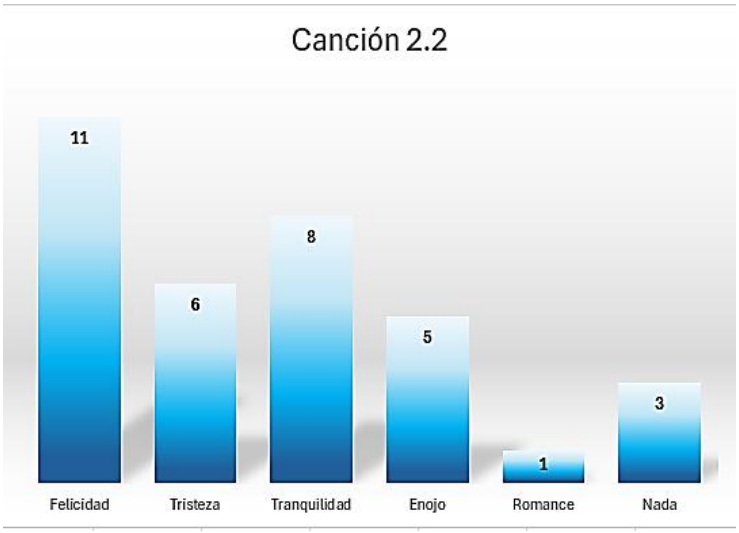
En el caso de la canción asociada a la tristeza, la sensación percibida por los oyentes fue muy diversa. Sin embargo, queda claro que la tristeza no fue la emoción predominante en ninguna de las dos canciones. En las Figuras 3 y 4, se pueden observar las emociones percibidas por los oyentes de manera detallada.

Figura 3
Canción que de acuerdo con lo solicitado a la IA generativa corresponde a la emoción: tristeza
Canción generada por "Chat GPT" y "ILOVESONG.IA"



(OpenAI, 2024) (IloveSong,2024)

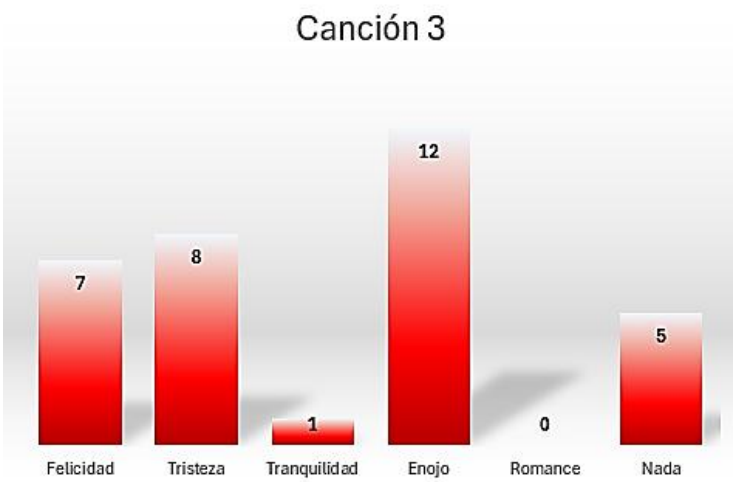
Figura 4
Canción que de acuerdo con lo solicitado a la IA generativa corresponde a la emoción: tristeza
Canción generada por "UDIO.BETA"



(Udio, 2024)

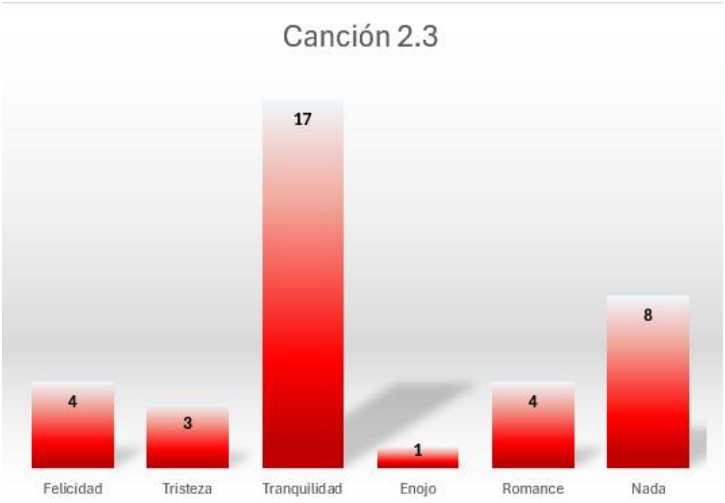
En la prueba destinada a evocar enojo, la primera IA obtuvo una mejor respuesta, ya que la mayoría de los oyentes lograron percibir dicha emoción. Por el contrario, en la segunda IA, el enojo no fue identificado de manera significativa por los oyentes. Este análisis puede observarse con mayor detalle en las Figura 5 y 6.

Figura 5
Canción que de acuerdo con lo solicitado a la IA generativa corresponde a la emoción: enojo
Canción generada por "Chat GPT" y "ILOVESONG.IA"



(OpenAI, 2024) (IloveSong,2024).

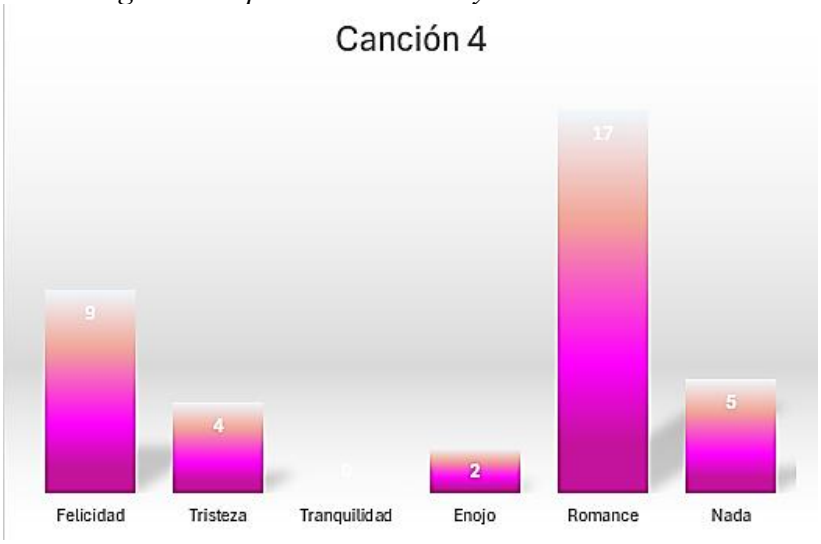
Figura 6
Canción que de acuerdo con lo solicitado a la IA generativa corresponde a la emoción: enojo
Canción generada por "UDIO.BETA"



(Udio, 2024)

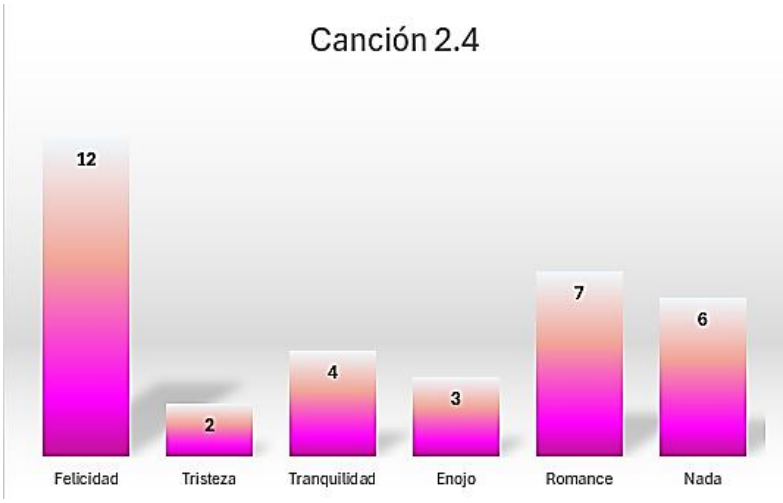
En cuanto a la emoción de romance la IA logró generar una mayor conexión emocional, ya que la mayoría de los oyentes identificaron claramente esa emoción. Por otro lado, la segunda IA no consiguió transmitir la misma sensación romántica de manera efectiva. Los detalles de este análisis se aprecian con mayor claridad en las Figuras 7 y 8.

Figura 7
Canción que de acuerdo con lo solicitado a la IA generativa corresponde a la emoción: romance
Canción generada por "Chat GPT" y "ILOVESONG.IA"



OpenAI, 2024) (IloveSong,2024).

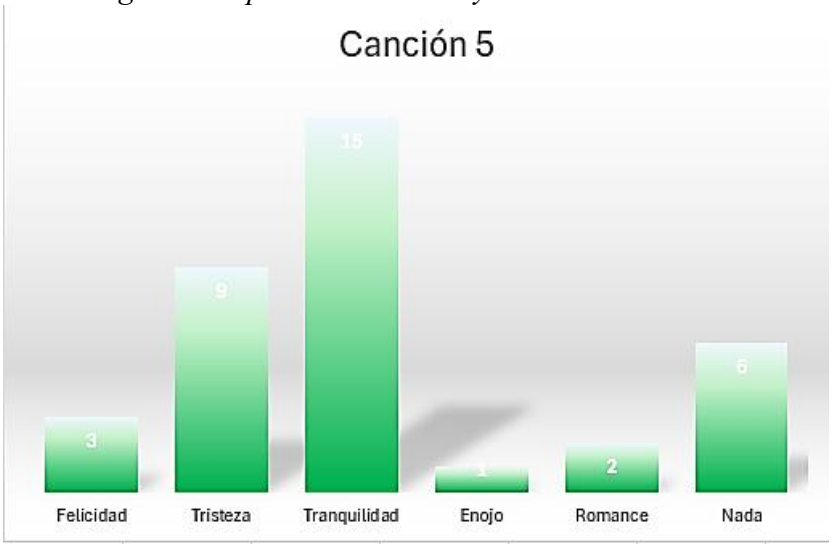
Figura 8
Canción que de acuerdo con lo solicitado a la IA generativa corresponde a la emoción: romance
Canción generada por "UDIO.BETA"



(Udio, 2024)

La siguiente fue la última emoción evaluada, y los oyentes mostraron una clara preferencia por la IA número 1, ya que lograron percibir la sensación de tranquilidad que se buscaba. En contraste, la IA número 2 no consiguió evocar dicha sensación, aunque sí generó otras emociones en los oyentes, como se refleja en las Figuras 9 y 10.

Figura 9
Canción que de acuerdo con lo solicitado a la IA generativa corresponde a la emoción: tranquilidad
Canción generada por "Chat GPT" y "ILOVESONG.IA"



OpenAI, 2024) (IloveSong,2024).

Figura 8
Canción que de acuerdo con lo solicitado a la IA generativa corresponde a la emoción: tranquilidad
Canción generada por "UDIO.BETA"

(Udio, 2024)

CONCLUSIONES

El estudio permitió analizar el impacto de la inteligencia artificial en la creación musical, evidenciando que estas tecnologías pueden evocar ciertas sensaciones a través de la música, aunque con limitaciones. Las respuestas más claras se obtuvieron en emociones simples, como la felicidad, mientras que las más complejas, como la nostalgia o el enojo, representaron un desafío mayor para ser reproducidas con precisión.

Las herramientas de IA utilizadas fueron apropiadas para generar piezas musicales diseñadas para provocar reacciones específicas, como alegría, tristeza, enojo y melancolía. Las composiciones se produjeron siguiendo directrices detalladas para cada estado anímico, con resultados diversos en cuanto a su efectividad. Posteriormente, se llevaron a cabo encuestas con un grupo de participantes para evaluar cómo percibían estas experiencias, proporcionando información significativa sobre la capacidad de la IA para conectar emocionalmente con los oyentes.

La metodología aplicada fue adecuada para los objetivos del trabajo. Las encuestas sirvieron como un instrumento eficaz para recoger datos relevantes sobre las percepciones de los participantes. Este enfoque corroboró la efectividad parcial de las canciones creadas, mientras que la observación naturalista brindó una base sólida para interpretar los hallazgos. Respecto a la pregunta de si la IA es capaz de transmitir emociones a través de la música, se llegó a una conclusión parcial: las composiciones lograron transmitir sensaciones básicas

de forma identificable, pero no lograron alcanzar la profundidad emocional característica de las obras creadas por humanos.

Los resultados de las pruebas mostraron que las canciones generadas por IA logran transmitir ciertas emociones de manera reconocible, aunque no siempre con la intensidad o claridad esperada. Los encuestados comentaron que algunas canciones se sienten planas y que, en ocasiones, fue difícil interpretar la emoción debido a una falta de coherencia entre el ritmo y la letra.

La prueba con mayor éxito fue la de evocar felicidad, demostrando que este tipo de emociones podría tener un mayor impacto en futuras aplicaciones. Sin embargo, actualmente, las canciones creadas por seres humanos siguen (Monge, 2023) siendo superiores, ya que no solo transmiten emociones, sino que también logran provocar sentimientos profundos que conectan de manera más significativa con los oyentes. Aunque las canciones generadas por IA representan una opción prometedora, todavía enfrentan el desafío de alcanzar la riqueza emocional que caracteriza a las composiciones humanas.

REFERENCIAS

AI, O. (2024). *Open AI*. Chat GPT: https://chatgpt.com/

Cloud, G. (n.d.). *Que es la inteligencia artificial o IA?* Google Cloud: https://cloud.google.com/learn/what-is-artificial-intelligence?hl=es-419

Goduscheit, T. S. (2020, Febrero 10). *Por qué la creatividad es el campo de batalla definitivo entre la inteligencia artificial y la humana*. BBC News Mundo: https://www.bbc.com/mundo/noticias-51414294

IBM. (n.d.). *Tipos de inteligencia artificial: IA débil frente a IA fuerte*. IBM: https://www.ibm.com/mx-es/topics/artificial-intelligence

ILoveSong.ai. (n.d.). *ILoveSong.AI*. https://ilovesong.ai/#Generator

Imaginario, A. &. (2023, noviembre 23). *Musica que es conceto definicion y tipos*. Enciclopedia Significados: https://www.significados.com/musica/

Metropolis, B. (2023, Octubre 9). *Modelos, valores y contradicciones en la música de las nuevas.* . Modelos, valores y contradicciones en la música de las nuevas. : https://www.barcelona.cat/metropolis/es/contenidos/modelos-valores-y-contradicciones-en-la-musica-de-las-nuevas-generaciones

Monge, E. E. (2023, Septiembre 13). *La inteligencia artificial en la música: Perspectivas de la industria y desafíos legales*. Sympathy for the Lawyer: https://sympathyforthelawyer.com/blog/inteligencia-artificial-musica-perspectivas-desafios-legales/

P, F. (2024, Septiembre 20). *El impacto de la inteligencia artificial en la música: ¿problema u oportunidad?* . El impacto de la inteligencia artificial en la música: ¿problema u oportunidad? : https://sympathyforthelawyer.com/blog/el-impacto-de-la-inteligencia-artificial-en-la-musica/

Ramirez, J. (2023, Julio 26). *La Música Generada por IA: ¿Avance Creativo o Desafío Legal?* In Solidum Abogados: https://insolidumabogados.com/la-musica-generada-por-ia-avance-creativo-o-desafio-legal/

Ramirez, M. V. (2024, Julio 5). *conceptos de música: qué es, definición, tipos, géneros. TEDMA Academy* . Escuela Musical: https://escuelamusicalonline.com/musica/conceptos-de-musica/

Schulhoff. (n.d.). *Generación de música.* . Generación de música. : https://learnprompting.org/es/docs/miscl/music

Sojo. (2024, Octubre 24). *Música - Características, historia, elementos y tipos. Concepto.* Concepto: https://concepto.de/musica/

U., D. c. (n.d.). *Música e inteligencia artificial. Nuevas posibilidades creativas.* . Música e inteligencia artificial. Nuevas posibilidades creativas. : https://revista.unaminternacional.unam.mx/nota/6/musica-e-inteligencia-artificial-nuevas-posibilidades-creativas

Website, U. |.-O. (n.d.). *UDIO | AI Music Generator - Official Website*. https://www.udio.com/home

COMPARACIÓN DE DIFERENTES MARCAS DE COMPUTADORAS DE PLACA REDUCIDA CONTRA LA MICROCOMPUTADORA MAC MINI M1

ARTÍCULO

Autoría: *Oscar David Pérez Mendiola*
Adscripción: *Licenciatura en Ingeniería en Sistemas Computacionales*
Fecha de recepción: *06 diciembre 2024*
Fecha de aceptación: *24 marzo 2025*
Fecha de publicación: *28 marzo 2025*

RESUMEN

El creciente auge en popularidad de la era digital propició a la creación de nuevos tipos de computadoras, siendo la causa por la que al momento de ir a comprar alguna existen un sinfín de opciones, pero una opción que no es muy conocida son las computadoras de placa reducida, mientras que las más usadas en la actualidad son las microcomputadoras. Debido a la baja popularidad de estos ordenadores es posible que no se haya realizado una comparativa directa, por lo que se buscó llevar a cabo la equiparación de estos dispositivos, en específico, la Mac mini M1 y las computadoras de placa reducida, como la Raspberry Pi, Orange Pi y Banana Pi. Por ello, el objetivo principal de este trabajo fue analizar diferentes computadoras de placa reducida de distintas marcas y la microcomputadora Mac mini M1 para evaluar sus características y funcionalidad, de acuerdo con el testeo de las CPUs (Unidad central de procesamiento), siendo aquella que tiene un papel crucial en el rendimiento que tendrán los dispositivos, ya que es el cerebro que tiene la función de procesar las instrucciones. Se utilizó una metodología de tipo descriptiva, la cual implicó la revisión de especificaciones técnicas como la velocidad del procesador, la capacidad de memoria RAM (Memoria de acceso aleatorio), el almacenamiento, las opciones de conectividad, la capacidad de ejecutar diferentes sistemas operativos, entre otras. En cuanto a los resultados se hicieron testeos preliminares y se encontró un

mayor rendimiento referente a la Mac mini M1, pero las computadoras de placa reducida seleccionadas mostraron ser una mejor opción para proyectos educativos, de automatización o de desarrollo específico, y una vez expuestas las características de cada dispositivo únicamente quedó la selección del usuario con base en las necesidades que requiere.

ABSTRACT

The growing popularity of the digital era has led to the creation of new types of computers, resulting in a wide variety of options when purchasing electronic devices. However, one option that is not widely known is single-board computers, whereas microcomputers are the most commonly used today. Due to the low popularity of these devices, a direct comparison may not have been conducted, which is why this study aimed to compare these devices, specifically the Mac mini M1 and single-board computers such as the Raspberry Pi, Orange Pi, and Banana Pi. The main objective of this work was to analyze different single-board computers from various brands and the Mac mini M1 microcomputer to evaluate their characteristics and functionality based on CPU (central processing unit) testing, being the one that plays a crucial role in the performance of devices, as it is the brain responsible for processing instructions. A descriptive methodology was chosen, which involved reviewing technical specifications such as processor speed, RAM (Random access memory) capacity, storage, connectivity options, the ability to run different operating systems, among others. As for the results, preliminary tests were conducted, revealing higher performance in the Mac mini M1. However, the selected single-board computers proved to be better options for educational projects, automation, or specific development. Once the characteristics of each device were presented, the final choice depended solely on the user's specific needs.

Palabras clave: Microcomputadoras, computadoras de placa reducida, comparativa, ventajas, desventajas, procesador.

Key Words: Microcomputers, single-board computers, comparison, advantages, disadvantages, processor.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, se cuenta con diferentes opciones al momento de elegir una computadora por los avances en las arquitecturas de diseño, que determinan tanto el modelo como las funcionalidades de los equipos, lo cual define la forma en la que trabaja el CPU.

Esta diversificación en los tipos de computadoras existentes se debe a la digitalización global que se ha vivido en los últimos años, motivo por el cual ha desembocado en diferentes ventajas para los usuarios, pero al contar con diferentes necesidades

cada uno de estos, se ha optado por crear diferentes computadoras que permitan satisfacerlas de la mejor manera, ya que al momento de comprar una computadora se recomienda considerar: uso, marca, sistema operativo, procesador, presupuesto y memoria.

Tomando en cuenta lo anterior, un tipo de arquitectura reducida que ha ido ganando relevancia es la usada en las computadoras de placa reducida como resultado de su bajo costo, gran versatilidad y eficiencia energética. Se trata de ordenadores completos en los que una placa de circuito única comprende la memoria, entrada/salida, un microprocesador y las demás características necesarias. Su característica principal que lo diferencia con una computadora personal es la reducción del costo global del sistema, mediante la reducción de placas de circuito, conectores y circuitos conductores (Redacción, 2023).

De igual manera, otro tipo de computadora que ha logrado obtener inclusive una mayor relevancia son las microcomputadoras, tratándose de sistemas que cumplen con los requerimientos para definirse como una unidad de procesamiento, pero estas se encuentran reducidas en proporciones y capacidades (Definición de microcomputadora, n.d.).

Un ejemplo claro de un tipo de microcomputadora es la Mac mini M1, lanzada por Apple en 2020. Esta ha sido considerada revolucionaria por su alto rendimiento y eficiencia energética, gracias a la integración del chip M1. Este chip combina CPU, GPU (Unidad de procesamiento gráfico, por sus siglas en inglés) y un motor neuronal le permite ejecutar tareas intensivas como el desarrollo de software o la edición multimedia con gran eficiencia. A pesar de ser una microcomputadora, compite con equipos de escritorio más grandes y costosos, lo que la convierte en una opción atractiva para usuarios avanzados que requieren potencia en un formato compacto.

Sin embargo, a pesar de sus ventajas, la Mac mini M1 tiene un precio significativamente más alto en comparación con las computadoras de placa reducida, lo que plantea una pregunta clave para los usuarios que buscan una solución económica y compacta: ¿Vale la pena invertir en una Mac mini M1 cuando existen alternativas más asequibles como las computadoras de placa reducida?

Esta investigación buscó comparar el rendimiento, versatilidad, costo, y experiencia de usuario de distintas marcas de computadoras de placa reducida (Raspberry Pi, Orange Pi, Banana Pi) frente a la microcomputadora Mac mini M1.

El objetivo fue analizar diferentes computadoras de placa reducida de distintas marcas y la microcomputadora seleccionada para compararlas

por características y funcionalidad, de acuerdo con testeo de las CPUs (benchmarks), reseñas de usuarios y costos.

Además, como objetivos particulares, se buscó identificar las diferencias entre las computadoras que se consideran de placa reducida y las microcomputadoras para clasificarlas de acuerdo con sus ventajas y desventajas mediante la realización de tablas comparativas.

Lo anteriormente mencionado se realizó mediante una metodología cualitativa y cuantitativa al estar manejando datos tanto numéricos como características, y para la presentación de los resultados se optó por un proceso tanto descriptivo como comparativo, ya que se tuvo que dejar en claro cuáles de las computadoras seleccionadas fueron las que ofrecieron un mejor rendimiento en los diferentes aspectos de las pruebas.

Se esperó obtener un análisis que ofreciera una guía comparativa para ayudar a los usuarios a decidir cuál es la mejor opción según sus necesidades específicas y presupuesto, considerando que las computadoras de placa reducida están en constante evolución y podrían llegar a competir más directamente con opciones de alto rendimiento como las computadoras de Apple en el futuro.

DESARROLLO

Las microcomputadoras se han convertido en algunas de las opciones más relevantes, siendo un dispositivo que usa un microprocesador como su CPU, y por su ligero tamaño estas suelen estar diseñadas para un uso doméstico, laboral, personal, entre muchos otros. Al ser una gran opción de venta, ha sido lanzada por distintas compañías como Windows, Samsung, Dell, entre muchas otras, pero se tuvo un énfasis especial en una lanzada por Apple (EcuRed, s. f.).

La computadora seleccionada de la marca Apple fue la Mac mini M1, la cual tiene diversas características que la hacen importante en su segmento, ya que fue la primera en incorporar el CPU realizado de manera independiente por Apple. Además, cuenta con una memoria de hasta 16 Gb de RAM y respecto a su disco duro, esta posee una capacidad de hasta 2 Tb. Por lo anterior, se consideró que podría ser la mejor elección, en vista de sus capacidades (Pastor, 2021).

Las computadoras de placa reducida son computadoras cuyas características principales son sus reducidas dimensiones y capacidad, pero estas han ido obteniendo cada vez mayor potencia, motivo por el que se pueden comparar con los ordenadores más potentes de varios años atrás.

Existen distintas marcas y dispositivos que resultan más significativos en este mercado, siendo los seleccionados para este proyecto por sus capacidades, fecha de lanzamiento y popularidad sobre el segmento: Raspberry Pi 4, Raspberry Pi 5, Orange Pi 5 y Banana Pi M5.

En cada una de las computadoras de placa reducida mencionadas anteriormente, se observó que se les podría instalar una microSD, la cual únicamente tenía la recomendación de que fuera mayor a 8 Gb, por lo que, cada una cuenta con la misma capacidad en almacenamiento, pero sus principales diferencias entre cada una, se vieron en el procesador, a causa de que las fabricadas por Raspberry usan un ARM, y la Orange Pi y Banana Pi un Rockhip, siendo que cada una posee un funcionamiento similar, pero con diferencias referentes al rendimiento. De igual manera, otra diferencia de cada uno de estos es la memoria RAM, en virtud de que la única que cuenta con 16 GB de RAM es la Orange Pi, mientras que todas las demás cuentan con solo 8 Gb.

Aún con lo mencionado anteriormente y lo atractivo que puede sonar la amplia personalización de estos dispositivos, las microcomputadoras cuentan con ventajas claras frente a estos, ofreciendo: mayor potencia, capacidad de expansión, soporte para software avanzado, conectividad más amplia y mejor ergonomía y periféricos.

Por el otro lado, las computadoras de placa reducida ofrecen los siguientes beneficios frente a las microcomputadoras: bajo costo, tamaño compacto, flexibilidad para proyectos específicos, bajo consumo de energía, compatibilidad con sistemas ligeros y facilidad en programación y control de hardware.

Pruebas

Para poner a prueba lo mencionado anteriormente, se hizo un análisis detallado de las diferentes opciones, resultando en dos opciones de benchmarks: Sysbench y Geekbench. Además, se realizó un código para una prueba de cálculo de Pi y en conjunto con las otras dos pruebas, permitiera medir el tiempo que tardó en realizar esta para poder interpretar los resultados en base al rendimiento de la CPU.

Prueba 1: Sysbench

Esta herramienta se consideró una buena opción gracias a que permitió realizar pruebas de estrés, las cuales suelen ser realizadas por los fabricantes de hardware de forma estándar (Perales, 2022).

En todas las computadoras de placa reducida se siguió el mismo proceso para su instalación, el cual se realizó desde la terminal y consistió en ejecutar la siguiente instrucción:

apt-get install sysbench

Con este comando la instalación en las computadoras de placa reducida fue muy fácil. Sin embargo, para el caso de la microcomputadora fue diferente, y lo primero que se realizó fue la instalación del software “Homebrew”. Esto se debe a que la terminal de la Mac tiene ciertas restricciones para la instalación de software (Casero, 2024). Su instalación se realizó colocando el siguiente comando en la terminal de la Mac:

```
/bin/bash -c "$(curl -fsSL
https://raw.githubusercontent.com/Homebrew/install/HEAD/install.sh)"
```

(Verjel, n.d.).

De igual manera, cuando la instalación termino arrojó un comando, el cual fue colocado en la terminal con el fin de que se usara el Homebrew en el PATH, siendo esta la manera en la que se puede usar en cualquier parte del sistema operativo. En el caso de la instalación usada en la Mac, dio como resultado el siguiente comando:

```
% echo >> /Users/jamoncito/.zprofile
   echo 'eval "$(/opt/homebrew/bin/brew shellenv)"'
>> /Users/jamoncito/.zprofile
   eval "$(/opt/homebrew/bin/brew shellenv)"
```

Se colocó en el PATH y se ejecutaron los comandos para la instalación de Sysbench:

```
brew install sysbench
```

Tan pronto como se instaló, lo siguiente fue realizar la primera prueba, la cual midió el rendimiento de la CPU, mediante el comando:

```
sysbench --test=cpu --cpu-max-prime=20000 run --num-threads=4
```

Este comando se ejecutó de la misma manera en cada uno de los dispositivos y lanzó cuatro hilos informáticos de cálculos de números primos, en este caso se estableció en 20000 números, siendo que uso toda la capacidad de las CPUs.

De igual manera, se probaron las otras opciones de pruebas con las que cuenta Sysbench, siendo que la siguiente fue la prueba de estrés de memoria, la cual ayudó a simular una carga en la memoria y visualizar las tasas de transferencia. Se realizó con el siguiente comando:

```
sysbench --test=memory --memory-block-size=1M
--memory-total-size=10G run
```

En dicho comando se seleccionó el tamaño de cada uno de los bloques que se mandaron a la memoria, el cual de no haber sido seleccionado optaría por 1Kb y prolongaría el proceso al tener que ser más pequeño y, por lo tanto, hacer más operaciones.

Por último, Sysbench contaba con una última prueba, la cual fue una prueba de almacenamiento en el disco duro con el fin de conocer su rendimiento (Alejandro, 2020). Dicha prueba se realizó con la introducción del siguiente comando:

sysbench --test=fileio --file-total-size=50G --file-test-mode=rndrw --init-rng=on --max-time=300 --max-requests=0 run

Para la anterior instrucción fue importante crear un archivo grande, el cual superara el tamaño de la memoria RAM del dispositivo, ya que, sino los resultados serian incorrectos, por lo que en la parte donde se comentó el tamaño total del archivo se estableció algo superior al tamaño de la memoria que se mencionó.

De igual manera, ya que se creó el documento de la prueba, se tuvo que eliminar este archivo, y se realizó con el siguiente comando:

sysbench --test=fileio --file-total-size=50G cleanup

Esta fue la última prueba realizada, y al tratarse de pruebas de estrés tuvieron dos ventajas claras: permitió conocer las limitaciones del sistema y probar la estabilidad y temperatura (Alejandro, 2020). Para el trabajo solo se tomarán en cuenta las limitaciones del sistema, ya que fue el eje central de las comparaciones.

Prueba 2: Geekbench

Geekbench es una herramienta con diferentes tipos de pruebas de rendimiento, pero la principal y la usada en el trabajo fue la prueba de CPU. En esta, se obtiene información detallada de hardware de la CPU. Además, realiza uso de un único núcleo para realizar pruebas y estas las repite, pero usando diversos núcleos del procesador (Geekbench 6 - cross-platform benchmark, n.d.).

En el caso de la instalación de esta herramienta, los papeles se vieron invertidos, porque para el sistema MacOS fue mucho más sencillo, siendo que el único proceso por seguir fue buscar en algún navegador la página oficial de Geekbench (Geekbench 6 - cross-platform benchmark, n.d.). Dentro de la página se procedió a presionar el botón que dice “Download” y comenzó la descarga.

Sin embargo, para las computadoras de placa reducida lo primero fue descargar una tienda de aplicaciones que se conoce como “Pi-apps”. Introduciendo el siguiente comando en la terminal:

wget -qO- https://raw.githubusercontent.com/Botspot/pi-apps/master/install | bash
(Pi-Apps - install instructions, n.d.).

En cuanto terminó este proceso se tuvo que ingresar a la tienda de aplicaciones que ya se encontraba en

el escritorio y se buscó Geekbench 6, procediendo a su descarga.

Para ingresar a Geekbench desde las computadoras de placa reducida no se contó con una interfaz gráfica, sino que todo el proceso tuvo que ser desde la línea de comandos, y para que empezara el proceso, se introdujo el siguiente comando en la terminal: geekbench6. Esta instrucción generó un enlace a una página web en la terminal, desde la cual se pudieron visualizar los resultados.

En cambio, la versión de la Mac sí contó con una interfaz gráfica donde solo se seleccionó la prueba e inició. A diferencia de la otra versión, esta abrió automáticamente la página web donde se podían ver los resultados.

Los factores de cada prueba fueron los siguientes: Compresión de archivos, navegación, buscador HTML5, renderizado PDF, librería de fotografías, clang (compilador), procesamiento de texto, compresión de activos, detección de objetos, difuminación de fondo, detección de horizontes, removedor de objetos, HDR (High dynamic range), filtro de fotografías, ray tracer y estructura a partir del movimiento.

Cada uno de estos factores se puso a prueba de manera mononúcleo como multinúcleo. Además, mediante un cronómetro se midieron los tiempos que le tomó a cada dispositivo realizar la prueba para determinar el puntaje total en cuanto al rendimiento.

Prueba 3: código en Python

En la prueba de Python, se decidió usar el cálculo de Pi, debido a que se trata de un número irracional que no puede ser expresado como una fracción exacta de dos números enteros, por lo que su cálculo puede ser infinito (Deltell, 2024).

Para este caso se seleccionó la fórmula BBP (Bailey-Borwein-Plouffe) para calcularlo, a causa de que se requirió un cálculo con bastante precisión, el cual necesite mucho tiempo y recursos computacionales, y esta es bastante eficiente, teniendo la característica de permitir cálculos de dígitos individuales de Pi sin la necesidad de calcular todos los dígitos anteriores, algo que no es posible con métodos tradicionales (Bailey–Borwein–Plouffe formula | semantic scholar, s. f.). Esta fórmula fue la siguiente:

$$\sum_{K=0}^{\infty} \frac{1}{16^K}\left(\frac{4}{8K+1}-\frac{2}{8K+4}-\frac{1}{8K+5}-\frac{1}{8K+6}\right)$$

Lo primero que se notó fue que se trata de una sumatoria de todos los datos que se obtienen. Además, el factor $\frac{1}{16^k}$ permite que cada término sucesivo sea más pequeño, lo cual hace que vaya acercándose más al valor de Pi. Por el otro lado,

cada fracción incluye una combinación de denominadores en términos de 8k, siendo importante para tener una gran precisión en el cálculo, derivado a que en el código buscó obtener las primeras 10,000 cifras de este número (Colaboradores de Wikipedia, 2024).

En consideración a la realización de código, lo que ayudó a medir la velocidad del procesador fue el cálculo del tiempo, así que fue importante que el código diera como resultado el tiempo total que tardo en realizar los cálculos, por lo que se importó el módulo time que se usó para medirlo.

Se requería una gran precisión de los decimales, atribuible a que se quería obtener 10,000 cifras en decimales, por lo que se necesitó importar el módulo decimal, pero se tuvo que establecer de cuántos dígitos sería mediante el uso de la función "getcontext().prec=10000".

Para usar todo lo anterior, se realizó una función, la cual regresaría el cálculo del número mediante la introducción de la fórmula de BBP, repitiéndose 10,000 veces con ayuda del ciclo "for". Posteriormente, fue necesario introducir una variable denominada "start_time", la cual se igualó a un método del módulo time, y el siguiente paso fue invocar la función compute_pi() para finalmente declarar otra función de tiempo denominada "end_time" para medir el tiempo total.

Finalmente, con ayuda del método "printf", se procedió a imprimir el tiempo. Resultando en el siguiente código:

```
import time
from decimal import Decimal, getcontext
# Establecer precisión
getcontext().prec = 10000
def compute_pi():

    return sum(1/Decimal(16)**k *
               (Decimal(4)/(8*k+1) -
                Decimal(2)/(8*k+4) -
                Decimal(1)/(8*k+5) -
                Decimal(1)/(8*k+6)) for k in
range(10000))
start_time = time.time()
compute_pi()
end_time = time.time()
print(f"Time taken: {end_time - start_time}
seconds")
```

En cada una de las computadoras se usó el editor de código "Visual Studio Code", siendo que para instalarlo se buscó el sitio web oficial y seleccionó las opciones de descarga. En dicho editor se creó un nuevo archivo, al cual se denominó "prueba.py" y se ejecutó con el fin de obtener el tiempo que tardó en realizarse cada prueba para obtener una noción del rendimiento.

Instrumento

La siguiente parte del trabajo consistió en usar un cuestionario para identificar la opinión de diversos usuarios, así como determinar diferentes preferencias respecto a las computadoras de placa reducida, convencionales y microcomputadoras.

Lo anterior se realizó para determinar si los usuarios conocían las computadoras de placa reducida y las microcomputadoras, además de que si las conocían se buscó determinar cuál de estas podrían considerarse mejor para ellos y que usos le suelen dar a su equipo. En caso contrario, se buscó saber las tareas que realizan con sus equipos para determinar si estos podrían ser reemplazados por computadoras de placa reducida. Por esta razón, el cuestionario constó de 25 preguntas, de las cuales cuatro fueron abiertas, cinco dicotómicas y 16 de opción múltiple.

A causa de que se contaron con varias preguntas que en esta era digitalizada podían ser realizadas a cualquiera, se consideró que este formulario pudiera haber sido expuesto a la mayoría de gente, siendo el único factor determinante, el idioma dado a que se trató de un formulario realizado en español, por lo que fue necesario que los encuestados lo conozcan.

De acuerdo con el perfil requerido, se incluyeron personas entre 15 y 60 años relacionadas con el área de ingeniería. A pesar de esto, no todos conocían sobre estas tecnologías, por lo que, se realizó una encuesta segmentada para quienes tenían o no algún conocimiento.

La encuesta se distribuyó en foros relativos a estos dispositivos informáticos obteniéndose 100 respuestas.

Resultados

El proyecto consistió en evaluar el rendimiento y opinión sobre distintos dispositivos, incluyendo microcomputadoras como la Mac mini M1 y computadoras de placa reducida como Raspberry Pi, Orange Pi y Banana Pi M5, con el uso de benchmarks, pruebas de cálculo y el uso de un instrumento.

Lo primero fue usar la herramienta de Sysbench, la cual permitía el uso de diversas pruebas, entre las que se encontraron resultados como los que se midieron para la CPU (figura 1.a), los cuales mostraron una enorme diferencia de potencia entre la microcomputadora y las otras opciones. La siguiente prueba realizada consistió en medir la capacidad de transferencia de la memoria (figura 1.b), siendo que ya no hubo una diferencia tan

marcada. Finalmente, se llevó a cabo una prueba del disco duro de cada una de las computadoras (figura 1.c), en donde una vez más la opción que sobresalió fue la Mac.

Figura 1

a) Gráfica con resultados de CPU de Sysbench, b) Gráfica con resultados de memoria de Sysbench, c) Gráfica con resultados de disco duro de Sysbench

La primera prueba consistió en medir la cantidad de acciones que podría realizar cada equipo en un tiempo límite de diez segundos aproximadamente (tabla 1), observándose que la Mac superó significativamente a las computadoras de placa reducida, ya que la cantidad de eventos realizados superó en casi 13,000 veces a la computadora de placa reducida. Esto resultó en algo sorprendente, dado que no se esperaba una diferencia tan elevada.

Tabla 1

Resultados de la prueba de CPU de Sysbench

Pruebas de CPU		
Dispositivo	Número total de eventos	Tiempo total
Mac mini	532962126	10
Raspberry Pi 4	23515	10.0013
Raspberry Pi 5	41283	10.0008
Orange Pi 5	39187	10.0009
Banana Pi m5	14903	10.0025

La segunda prueba fue la medición de la capacidad de la memoria (tabla 2), en la cual la microcomputadora lideró, aunque en dicha ocasión no fue de una manera significativa, sino que se trató de milisegundos, estando muy equiparada con la Orange Pi 5.

Tabla 2

Resultados de la prueba de memoria de Sysbench

Prueba de memoria		
Dispositivo	Número total de eventos	Tiempo total
Mac mini	10240	0.512
Raspberry Pi 4	10240	3.0095
Raspberry Pi 5	10240	0.9156
Orange Pi 5	10240	0.8925
Banana Pi m5	10240	2.2154

La última prueba realizada con Sysbench fue la de almacenamiento (tabla 3), siendo que la computadora de Apple superó a las otras, logrando transferir 30 GB en 67 segundos, mientras que, por el contrario, las otras variaron entre 1104 y 1439 segundos, mostrando de esta manera que tienen un menor rendimiento.

Tabla 3

Resultados de la prueba de disco duro de Sysbench

Prueba de disco duro		
Dispositivo	bytes totales	tiempo total (segundos)
Mac mini	32212254720	66.55
Raspberry Pi 4	32212254720	1439
Raspberry Pi 5	32212254720	1104.02
Orange Pi 5	32212254720	1141.25
Banana Pi m5	32212254720	1268.55

Los siguientes resultados corresponden a la prueba de CPU realizada con la herramienta Geekbench 6. Esta prueba arrojó valores tanto en mononúcleo como en multinúcleo. Además, se utilizó un cronómetro para medir el tiempo de ejecución (Tabla 4 y Figura 2).

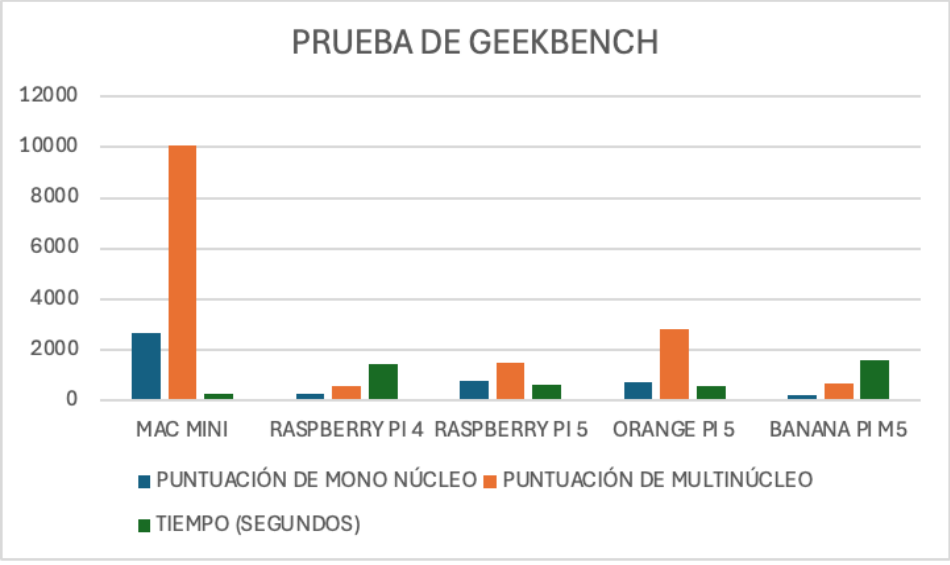
Tabla 4

Resultados de la prueba de CPU de Geekbench.

Prueba de CPU de Geekbench			
Dispositivo	Mononúcleo	Multinúcleo	Tiempo
Mac mini	2676	10082	271.43
Raspberry Pi 4	283	589	1439.06
Raspberry Pi 5	791	1487	613.87
Orange Pi 5	740	2828	594.91
Banana Pi m5	243	685	1580.56

Figura 2

Gráfica con resultados de la prueba de un único núcleo, multinúcleo y el tiempo de Geekbench



De igual manera en dicha prueba se sobrepuso la Mac como la del mejor puntaje, pero se observa que no fue tan aplastante como se suponía con base en las primeras pruebas, siendo que la microcomputadora tuvo cinco veces más rendimiento que las mejores de placa reducida (Raspberry Pi 5 y Orange Pi 5).

Para finalizar con las pruebas de rendimiento, se obtuvieron los resultados de la prueba de cálculo realizada en el lenguaje de programación de Python (tabla 5 y figura 3).

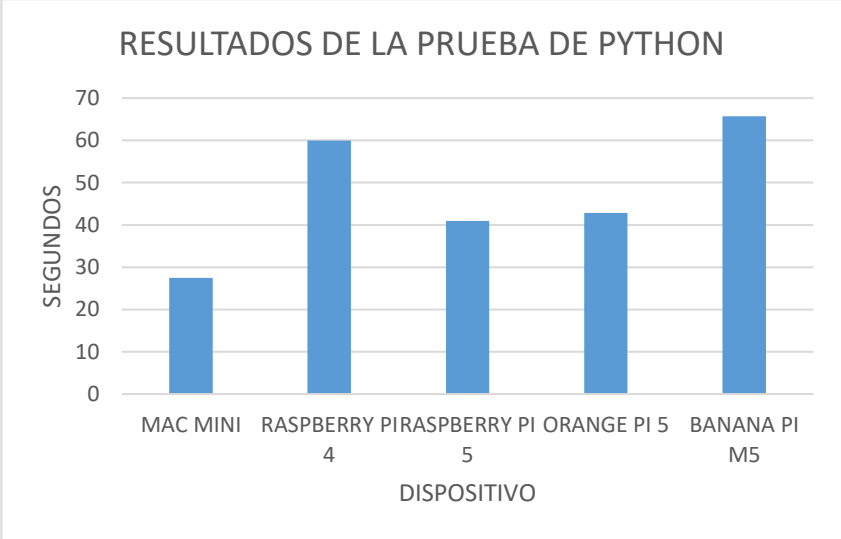
Tabla 5

Resultados de la prueba de cálculo de Python

Prueba de Python	
Dispositivos	Tiempo (segundos)
Mac mini	27.45
Raspberry pi 4	59.99
Raspberry pi 5	40.94
Orange pi 5	42.85
Banana pi m5	65.73

Figura 3

Gráfica con resultados de la prueba de cálculo de Python



Dichos resultados arrojaron que la diferencia de UAL de los equipos fue entre el doble (Raspberry Pi 5 y Orange Pi 5) y cuádruple (Banana Pi M5 y Raspberry Pi 4) en comparación con la microcomputadora, siendo que la diferencia, aunque todavía era significativa, no lo fue tanto como en las anteriores pruebas, dando pie a comprender que estas tienen ventajas y desventajas claras.

Respecto a la opinión del usuario, se tuvo una muestra que incluyó a 125 personas afines al área de ingeniería, y se tomaron los resultados más relevantes, siendo que se presentó una distribución entre los que, si habían escuchado con anterioridad de estos dispositivos, siendo el 42% únicamente, mientras que el 58% no sabían nada con anterioridad, por lo que, se demostró que se tiene todavía desinformación sobre estos dispositivos, aún en personas que son más probables a conocerlos.

Adicionalmente, con relación al análisis sobre la conveniencia de uso de cada usuario, se realizó una pregunta que contuviera las tres opciones sobre los equipos analizados. En dicha pregunta, un 82% de la muestra prefieren las convencionales, siendo las computadoras más grandes y con mayor capacidad, mientras que el 9% se inclinó hacia las de placa base y lo mismo para las microcomputadoras.

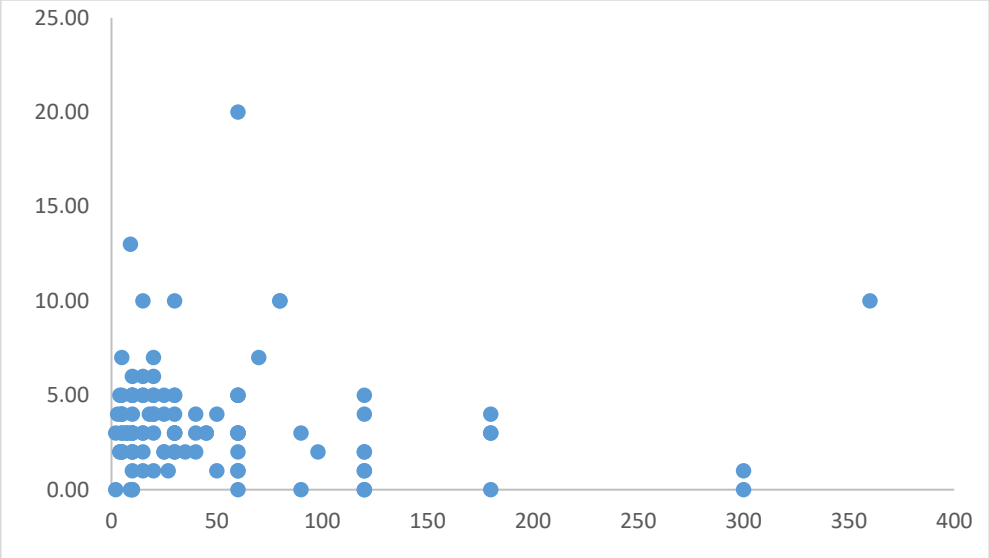
De igual manera, se realizó un análisis univariado aplicado a la variable de “Reemplazo” en el que se estudió sobre tres categorías: “Si”, “No” y “Depende del tipo de aplicación, obteniendo como resultados que un 18% consideró que podrían reemplazar sus equipos con las de placa reducida, mientras que el 53% estableció que dependería y el restante comentó que no podrían.

En el análisis de correlación se tomaron en cuenta las siguientes preguntas: “¿Cuántos segundos tarda en promedio tu dispositivo en arrancar desde un estado de apagado completo? (Respuesta en segundos)” y “¿Cuántos programas pesados (como software de edición o modelado 3D) puedes ejecutar simultáneamente sin experimentar una reducción notable en el rendimiento? (Respuesta en cantidad de programas)”.

Con base en las respuestas de los encuestados, no se observó una correlación alta (figura 4) en la cantidad de programas demandantes que pueden ejecutar y el tiempo que tarda en encender sus dispositivos, siendo que se obtuvo un resultado de -0.04, por lo que no resulta crucial para determinar el rendimiento.

Figura 4

Gráfica de correlación de las respuestas obtenidas respecto el equipo de los usuarios



Todo lo anterior permitió determinar que la mayoría de los usuarios desconocen acerca de los dispositivos mencionados en este trabajo, pero consideran que podrían reemplazar sus equipos del diario por estos, por lo que, se infirió que si se les brindara más información sobre estos dispositivos podrían ser una buena opción para diversos usuarios que no las conocen, ya que la mayoría de los que comentaron conocer sobre estos, los recomendaron.

CONCLUSIONES

Las computadoras han jugado un papel crucial en los últimos años en cada una de las tareas que se realizan, convirtiendo en algo fundamental el conocimiento respecto a las opciones de compra que existen en el mercado, siendo esta la razón por la que el análisis realizado en este proyecto permitió comparar el rendimiento de ordenadores como la microcomputadora, Mac mini M1 y las de placa reducida, entre ellas la Raspberry Pi 4, Raspberry Pi 5, Orange Pi 5 y Banana Pi M5, a través de una serie de pruebas que evaluaron la capacidad de procesamiento, la eficiencia en la gestión de memoria y el rendimiento del almacenamiento.

Por su parte, los diferentes Benchmarks usados, así como la prueba personalizada de cálculo en Python, demostraron que la Mac se posiciona como una computadora de alto rendimiento, destacando ampliamente en todas las mediciones realizadas,

motivo por el cual se evidenció sus ventajas en aplicaciones exigentes y multitareas.

Por otro lado, las computadoras de placa reducida demostraron un gran desempeño dentro de sus limitaciones físicas (tamaño, peso y componentes), destacando especialmente la Orange Pi 5 y Raspberry Pi 5, que son mejores respecto a modelos anteriores. Sin embargo, la Banana Pi M5 y Orange Pi 4 quedaron rezagadas durante el transcurso de las pruebas de rendimiento, permitiendo visualizar que estas no son la mejor opción de compra, debido a que costaron lo mismo que las demás, pero sin traer ningún tipo de beneficio, por lo que en una relación costo-beneficio no son convenientes.

En lo que respecta a la opinión y experiencia del usuario con las computadoras, se incluyó una muestra de 125 personas afines a alguna ingeniería para poder determinar sus conocimientos y percepciones, encontrando que el motivo de que la gente no use mucho las computadoras de placa reducida se debe a la falta de información sobre ellas, ya que para la mayoría de los encuestados se observó una posibilidad de que aproximadamente el 71% de los involucrados cambien sus equipos del diario por este tipo de computadoras. Por esta razón, se espera que este trabajo actúe de una manera informativa hacia los usuarios que en el futuro consideren cambiar sus ordenadores.

Para estudios futuros, se espera incluir un mayor número de computadoras e inclusive versiones más recientes, además de explorar aspectos como la eficiencia energética y la temperatura que generan las computadoras, e investigar algunas configuraciones avanzadas de hardware y software que permitan optimizar el rendimiento. De igual manera al querer ser una guía para los usuarios, se buscará desarrollar estrategias de difusión con el fin de poder informar a más usuarios sobre estos equipos en base a su potencial como soluciones económicas y versátiles.

Finalmente, la Mac mini es ideal para tareas que requieren alto rendimiento y las otras computadoras evaluadas representan una alternativa prometedora para proyectos específicos, con un énfasis especial en la posibilidad de promover su conocimiento y uso entre un público más amplio.

REFERENCIAS

Cgarcia. (n.d.-b). *¿Qué es Raspberry Pi y para qué sirve? | Escuela de programación, robótica y pensamiento computacional | Codelearn.es*. https://codelearn.es/blog/que-es-raspberry-pi-y-para-que-sirve/

Comparación entre un microcontrolador y un microprocesador. Diferencia entre chips de computadora centralizados: AWS. (n.d.). Amazon Web Services, Inc. https://aws.amazon.com/es/compare/the

-difference-between-microprocessors-microcontrollers/#:~:text=Un%20microprocesador%20es%20una%20unidad,y%20l%C3%B3gicas%20en%20se%C3%B1ales%20digitales

Definición de microcomputadora. (n.d.). Internetizado. https://www.internetizado.com/microcomputadoras#definicion-de-microcomputadora

Dell. (2024, August 17). *¿Qué es la memoria del sistema (RAM)?* Dell Panamá. https://www.dell.com/support/kbdoc/es-pa/000148441/que-es-la-memoria-del-sistema

Fernández, S. (2018, October 19). *Qué son los benchmarks, para qué sirven y cuáles son los más populares*. Xataka Móvil. https://www.xatakamovil.com/aplicaciones/que-son-los-benchmarks-para-que-sirven-y-cuales-son-los-mas-populares

Fernández, Y. (2022, September 23). *CPU: qué es, cómo es y para qué sirve*. Xataka. https://www.xataka.com/basics/cpu-que-como-sirve

Flores, J. L. (2019, September 2). Qué es Raspberry Pi. *OpenWebinars.net*. https://openwebinars.net/blog/que-es-raspberry-pi/

Freda, A., & Villinger, S. (2024, April 15). *¿Qué es la memoria RAM y qué hace?* ¿Qué Es La Memoria RAM Y Qué Hace? https://www.avg.com/es/signal/what-is-ram

Informática básica: Qué es un sistema operativo. (n.d.). GCFGlobal.org. https://edu.gcfglobal.org/es/informatica-basica/que-es-un-sistema-operativo/1/

Jvs-Informática, & Jsanchez, J. (2023, February 21). *¿Qué son los microprocesadores y qué modelos hay?* JVS Informática Blog. https://www.jvs-informatica.com/blog/que-son-los-microprocesadores-y-que-modelos-hay/

¿Qué hace la memoria de la computadora (RAM)? (n.d.). Crucial. https://www.crucial.mx/articles/about-memory/support-what-does-computer-memory-do

Redacción. (2023, June 19). ▷ Qué es una placa SBC o Single Board Computer | Descubrearduino.com. *Descubre Arduino*. https://descubrearduino.com/sbc/#%C2%BFQue_significa_%C2%ABSingle-Board_Computer%C2%BB_SBC

Tableau. (n.d.). https://www.tableau.com/es-es/learn/articles/what-is-a-benchmark

Ulectronics- Orange Pi. (n.d.). Ulectronics. https://uelectronics.com/orange-pi/?srsltid=AfmBOoo5gvJ1RoF3w5UzW56

D6QaMTvweYWRo5MdjbJ5mEHq3hjIVmTyg

Buffer de datos: qué es y para qué sirve. (n.d.). EDUCAOPEN. https://www.educaopen.com/digital-lab/metaterminos/b/buffer

Alejandro. (2020, May 16). *Raspberry Pi: benchmark de sistema con Sysbench*. Proteger Mi PC. https://protegermipc.net/2017/05/31/raspberry-pi-benchmark-de-sistema-con-sysbench/

Colaboradores de Wikipedia. (2024, January 30). *Fórmula de Bailey-Borwein-Plouffe*. Wikipedia, La Enciclopedia Libre. https://es.wikipedia.org/wiki/F%C3%B3rmula_de_Bailey-Borwein-Plouffe

Deltell, A. F. (2024, March 14). *Pi (π): las rarezas del número con más fans del mundo*. BBC News Mundo. https://www.bbc.com/mundo/articles/c84d1lzymrwo#:~:text=Como%20dec%C3%ADamos%20al%20inicio%2C%20el,sabemos%20que%20tendr%C3%A1%20infinitos%20decimales

Geekbench 6 - Cross-Platform Benchmark. (n.d.). https://www.geekbench.com/

Perales, D. M. (2022, December 4). *▷ Sysbench - Benchmarks en Linux 【 Puerto53.com 】*. puerto53.com. https://puerto53.com/linux/realizar-pruebas-de-estres-con-sysbench/

Pi-Apps - Install instructions. (n.d.). https://pi-apps.io/install/

¿Qué es Geekbench 6? (n.d.). *Spain Tech Blog*. https://spaintechblog.com/informatica/que-es-geekbench-6/%20%20https:/www.muycomputer.com/2023/02/15/geekbench-6-nueva-version-del-benchmark-para-pcs-y-moviles/

Spaintechblog_Admin_User. (2024, June 7). *¿Qué es Geekbench 6?* Spaintechblog. https://spaintechblog.com/informatica/que-es-geekbench-6/

Verjel, F. (n.d.). *▷ Cómo instalar Homebrew en Mac OS X [2020]*. ▷ Cómo Instalar Homebrew En Mac OS X [2020]. https://franyerverjel.com/blog/instalacion-de-homebrew-en-mac

Ortega, C. (2023, 23 febrero). *¿Qué es el coeficiente de correlación de Pearson?* QuestionPro. https://www.questionpro.com/blog/es/coeficiente-de-correlacion-de-pearson/

Bailey–Borwein–Plouffe formula | Semantic Scholar. (s. f.). https://www.semanticscholar.org/topic/Bailey%E2%80%93Borwein%E2%80%93Plouffe-formula/1421150

Casero, A. (2024, 10 abril). Homebrew: Guía básica | KeepCoding. *KeepCoding Bootcamps*. https://keepcoding.io/blog/que-es-y-como-funciona-homebrew/

GuLo, L. (2022, 13 diciembre). *Procesador / CPU*. Solo Con Linux. https://soloconlinux.org.es/procesador-cpu/

Sulbarán, I. (2023, 8 marzo). *Arquitectura de computadoras: modelos esenciales - Tiffin University*. Tiffin University. https://global.tiffin.edu/blog/que-es-arquitectura-de-computadoras

EcuRed. (s. f.). *Microcomputadora - ECURED*. https://www.ecured.cu/Microcomputadora#Caracter.C3.ADsticas

Pastor, J. (2021, 4 mayo). *Mac mini, análisis: el chip M1 que puede cambiarlo todo va sobrado y perfila un futuro espectacular para. . .* Xataka. https://www.xataka.com/ordenadores/mac-mini-analisis-caracteristicas-precio-especificaciones

HOME OFFICE:

UNA TRANSFORMACIÓN DIGITAL

ARTÍCULO

Autoría: *Víctor Eder Flores Salazar*
Adscripción: *Licenciatura en Ingeniería en Sistemas Computacionales*
Fecha de recepción: *07 noviembre 2024*
Fecha de aceptación: *20 marzo 2025*
Fecha de publicación: *28 marzo 2025*

RESUMEN

A través de las épocas, la forma en que la humanidad realiza el trabajo ha cambiado. En esta época pospandemia, el cambio fue, en muchas maneras, radical. Lo que antes se consideraba una opción, durante la pandemia se convirtió en la forma más segura de continuar con las labores. Fue un aprendizaje forzado pero necesario. En esta investigación de enfoque cuantitativo, se aplicaron encuestas digitales a personas que trabajan en modalidad home office o híbrida, con el objetivo de evaluar la satisfacción de los colaboradores al desempeñar sus actividades bajo este sistema laboral. Los resultados muestran que los colaboradores valoran positivamente el home office, destacando beneficios como el ahorro económico semanal, la reducción de tiempos de traslado y una mejora en la salud mental. Sin embargo, también se identificaron desventajas como el aislamiento social y la falta de espacios adecuados para trabajar desde casa. En general, esta modalidad ha permitido desarrollar un ambiente laboral en el que el trabajador puede cumplir con sus tareas sin sacrificar pilares fundamentales como la economía y el bienestar emocional.

ABSTRACT

Throughout history, the way humans work has evolved. In the post-pandemic era, this transformation has been, in many ways, radical. What was once considered a work option became, during the pandemic, the safest way to continue professional activities. It was a forced but necessary

learning process. This quantitative study used digital surveys applied to individuals currently working under remote or hybrid modalities, aiming to assess their perceptions of this work model. The results indicate that employees view home office positively, highlighting benefits such as weekly financial savings, reduced commuting time, and improvements in mental health. However, disadvantages were also identified, including social isolation and the lack of suitable spaces to work from home. Overall, this modality has allowed workers to fulfill their tasks without sacrificing essential aspects such as economic stability and emotional well-being.

Palabras clave: Home office, trabajo remoto, pandemia, salud mental, ahorro económico.

Key Words: Home office, remote work, pandemic, mental health, financial savings

INTRODUCCIÓN

El *home office* (HO) es una forma de trabajo que permite al colaborador desarrollar sus labores de forma remota, utilizando videollamadas, plataformas en línea, correo electrónico y aplicaciones móviles. Esto facilita que el empleado pueda desempeñar sus funciones desde cualquier lugar que cuente con las condiciones necesarias.

El primer impulsor del trabajo a distancia fue Jack Nilles, quien creó un sistema de comunicación para la NASA en 1976, al que bautizó como "telecomunicación". En esa misma investigación, él proponía que trabajar desde casa podría traer grandes beneficios, como reducir el tráfico vehicular y aprovechar recursos no renovables, desde la energía hasta el tiempo (Rojas, 2020).

La evolución de las tecnologías permitió el desarrollo de los teléfonos, la expansión de las computadoras personales y el acceso a internet. Durante la pandemia de COVID-19 en 2020, esta modalidad se convirtió en la forma más segura de continuar con las actividades laborales en muchas empresas.

El teletrabajo, como también se le conoce, representa una oportunidad, ya que, si se utiliza de manera adecuada, puede mejorar las condiciones laborales de los colaboradores y reducir el nivel de deserción en las empresas. Sin embargo, también puede presentar riesgos, debido a que no todas las organizaciones están en capacidad de ofrecer las condiciones ideales. Este modelo requiere equipos que cumplan con los requisitos técnicos para trabajar en línea, plataformas especializadas, servidores, seguridad informática y, principalmente, la madurez del trabajador para cumplir con sus funciones sin supervisión constante. Por estas razones, muchas empresas prefieren mantener el modelo tradicional.

En la presente investigación, se recabaron datos mediante encuestas digitales a personas que actualmente trabajan en modalidad HO o híbrida

(una combinación de trabajo remoto y presencial), con el objetivo de evaluar la satisfacción de los colaboradores al desempeñar sus actividades bajo este sistema laboral. También se analizaron las variables relacionadas con el ahorro generado por el HO y las formas en las que se optimiza el tiempo. Estos datos proporcionarán una perspectiva sobre cómo se percibe el HO y qué ventajas tiene frente al modelo tradicional de trabajo.

DESARROLLO

Modalidades de trabajo

Existen muchas maneras de colaborar con empresas, pero en este caso nos centraremos en las tres más conocidas: presencial, híbrido y totalmente a distancia.

- Presencial: Esta modalidad requiere la presencia del colaborador en el lugar de trabajo. Esto conlleva gastos de transporte y el tiempo invertido en desplazarse de un lugar a otro.
- Híbrido: Es una forma de trabajo en la que el colaborador debe presentarse al lugar de trabajo durante parte de su jornada o en determinadas jornadas de la semana. Esto supone un menor gasto de tiempo y recursos en transporte.
- A distancia: En esta modalidad, el trabajo puede realizarse desde casa o desde cualquier lugar que cuente con las condiciones necesarias para cumplir con las tareas asignadas. Algunos lugares, como cafeterías o espacios de coworking, ofrecen áreas designadas con conexión a internet y otras comodidades para trabajar.

Herramientas de trabajo según el artículo 132 de la Ley Federal del Trabajo

Las herramientas de trabajo varían según las tareas a realizar. Por ejemplo, un colaborador que utiliza únicamente software básico puede desempeñar sus funciones con un equipo y conexión a internet estándar. Por otro lado, aquellos que manejan información sensible deberían trabajar exclusivamente desde casa o la oficina. Áreas como sistemas, diseño o arquitectura pueden requerir software especializado o mayor velocidad de red, lo que exige equipos con capacidades avanzadas.

De acuerdo con el artículo 132 de la Ley Federal del Trabajo:

> *El patrón debe proporcionar oportunamente a los trabajadores los útiles, instrumentos y materiales necesarios para la ejecución del trabajo, debiendo darlos de buena calidad, en buen estado y reponerlos tan pronto como dejen de ser eficientes, siempre que aquéllos no se hayan comprometido a usar herramienta propia. El patrón no podrá exigir indemnización alguna por el desgaste natural que sufran los útiles, instrumentos y*

materiales de trabajo (Gobierno de México, 2017).

Ventajas y desventajas para el colaborador

Estas modalidades de trabajo ofrecen múltiples ventajas, pero también representan retos. Quienes decidan trabajar bajo estas condiciones deben desarrollar habilidades personales, como un sólido sentido de la responsabilidad y un adecuado manejo del tiempo.

En cuanto a los aspectos físicos, es fundamental contar con un espacio adecuado para realizar las labores sin distracciones, como una oficina en casa o un lugar tranquilo que permita concentrarse. Aunque las herramientas de trabajo deben ser proporcionadas por el empleador, el trabajador es responsable de mantenerlas en buen estado y disponibles durante el horario laboral.

Si tanto el empleador como el empleado cumplen con estos aspectos, estas modalidades ofrecen ventajas significativas, como:

- Eliminar el tiempo invertido en transporte.
- Comer en casa, lo que puede ser más saludable y económico.
- Organizar los tiempos de manera más eficiente.
- Reducir el estrés asociado al tráfico, especialmente en ciudades con alta congestión vehicular.

Ventajas y desventajas para la empresa

Las empresas enfrentan un gran reto en esta transformación. Aunque puede resultar difícil creer que el trabajo sin supervisión directa se realice de manera eficiente, mediante una formación integral y capacitación adecuada, esta modalidad puede ofrecer importantes ventajas.

Entre estas ventajas destacan la reducción de gastos de oficina, como luz, agua y otros servicios, además de la posibilidad de registrar de forma digital las horas de entrada y salida de los empleados, permitiendo un mejor control de sus horarios. Con el uso de las herramientas adecuadas, la atención personalizada puede llevarse a cabo mediante videollamadas cuando sea necesario.

En general, las tecnologías están avanzando a un ritmo acelerado, y las herramientas de trabajo se vuelven cada vez más intuitivas y funcionales. El desafío principal para las empresas es capacitar a sus empleados y supervisar sus actividades a distancia, asegurándose de que cuenten con las herramientas necesarias para desempeñar sus funciones de manera eficiente.

Metodología

La metodología que seguiremos en esta investigación será cualitativa, ya que nos interesa conocer las opiniones de los trabajadores para comprender mejor su perspectiva frente al cambio en la modalidad de trabajo.

Esta encuesta nos permitirá identificar si los colaboradores están familiarizados con la Ley Federal del Trabajo y si conocen sus derechos y obligaciones bajo esta modalidad. Además, nos proporcionará una visión general sobre la percepción de los empleados en relación con el ahorro económico y el impacto positivo en la salud mental que el *home office* puede generar.

Resultados

Después de haber recabado la información mediante encuestas digitales dirigidas a personas que actualmente trabajan en modalidad home office o híbrida, se procedió a sistematizar los datos obtenidos para identificar patrones y tendencias en torno a su experiencia laboral. Se organizaron las respuestas en categorías relacionadas con el ahorro económico, el tiempo invertido en traslados, la percepción del equilibrio entre la vida personal y laboral, así como las ventajas y desventajas identificadas por los participantes.

Se encuestaron 29 personas en total. De ellas, el 62% se identificó como hombre y el 38% como mujer. En cuanto al estado civil, el 57% señaló estar soltero, el 33% casado y el 10% separado o divorciado. En relación con la edad, la mayoría se encuentra entre los 26 y 45 años, lo que corresponde a una etapa de alta actividad laboral. Del total de personas encuestadas, 21 afirmaron trabajar actualmente bajo la modalidad de home office, mientras que 8 indicaron no hacerlo. Dentro del grupo que realiza trabajo remoto, el 71% trabaja de forma híbrida (combinando jornadas presenciales y a distancia) y el 29% lo hace completamente desde casa.

Figura 1

Si tuvieras que ir a tu empresa o si vas algunos días ¿Cuánto tiempo de traslado requerirías?

Los resultados muestran que el tiempo de traslado a la oficina, en caso de asistir algunos días, varía entre los participantes. Un 29% señaló que tardaría entre 0 y 30 minutos, otro 29% indicó que el traslado les tomaría más de 60 minutos, y el grupo más numeroso, con un 43%, reportó que invertiría entre 31 y 60 minutos. Esto sugiere que para una parte importante de las personas encuestadas, el desplazamiento representa una inversión considerable de tiempo, lo que puede influir en su preferencia por el trabajo remoto.

Figura 2

¿Prefieres esta modalidad por sobre la tradicional de trabajo?

En cuanto a la preferencia por el modelo de trabajo, el 90% de las personas encuestadas expresó que prefiere el home office o modalidad híbrida sobre el modelo tradicional presencial. Solo el 10% indicó preferir la forma tradicional. Esto refuerza la percepción positiva que tienen los participantes sobre el trabajo a distancia, posiblemente debido a los beneficios en ahorro de tiempo, comodidad y equilibrio entre vida personal y laboral.

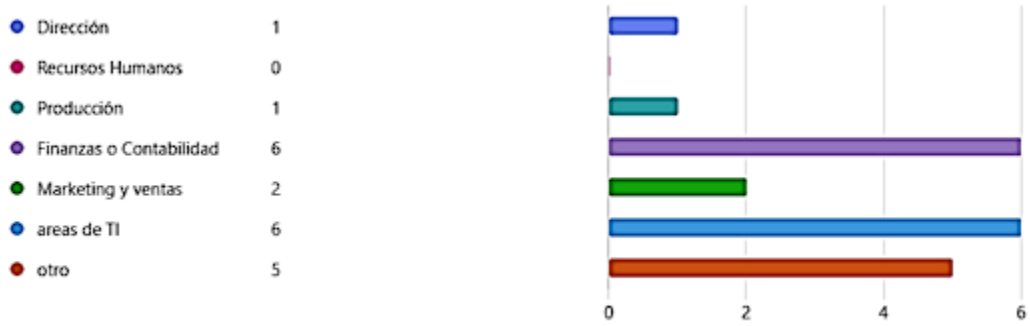
Figura 3

¿Cuánto tiempo llevas haciendo HO?

En relación con el tiempo que llevan haciendo home office, el 29% de los encuestados indicó tener menos de un año en esta modalidad, el 25% señaló que lleva más de un año y menos de cuatro, mientras que el grupo más numeroso (46%) tiene más de cuatro años trabajando bajo este esquema. Esto indica que, aunque hay personas que adoptaron esta forma de trabajo recientemente, buena parte delos encuestados ya cuenta con una experiencia de largo tiempo en el modelo remoto.

Figura 4

¿A qué área perteneces?



Respecto al área de trabajo, se observa diversidad en los sectores representados. Las áreas con mayor número de participantes fueron marketing y ventas, y tecnología de la información (TI), ambas con cinco respuestas. Les siguen finanzas y contabilidad con cuatro, y producción con tres. Otras áreas como dirección y recursos humanos estuvieron menos representadas. Esta distribución muestra que el home office es una práctica común en funciones que pueden desarrollarse principalmente con apoyo digital y sin necesidad de presencia física en las oficinas o empresas.

Figura 5

¿Crees que el Home Office te genera ahorro o más gasto?

En cuanto al impacto económico, todos los encuestados que actualmente trabajan en modalidad home office (100%) coincidieron en que esta modalidad les genera más ahorros que gastos. Este dato refuerza la idea de que el trabajo a distancia representa una ventaja financiera directa para las personas, ya sea por el ahorro en transporte, alimentación o gastos relacionados con el entorno laboral presencial.

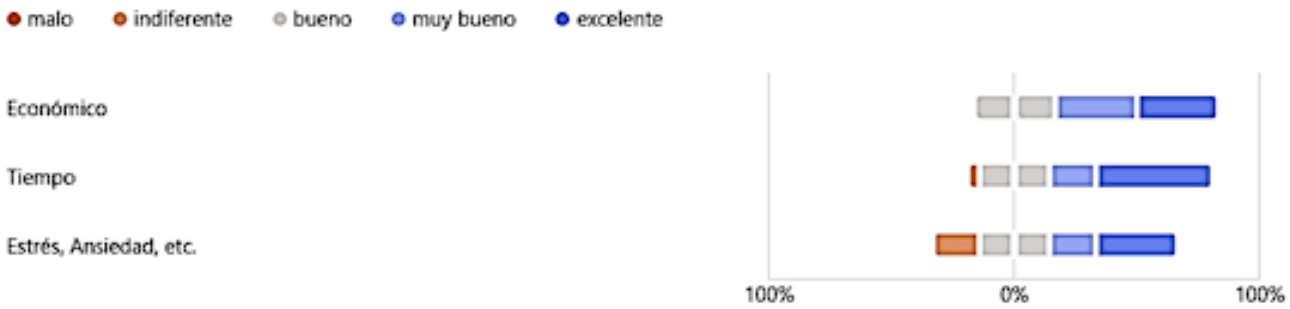
Figura 6

Conceptos en los que crees que haces ahorro

En cuanto a los conceptos donde las personas encuestadas consideran que obtienen mayor ahorro al trabajar desde casa, el 39% mencionó el tiempo, el 37% el aspecto económico y el 24% el relacionado con el estrés, la ansiedad o el bienestar psicológico. Esto indica que, además del beneficio económico, muchas personas valoran el impacto positivo que tiene el home office sobre su tiempo disponible y su salud de las emociones.

Figura 7

Conceptos en los que crees que haces "más" ahorro

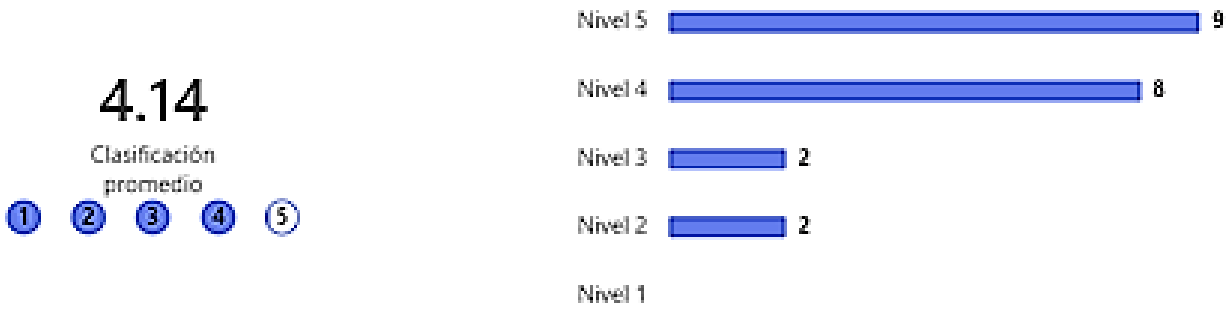


En la pregunta sobre en qué aspecto creen que hacen más ahorro, la mayoría de las personas respondió que el ahorro económico y de tiempo es muy bueno o excelente. En el caso del ahorro relacionado con el estrés o temas emocionales, también hubo respuestas positivas, pero algunas personas lo calificaron como regular o incluso malo. Esto muestra que no todos viven el home office de la misma manera y que en este aspecto las experiencias pueden ser diferentes.

En relación con el ahorro económico semanal, las respuestas fueron variables. La mayoría de las personas encuestadas reportó ahorrar entre 300 y 2,000 pesos por semana al trabajar desde casa. Algunos casos señalaron montos más altos, como 3,500 e incluso 20,000 pesos, lo cual podría deberse a diferencias en el tipo de trabajo, nivel de ingresos o ubicación. Estos resultados reflejan que el home office puede representar un beneficio económico importante para quienes lo practican, especialmente al reducir gastos de transporte, alimentación fuera de casa y otros relacionados con el entorno laboral presencial.

Figura 8

¿Ha disminuido tu estrés como consecuencia del HO?



Sobre la percepción del estrés, la mayoría de los encuestados consideró que el home office ha ayudado a disminuirlo. La calificación promedio fue de 4.14 en una escala del 1 al 5, donde 5 es “muy bien”. Nueve personas seleccionaron el nivel más alto (5), y ocho más eligieron el nivel 4. Esto sugiere que, en general, trabajar desde casa ha tenido un impacto positivo en el bienestar emocional de los encuestados.

Figura 9

¿Tienes un lugar designado para trabajar únicamente u ocupas un área común de la casa?

En cuanto al espacio de trabajo, el 67% de las personas dijo contar con un área designada específicamente para trabajar, mientras que el 33% indicó que realiza sus actividades en un área común del hogar. Este dato muestra que aunque la mayoría ha logrado adaptar un espacio exclusivo, todavía hay quienes trabajan en lugares compartidos, lo que podría influir en su concentración o comodidad.

Figura 10

¿Tu empresa te proporciona todas las herramientas necesarias para realizar tus labores?

En relación con el apoyo por parte de las empresas, el 81% de las personas encuestadas afirmó que sí recibe todas las herramientas necesarias para realizar su trabajo, mientras que el 19% respondió que no. Esto indica que, aunque la mayoría cuenta con lo básico para cumplir sus funciones, todavía hay casos donde las condiciones no son completamente que les den los medios.

Figura 11

¿Tus relaciones laborales se han visto favorecidas por el HO?

Respecto a las relaciones laborales, el 71% de los participantes consideró que se han visto favorecidas por el home office, mientras que el 29% no lo percibió así. Este resultado sugiere que, para la mayoría, el trabajo remoto no ha afectado la comunicación ni el trato con sus compañeros o superiores.

Figura 12

¿Crees que la sociedad mexicana está lista para el cambio de la forma tradicional de trabajo al HO?

Sobre la preparación de la sociedad mexicana para adoptar el trabajo remoto como una modalidad estable, el 71% opinó que sí está lista, mientras que el 29% considera que aún no. Esto muestra una visión mayoritariamente optimista, aunque todavía con cierta reserva por parte de algunas personas.

Figura 13

¿Conoces la Ley federal del Trabajo?

Por último, el 67% de las personas indicó que conoce la Ley Federal del Trabajo, frente a un 33% que no. Este dato señala que, aunque la mayoría está informada sobre sus derechos, todavía hay una parte importante que no está familiarizada con la legislación laboral vigente.

Tabla 1

Comentarios generales

Categoría	Comentarios representativos (síntesis)
Beneficios personales	El home office permite mejorar el equilibrio entre la vida personal y laboral, reduce el estrés, disminuye los gastos de transporte y alimentación, y mejora la calidad de vida.
Ahorro de recursos	La mayoría destacó ahorros económicos significativos y una mejor gestión del tiempo, lo que repercute en mayor productividad y bienestar.
Condiciones necesarias	Para que el home office funcione correctamente, se requiere disciplina, espacios adecuados, herramientas de trabajo funcionales y claridad en los objetivos laborales.
Desventajas y retos	Algunos mencionaron el aislamiento social, la falta de empatía o convivencia con colegas, y la dificultad para separar la vida laboral de la personal en casa.
Organización y hábitos	Se sugiere establecer rutinas, horarios definidos, y estrategias como técnicas de productividad para mantener el enfoque y evitar jornadas prolongadas o improductivas.
Perspectiva institucional	Algunos participantes señalaron que no todas las empresas proporcionan apoyo suficiente, como pago de internet o equipo adecuado, y que falta reconocimiento de derechos laborales.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Análisis y discusión

Al analizar las respuestas de la encuesta, se identificaron algunas peculiaridades sobre el home office (HO), como que la mayoría de los trabajadores encuestados fueron hombres solteros, y que esta nueva forma de trabajo tuvo una muy buena aceptación.

Es importante destacar que el tiempo que las personas dejan de invertir en el transporte, sumado al ahorro económico, puede contribuir a mejorar tanto las relaciones laborales como personales, propiciando un ambiente ideal para que los colaboradores desarrollen sus tareas. Esto, además, elimina distracciones y reduce el impacto de factores psicológicos que podrían afectar el desempeño laboral.

Otro hallazgo relevante es que el porcentaje de colaboradores que conocen la Ley Federal del Trabajo es muy similar al porcentaje que afirma que su empresa les proporciona las herramientas

necesarias. Esto podría sugerir que algunas empresas aprovechan el desconocimiento de los trabajadores sobre sus derechos para no cumplir completamente con sus obligaciones laborales, lo que podría obstaculizar el avance hacia una transformación digital en las formas de colaboración.

Finalmente, la mayoría de los encuestados opina que la sociedad mexicana está lista para adoptar esta nueva modalidad. Sin embargo, esto también implica nuevos retos tanto para las empresas como para los colaboradores, además de generar una creciente necesidad de avanzar en el desarrollo y adopción de tecnologías más avanzadas.

Conclusiones

Conocemos el reto al que se enfrenta México y, en general, la humanidad: adaptarse a los nuevos tiempos, generando cambios, enfrentando nuevos peligros y superando deficiencias en los modelos tradicionales. Dejar de avanzar no es una opción, y como vimos durante la pandemia de COVID-19, el uso de la tecnología puede ayudar a la humanidad a prevalecer en tiempos difíciles.

Las personas tienen una percepción positiva del home office (HO) y están dispuestas a hacer su parte para que el cambio sea exitoso. Sin embargo, será responsabilidad de las empresas y del gobierno asegurar que las condiciones necesarias para este cambio lleguen a México de manera adecuada.

REFERENCIAS

Recuperado el 21 de Octubre de 2024, de https://www.gob.mx: https://www.gob.mx/profedet/articulos/conoce-las-obligaciones-que-tienen-los-patrones-dentro-de-las-relaciones-laborales?idiom=es

Rojas, A. (28 de 05 de 2020). *CISCO*. Recuperado el 23 de 09 de 2024, de www.cisco.com: https://gblogs.cisco.com/la/cl-arojaslo-covlatam-conoces-la-historia-del-home-office/

PROTECCIÓN DE INFRAESTRUCTURAS CRÍTICAS (TELECOMUNICACIONES, TRANSPORTE, AGUA Y RED ELÉCTRICA) CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL CONTRA CIBERATAQUES

ARTÍCULO

Autoría: Samuel Macedo Gudiño
Adscripción: Licenciatura en Ingeniería en Sistemas Computacionales
Fecha de recepción: 02 diciembre 2024
Fecha de aceptación: 24 marzo 2025
Fecha de publicación: 28 marzo 2025

RESUMEN

La Inteligencia Artificial (IA) es fundamental para proteger infraestructuras críticas (IC) como telecomunicaciones, transporte, agua y redes eléctricas frente a ciberataques. Este trabajo tiene como objetivo general analizar el impacto de la IA en la protección de estas infraestructuras, destacando su capacidad para detectar y mitigar amenazas cibernéticas mediante el análisis en tiempo real de grandes volúmenes de datos. Se utilizó una metodología descriptiva, basada en el análisis documental de estudios recientes y datos obtenidos a través de un cuestionario aplicado a una muestra de 150 personas. Los resultados muestran que el 78.6 % de los encuestados considera muy importante la ciberseguridad en IC, mientras que un 50 % cree que la IA puede mejorar significativamente su protección. Se identificaron, además, desafíos relevantes como el alto costo de implementación, el incremento de la superficie de ataque debido al IoT y la falta de transparencia en algunos modelos de IA. Se concluye que la integración de IA en IC es indispensable para enfrentar amenazas cibernéticas, aunque su implementación requiere una planificación cuidadosa, inversión sostenida y estrategias que fortalezcan la confianza pública en estas tecnologías.

ABSTRACT

Artificial Intelligence (AI) is essential for protecting critical infrastructures (CI) such as telecommunications, transportation, water, and power grids from cyberattacks. This study aims to analyze the impact of AI in safeguarding these infrastructures, emphasizing its ability to detect and mitigate cyber threats through real-time analysis of large data volumes. A descriptive methodology was employed, based on the documentary analysis of recent studies and data collected through a survey administered to a sample of 150 participants. The results indicate that 78.6% of respondents consider cybersecurity crucial for CI protection, while 50% believe that AI can significantly enhance this protection. Additionally, key challenges were identified, such as the high implementation cost, the expanded attack surface due to IoT, and the lack of transparency in some AI models. It is concluded that integrating AI into CI is indispensable for countering cyber threats, although its implementation requires careful planning, sustained investment, and strategies to foster public trust in these technologies.

Palabras clave: Infraestructura crítica, ciberataques, IA, protección y ciberseguridad.

Key Words: Critical infrastructure, cyber-attacks, AI, protection and cybersecurity.

INTRODUCCIÓN

En la era de la digitalización, las IC como energía, transporte, agua y telecomunicaciones enfrentan crecientes ciberataques que comprometen su estabilidad. La IA ha emergido como una solución innovadora al permitir la detección temprana y la mitigación de amenazas mediante el análisis en tiempo real de datos. Sin embargo, su implementación presenta desafíos como altos costos, complejidad técnica y la posibilidad de nuevas vulnerabilidades.

La protección de estos sistemas se basa en estrategias preventivas, una respuesta ágil ante incidentes y la adaptación continua frente a un panorama de amenazas en constante evolución. Además, la colaboración entre sectores público y privado resulta fundamental para establecer estándares, compartir información y desarrollar soluciones tecnológicas integradas.

El objetivo general de este trabajo es analizar el impacto de la IA en la protección de IC frente a ciberataques, con el propósito de garantizar la continuidad de servicios esenciales. Para ello, se aplicó una metodología descriptiva, la cual permitió identificar tendencias, percepciones y desafíos relacionados con el uso de IA en este contexto.

DESARROLLO

Las IC son sistemas esenciales para el funcionamiento de la sociedad. Cada vez más son infraestructuras dependientes de tecnologías avanzadas, como el Internet de las Cosas (IoT) y los sistemas de Supervisión, Control y Adquisición de Datos (SCADA) los cuales amplían la superficie de ataque para los cibercriminales (Francoso Figueredo, 2021).

- **SCADA**: Sistemas clave en la supervisión y control de procesos industriales en tiempo real. Son vulnerables a ataques debido a su conexión con redes externas, como lo demuestra el caso del ataque en Ucrania en 2015 que dejó a 230,000 personas sin electricidad.
- **Riesgos crecientes**: Los ciberataques dirigidos a IC han evolucionado en número y sofisticación, afectando la estabilidad económica y social.

Ciberseguridad en las IC

La ciberseguridad es fundamental para garantizar la continuidad y estabilidad de las IC. Según (Ramírez, 2024), los sistemas de control industrial y las redes conectadas presentan debilidades que requieren estrategias avanzadas de protección.

- **Amenazas comunes**: Incluyen ataques de denegación de servicio (DDoS), ransomware y manipulación de datos en sistemas SCADA.
- **Respuesta necesaria**: Es crucial implementar medidas como la segmentación de redes, autenticación fuerte y monitoreo en tiempo real para prevenir y mitigar estos ataques.

IA en la Protección de IC

La IA surgió como una herramienta disruptiva en la ciberseguridad, permitiendo:

- **Detección temprana de amenazas**: A través del análisis en tiempo real de grandes volúmenes de datos para identificar patrones anómalos y prevenir ataques antes de que causen daños significativos.
- **Automatización de respuestas**: Reduciendo los tiempos de reacción y mejorando la resiliencia de los sistemas (Michael Alabi, 2020).

La protección de IC, como las telecomunicaciones, el transporte, el suministro de agua y la red eléctrica, es fundamental en el contexto actual debido a la creciente digitalización y la expansión de las amenazas cibernéticas. Estos sectores, que sostienen la funcionalidad diaria de la sociedad, son cada vez más vulnerables a ciberataques capaces de interrumpir servicios esenciales y provocar un impacto social y económico significativo. En este

sentido, la IA se presenta como una solución innovadora que permite detectar y responder a ciberamenazas de manera más eficaz y en tiempo real, fortaleciendo así la seguridad de estas infraestructuras (Gutiérrez, 2024).

En este contexto, la IA ha surgido como una herramienta disruptiva con el potencial de transformar la seguridad cibernética de estas infraestructuras. Su capacidad para analizar grandes volúmenes de datos en tiempo real, detectar patrones anómalos y responder a amenazas de manera autónoma la convierte en una solución eficaz frente a ataques complejos. Por ejemplo, en el sector energético de Estados Unidos, el Laboratorio Nacional de Energía Renovable (NREL), en colaboración con el Departamento de Energía, implementó un sistema de IA capaz de identificar patrones de actividad sospechosa, previniendo interrupciones en redes eléctricas. En Japón, el Metro de Tokio utiliza IA para monitorear cámaras de seguridad en tiempo real, reduciendo significativamente el tiempo de respuesta ante incidentes. De igual forma, en el Reino Unido, varias compañías de agua han implementado IA para supervisar la calidad y flujo de agua, detectando y neutralizando amenazas antes de que afecten el suministro (Ponce, 2017).

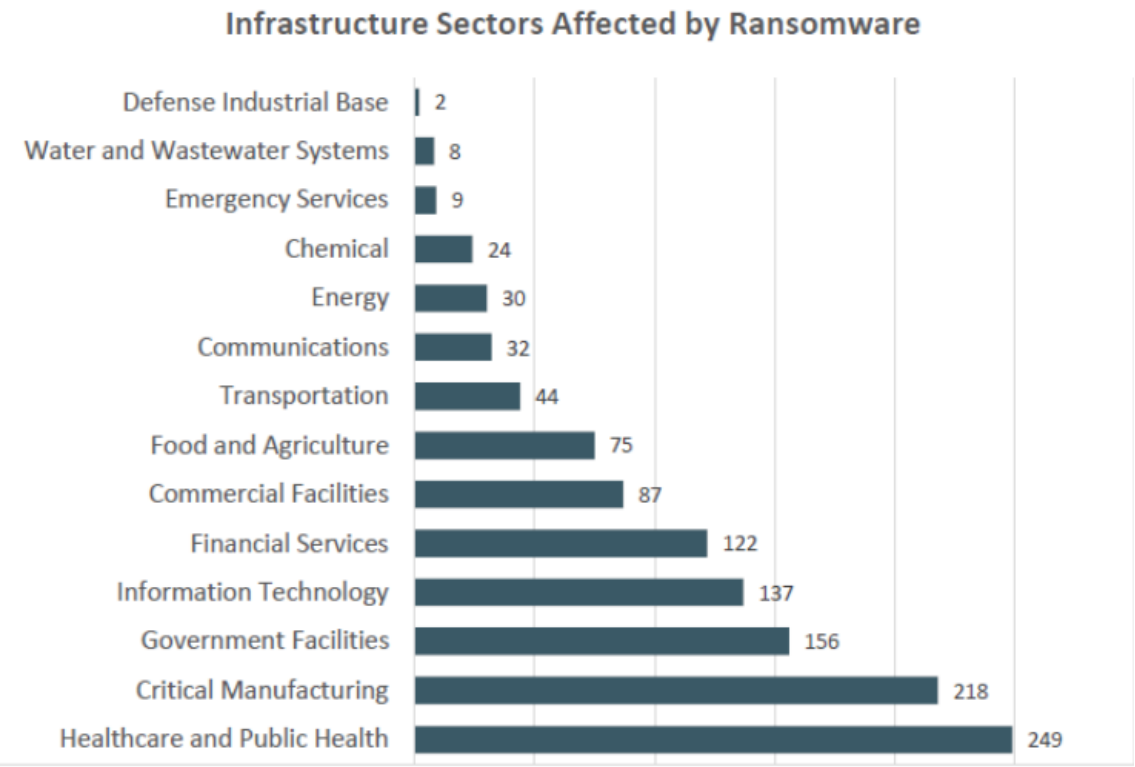
Procedimiento

Uno de los primeros aspectos a considerar en la implementación de IA en IC fue la identificación de vulnerabilidades y amenazas recurrentes. Los sistemas SCADA, fundamentales para el control y monitoreo de redes de energía y distribución de agua, son especialmente vulnerables a ataques de denegación de servicio (DDoS), ransomware y manipulación de datos.

Según lo reportado por el FBI, el ransomware afectó a 1,193 organizaciones de IC en 2023, y en los últimos años, esta agencia ha emitido múltiples avisos advirtiendo sobre ataques de ransomware dirigidos a infraestructuras esenciales, incluyendo redes de atención médica, servicios de primeros auxilios, sistemas de agua y aguas residuales, así como los sectores alimentario, agrícola y educativo (Figura 1).

Figura 1

Infraestructuras afectadas por Ransomware en Estados Unidos en 2023



(Olguin, 2024)

Algunos ejemplos notables de ataques incluyen el incidente en Ucrania en 2015, que dejó sin suministro eléctrico a más de 230,000 personas, y el reciente ciberataque a Dinamarca en 2023, que comprometió las redes de 22 operadores energéticos al explotar vulnerabilidades en los firewalls Zyxel. Estos incidentes destacan la seriedad de los ataques a IC y la urgencia de implementar soluciones avanzadas para su protección (Olguin, 2024).

La IA ha demostrado ser eficaz en la protección de IC mediante la aplicación de algoritmos de detección de anomalías y patrones inusuales que permiten identificar amenazas antes de que causen daños significativos. En el sector energético de Estados Unidos, el NREL implementó un sistema de IA en colaboración con el Departamento de Energía, logrando detectar patrones de actividad sospechosa y prevenir ataques en redes eléctricas. En Japón, el Metro de Tokio ha utilizado IA para monitorear cámaras de seguridad en tiempo real y

detectar comportamientos inusuales, lo que ha reducido significativamente el tiempo de respuesta ante incidentes de seguridad. Asimismo, en el Reino Unido, varias compañías de agua emplean IA para monitorear la calidad y el flujo de agua en tiempo real, detectando posibles amenazas antes de que afecten al suministro.

A pesar de sus beneficios, la implementación de IA en IC enfrenta varios desafíos importantes. Uno de los principales obstáculos es el alto costo de las soluciones basadas en IA, lo cual limita su adopción en sectores con presupuestos ajustados. Además, la complejidad de la interconectividad entre redes de tecnología de la información y sistemas industriales de control introduce nuevas vulnerabilidades que deben ser gestionadas cuidadosamente (Gutiérrez, 2024). Esta interconexión demanda una infraestructura de ciberseguridad robusta que permita proteger cada punto de acceso sin comprometer la funcionalidad operativa de los sistemas. El incremento en el uso de dispositivos del IoT en IC también amplía la superficie de ataque, proporcionando a los atacantes múltiples puntos de acceso que requieren una estrategia de ciberseguridad integrada y adaptable (Marnewick, 2021).

Otra limitación importante encontrada fue que los sistemas de IA pueden ser susceptibles a ataques específicos diseñados para manipular sus algoritmos. Los cibercriminales pueden emplear técnicas de envenenamiento de datos o ataques de evasión para confundir los sistemas de IA y reducir su efectividad en la detección de amenazas. Esto exige un esfuerzo constante para fortalecer y actualizar las capacidades de IA, adaptándolas a las tácticas en evolución que emplean los atacantes. Además, la complejidad de muchos modelos de IA, especialmente aquellos basados en aprendizaje profundo, plantea un desafío en términos de interpretabilidad, ya que en IC es esencial que los operadores comprendan las decisiones generadas por la IA, especialmente en situaciones de emergencia.

A continuación, en la Tabla 1 se resumen los principales desafíos de la implementación de la IA en las IC y soluciones que en base al estudio se identificaron.

Tabla 1

Desafíos de la implementación de la IA en IC

Desafío	Descripción	Soluciones identificadas.
Costo de implementación y mantenimiento	La implementación de IA requiere inversiones	Fomentar la colaboración público-privada para

Desafío	Descripción	Soluciones identificadas.
	significativas en infraestructura, tecnología y capacitación	compartir costos; desarrollar soluciones de IA más accesibles.
Incremento de la Superficie de Ataque (IoT)	La proliferación de dispositivos IoT en IC amplía los puntos de acceso para atacantes.	Implementar protocolos de segmentación de red y arquitecturas de seguridad específicas para sistemas críticos.
Vulnerabilidad a Ataques de Manipulación	Los sistemas de IA son susceptibles a técnicas de envenenamiento de datos y evasión de algoritmos.	Establecer políticas de seguridad para IoT, como autenticación fuerte y actualización de firmware periódica.
Falta de Transparencia en Modelos de IA	La falta de explicabilidad en modelos complejos dificulta la comprensión de las decisiones de IA en incidentes críticos.	Utilizar técnicas de IA adversarial para fortalecer los modelos; implementar auditorías continuas de los datos.
Riesgos de Privacidad y Cumplimiento	La IA requiere el procesamiento de grandes volúmenes de datos, a menudo sujetos a normativas de privacidad.	Implementar modelos de IA explicables; proporcionar capacitación para que los operadores comprendan las decisiones.
Escasez de Talento Especializado	La falta de personal capacitado en IA y ciberseguridad dificulta la implementación y gestión de estos sistemas.	Invertir en programas de formación y capacitación; fomentar la retención de talento en ciberseguridad y IA.

El análisis de los casos de éxito previamente mencionados y de los desafíos identificados, muestra que, si bien la IA tiene un gran potencial para mejorar la seguridad de las IC, para su implementación se requiere de una cuidadosa planificación y una inversión significativa. En sectores como el financiero y el energético, la IA ha demostrado ventajas claras al reducir el tiempo de respuesta y mejorar la precisión en la detección de amenazas. No obstante, sectores como el de suministro de agua enfrentan mayores dificultades debido a las limitaciones de presupuesto y la infraestructura necesaria para implementar estas tecnologías.

Marco Metodológico

Se utilizó una metodología descriptiva para analizar el impacto de la IA en la protección de IC frente a ciberataques.

- **Metodología descriptiva**: Se exploraron las percepciones actuales y el estado de uso de la IA en la protección de servicios esenciales, recopilando datos cuantitativos para identificar patrones generales.

Esta metodología permitió una visión integral del fenómeno, uniendo la exploración de tendencias generales con un análisis detallado de los factores subyacentes.

Instrumento de Recolección de Datos

El principal instrumento utilizado fue un *cuestionario digital*, diseñado específicamente para recopilar información relevante de una muestra diversa y ampliamente accesible, formado por preguntas cerradas diseñadas con escalas de Likert para medir percepciones y opiniones sobre la importancia de la ciberseguridad, el conocimiento sobre IA y la confianza en su implementación. Este incluyó las secciones principales: Conocimiento sobre IC, percepción de la importancia de la ciberseguridad, opiniones sobre el rol y efectividad de la IA y la confianza en instituciones y prioridades para la protección.

Para validar el instrumento se evaluó la claridad y pertinencia de las preguntas, así como su alineación con los objetivos.

El cuestionario fue compartido a través de *redes sociales, correos electrónicos y foros relacionados con tecnología y ciberseguridad,* asegurando un alcance amplio. La duración promedio para completar el cuestionario fue de *5 a 7 minutos*, lo que facilitó una alta tasa de finalización.

La población objetivo incluyó al *público general*, con interés o conocimientos básicos sobre tecnología y ciberseguridad, sin requisitos específicos de experiencia profesional en el tema. Se obtuvo un total de 150 respuestas válidas (mayores de 18 años), consideradas suficientes para un análisis exploratorio representativo. Se utilizó un *muestreo no probabilístico por conveniencia*, basado en la accesibilidad de los participantes a través de plataformas digitales.

RESULTADOS

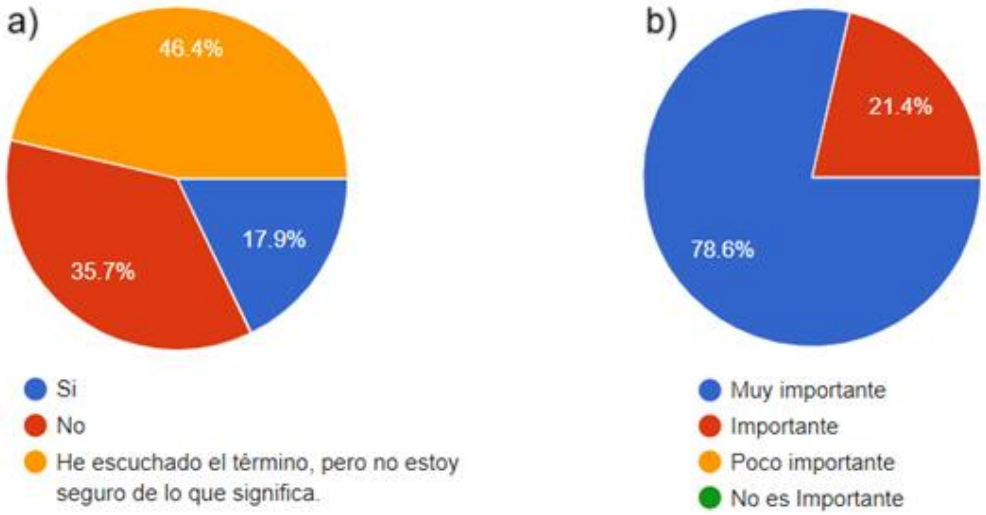
Los resultados de la encuesta aplicada revelaron percepciones significativas del público general sobre este tema.

Conocimiento sobre IC

Se encontró que la mayoría de los encuestados ha escuchado el término, pero no está seguro de su significado, a pesar de ello el 78.6% considera que la ciberseguridad es "muy importante" para proteger IC, reflejando una conciencia clara de su relevancia en la sociedad actual. Esto se observa en las gráficas de la Figura 2.

Figura 2

a) Conocimiento del público general sobre las IC, b) Percepción de la Ciberseguridad



Rol de la IA

El 50% de los participantes cree que la IA puede mejorar significativamente la protección de IC, aunque un 42.9% señala que esta mejora podría tener limitaciones (Figura 3).

Figura 3

Opinión de la población general que considera que la IA puede mejorar significativamente la protección en IC

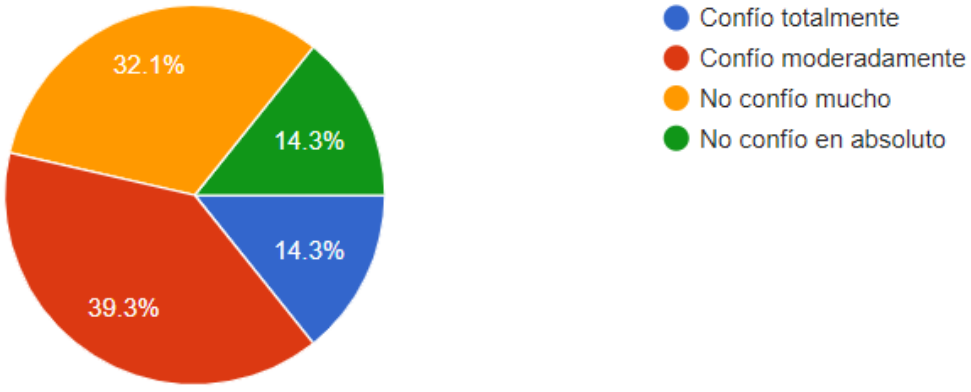
Confianza en Gobiernos y Empresas

La mayoría de los encuestados presenta una falta de confianza generalizada que podría influir en la aceptación pública de estas tecnologías (Figura 4).

Figura 4

Confianza del público general en el gobierno y empresas al utilizar IA de manera efectiva

Prioridades en Protección con IA



La mayoría de los encuestados considera que la prioridad en el uso de IA debe ser la detección y prevención de ciberataques, además de resaltar la importancia de una respuesta rápida ante incidentes (Figura 5).

Figura 5

Opinión de la población general que considera prioridad la aplicación de la IA en las IC

Estos resultados reflejaron una percepción pública de alta relevancia en el uso de IA para la protección de servicios esenciales, aunque también destacaron la necesidad de superar barreras económicas, educativas y de confianza institucional.

CONCLUSIONES

El estudio sobre la aplicación de la IA en la protección de IC pone en evidencia tanto su gran potencial como los desafíos significativos que enfrenta su implementación. En un contexto donde la digitalización de servicios esenciales como la energía, el transporte, el agua y las telecomunicaciones incrementa las amenazas cibernéticas, la IA se presenta como una solución disruptiva capaz de detectar, prevenir y mitigar ciberataques con mayor eficacia que los sistemas tradicionales.

Los resultados obtenidos destacan una amplia conciencia sobre la importancia de la ciberseguridad, sin embargo, el conocimiento específico sobre IC y la IA aplicada a este campo sigue siendo limitado. Solo un 17.9% de los participantes comprende claramente el concepto de IC, y aunque el 46.4% está familiarizado con el uso

de IA en ciberseguridad, una parte significativa desconoce sus aplicaciones prácticas.

A pesar de esto, la percepción general sobre la eficacia de la IA es positiva, ya que un 50% de ellos considera que puede mejorar significativamente la protección de IC, mientras que el 42.9% reconoce su potencial con ciertas limitaciones. Este optimismo, sin embargo, contrasta con la falta de confianza en las instituciones responsables de implementar estas tecnologías. Apenas un 14.3% confía totalmente en que los gobiernos y empresas gestionen de manera efectiva la IA en la protección de estos sistemas. Para abordar esta desconfianza, es fundamental la creación de marcos regulatorios y normativos claros que garanticen la transparencia en el uso de la IA, así como la implementación de políticas públicas que promuevan la cooperación internacional y la seguridad cibernética a nivel global.

La implementación efectiva de IA enfrenta barreras cruciales, entre ellas destacan el alto costo inicial, la creciente complejidad de los sistemas interconectados, la necesidad de talento especializado y la vulnerabilidad de la propia IA frente a manipulaciones maliciosas. Además de esto, la percepción pública refleja una demanda por un enfoque prioritario en la detección y prevención de ciberataques, junto con una mayor transparencia en el uso de la IA.

Ante este panorama, es imprescindible que los gobiernos y organizaciones adopten estrategias integrales que combinen tecnología avanzada, políticas públicas sólidas y cooperación internacional. Por ello es necesario fomentar programas educativos que sensibilicen a la población sobre la importancia de las IC y sus riesgos, así como promover el desarrollo de capacidades humanas y tecnológicas para superar los desafíos de la IA.

Es por ello, que la IA se perfila como una herramienta esencial para proteger las IC frente a amenazas cibernéticas cada vez más sofisticadas. No obstante, su efectividad dependerá de una planificación estratégica, inversiones sostenidas y una comunicación abierta entre instituciones y ciudadanos. Solo mediante un enfoque integral que combine avances tecnológicos con la creación de marcos educativos, normativos y colaborativos, será posible garantizar la resiliencia de estos sistemas fundamentales. Así, se contribuirá a la estabilidad y el bienestar de la sociedad moderna en un mundo cada vez más interconectado.

REFERENCIAS

Barták. (19 de Julio de 2024). *Ai Superior*. Casos de uso de IA en Ciberseguridad: https://aisuperior.com/es/ai-use-cases-in-cybersecurity/

Brekke, S. (15 de Enero de 2024). *World Economic Forum*. Por qué las telecomunicaciones son clave para la ciberseguridad y la IA para el bien : https://es.weforum.org/stories/2024/01/como-las-telecomunicaciones-ejercen-un-papel-vital-como-punto-de-union-entre-ia-y-ciberseguridad/

Francoso Figueredo, A. (2021). *La ciberseguridad en las infraestructuras críticas* .

Gutiérrez, D. J. (3 de Mayo de 2024). *Noticias digitales y periodísticas desde el Zócalo de la Ciudad de México.* IA y Ciberseguridad. Retos y oportunidades para la infraestructura crítica de las naciones: https://revistazocalo.com/ia-y-ciberseguridad-retos-y-oportunidades-para-la-infraestructura-critica-de-las-naciones/

IBM. (2023). *IBM*. Protección de la Infraestructura crítica: https://www.ibm.com/mx-es/case-studies/critical-infrastructure

Infraestructuras críticas: definición, planes, riesgos, amenazas y legislación. (s.f.). LISA Institute: https://www.lisainstitute.com/blogs/blog/infraestructuras-criticas?srsltid=AfmBOorgOca-vxovUitdjW-J6ELx_9JNcUh9duCVLqUOJ0YrF4tfmsyw

Marnewick, M. M. (2021). *Cybersecurity capabilities for.* Postgraduate School of Engineering Management, University of Johannesburg,.

Michael Alabi, A. T. (2020). *CYBERSECURITY AND WATER UTILITIES: FACTORS FOR INFLUENCING EFFECTIVE CYBERSECURITY IMPLEMENTATION IN WATER SECTOR.* University of Johannesburg, Johannesburg, South Africa.

Olguin, C. (12 de Julio de 2024). *Ciberprisma-Alianza por la ciberseguridad*. Las amenzas dirigidas a las infraestructuras Críticas: https://aisuperior.com/es/ai-use-cases-in-cybersecurity/

Ponce, A. A. (2017). *Ciberseguridad en Infraestructuras Críticas de Información.* Universidad de Buenos Aires, Maestría en Seguridad Informática.

Ramírez, A. (23 de mayo de 2024). *Ciberseguridad en la Infraestructura Crítica.* Linkedin: https://es.linkedin.com/pulse/ciberseguridad-en-la-infraestructura-cr%C3%ADtica-alonso-ram%C3%ADrez-ccdoe

RETO. (4 de Octubre de 2024). *RETO*. Tecnologías Avanzadas para la Protección de Infraestructuras críticas: https://reto.com.mx/tecnologias-avanzadas-

para-la-proteccion-de-infraestructuras-criticas/

Saavedra, B. (2024). *Centro de estudios de defensa hemisférica William J. Perry*. Infraestructuras críticas: Amenazas, retos y oportunidades de la inteligencia artificial y el aprendizaje automático: https://wjpcenter.org/es/document/infraestructuras-criticas-amenazas-retos-y-oportunidades-de-la-inteligencia-artificial-y-el-aprendizaje-automatico/

Sujatha Gopal, P. J. (s.f.). *TATA Consultancy Services*. AI Native Enterprises in Communications, Media and Information Services- a Strategic Imperative: https://www.tcs.com/what-we-do/industries/communications-media-information-services/white-paper/leveraging-ai-implementation-communication-media?utm_source=Google&utm_medium=cpc&utm_campaign=GA-AI-CMI-Oct24&gad_source=1&gclid=CjwKCAiAudG5BhAREiwAWMlSjApfE

Vectra. (n.d). *Vectra*. Riesgo para las infraestructuras críticas.: https://es.vectra.ai/solutions/use-cases/critical-infrastructure-risk

IDENTIFICACIÓN DE LA FRECUENCIA DE USO DE INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN LA UNIVERSIDAD JUSTO SIERRA

ARTÍCULO

Autoría: Karlos Enrique González Gay
Adscripción: Licenciatura en Ingeniería en Sistemas Computacionales
Fecha de recepción: 11 diciembre 2024
Fecha de aceptación: 21 marzo 2025
Fecha de publicación: 28 marzo 2025

RESUMEN

La Inteligencia Artificial (IA) es una tecnología revolucionaria en la era digital, capaz de ofrecer grandes ventajas en su correcta aplicación y permite cambios positivos en áreas de logística, salud y educación. En este artículo se abordan temas de la IA, su funcionamiento, oportunidades en la educación junto a sus amenazas, las aplicaciones que los alumnos le dan a estas tecnologías y dilemas morales y éticos. Se planteó analizar la frecuencia de uso de IA entre alumnos de educación superior de la comunidad Justo Sierra por medio de una encuesta aplicada a una muestra simple y por conveniencia aplicando análisis cuantitativo y cualitativo con el objetivo de identificar la frecuencia de uso de IA en la Universidad Justo Sierra, conocer la opinión de la comunidad acerca del uso de estas tecnologías y encontrar tendencias entre la frecuencia de uso con otros datos. Se encuestaron 43 alumnos de 3 diferentes carreras universitarias de semestres mixtos, los resultados indican que el 32% de los encuestados usa IA a diario y 16% nunca ha usado IA; cabe destacar que el 65% de los encuestados respondió habían usado IA para apoyarse en trabajos académicos alguna vez. Después de analizar los datos, hay evidencia que sugiere que la mayoría de los estudiantes no usan IA seguido, también sugiere que el uso de los estudiantes parece estar proporcionalmente relacionado con sus conocimientos acerca de las tecnologías IA y al mismo tiempo hay oportunidad de aprender y utilizar estas tecnologías apropiadamente.

ABSTRACT

Artificial Intelligence (AI) is a revolutionary technology in the digital age, capable of offering significant advantages when applied correctly and enabling positive changes in areas like logistics, healthcare, and education. This article addresses topics related to AI, how it works, opportunities in education along with its threats, the applications that students give to these technologies and moral and ethical dilemmas. The article aims to analyze the frequency of use of AI among higher education students in the Justo Sierra community through a survey applied to a simple and accessible sample applying quantitative and qualitative analysis with the aims to identify the frequency of use of AI at Justo Sierra University, to know the opinion of the community about the use of these technologies and to find trends between the frequency of use with other data. Forty-three students from three different mixed-semester university courses were surveyed, the results indicate that 32% of respondents use AI daily and 16% have never used AI; it is worth noting 65% of respondents answered that they had used AI to support academic work at a point in time. Later, after analyzing the data, there is evidence suggesting that most students do not use AI often. It also suggests that students' use is proportionally related to their knowledge of AI technologies, while also providing opportunities to understand and use these technologies appropriately.

Palabras clave: Inteligencia Artificial, dependencia tecnológica, evolución educativa, evolución tecnológica, encuesta, análisis, educación superior.

Key Words: Artificial Intelligence, technological dependence, educational evolution, technological evolution, survey, analysis, higher education.

INTRODUCCIÓN

Alan Turing es conocido por sus aportaciones a la computación moderna, sus ideas formaron las bases de la Inteligencia Artificial (IA). Su publicación más famosa es la prueba de Turing que determina si una computadora es inteligente de verdad comprobando su capacidad de “pensar” como un ser humano; sus ideas conceptualizaron una máquina que pueda analizarse a sí misma para que pudiera corregirse y mejorarse de manera autónoma (Ilcic y García, 2020).

La IA representa un avance tecnológico que señalaría un gran salto hacia el futuro que abriría las puertas a cambios revolucionarios en nuestra sociedad o traería una amenaza incontrolable e indestructible hacia nuestra existencia vista únicamente en relatos de ciencia ficción, hoy es una realidad que como sociedad nos enfrentamos y tendremos que adaptarnos a estas tecnologías y los cambios que aguardan.

Según las palabras de IBM: "La inteligencia artificial, o IA, es tecnología que permite que las computadoras simulen la inteligencia y las capacidades humanas de resolución de problemas" (IBM, 2023, párr. 1). Esto indica que la IA es una máquina con la capacidad de imitar el pensamiento humano a tal punto que es indistinguible de uno, las tecnologías públicas conocidas actualmente no son una IA en el estricto sentido de la palabra debido a que: carecen la capacidad de pensar libremente, desarrollar su pensamiento de manera independiente y el hecho que muchas tecnologías actuales tienen severas limitaciones para abordar temas fuera de su rango de especialización.

Actualmente las tecnologías más populares que se conocen hasta el momento (Chat GPT, Midjourney, Meta AI, etc.), se clasifican como Inteligencia Artificial Débil o Inteligencia Artificial Estrecha debido a sus limitaciones en sus respectivos campos, en otras palabras, estas tecnologías solo pueden realizar y resolver tareas simples limitadas a un área específica; como, por ejemplo: jugar ajedrez, resolver laberintos, generar texto, generar imágenes, generar audio, etc. Estas IA también se pueden dividir por tipo de uso: generativas y predictivas.

DESARROLLO

Las IA predictivas son aquellas que determinan escenarios o estados con probabilidad y estadística a partir de datos monitoreados constantemente o hasta en tiempo real, sus mayores campos de aplicación son la logística, seguridad y medicina.

Las IA generativas son aquellas que devuelven datos, información u otro medio informativo comúnmente llamado "contenido" por medio de algoritmos; en el caso de modelos de lenguaje de gran tamaño, esta información se genera a partir de datos que fueron recolectados de información pública de internet, datos obtenidos de terceros, y por humanos que identifican y clasifican la información a evaluar durante su entrenamiento.
Recientemente, se han observado que las IA generadoras de texto más usadas se están volviendo imprecisas con sus respuestas con el paso del tiempo, esto representa una amenaza inesperada que puede contribuir a la desinformación.

En la universidad Justo Sierra, ha llamado la atención el uso indiscriminado de IA para realizar trabajos, investigaciones, tareas, y otras actividades académicas, por lo que se ha dado la tarea investigar la frecuencia de uso de IA en varias carreras del plantel.

El uso de IA en clases

La mayor ventaja de usar IA para desarrollar trabajos es el tiempo requerido para desarrollar uno, al usar esta tecnología reduce significativamente el tiempo invertido realizando investigaciones y

redacciones, permiten la capacidad de un aprendizaje personalizado que fortalezcan el conocimiento y la resolución de dudas con explicaciones. Entre las desventajas de usar IA en un ámbito académico existen la poca retención de información o experiencias realizando actividades, dependencia tecnológica, pérdida de interacción humana y el riesgo latente que las actividades realizadas se hayan realizado con información errónea.

La IA mejora y empeora el conocimiento

El área educativa está sufriendo cambios por la aparición de estas tecnologías; las instituciones educativas tienen pocas opciones: omisión, adopción o prohibición de IA. La información que los modelos de IA tienen hasta el momento contiene una cantidad y valor equiparable a Wikipedia; en un escenario perfecto, las IA podrían suplantar cualquier fuente de información, ser más rápidas, precisas y fáciles de entender que cualquier otra alternativa.

Desafortunadamente, estos escenarios son improbables, y el mayor riesgo que sufren estas tecnologías son el reciclado de información generadas por el uso de la misma IA, no existe mucha atención al respecto debido a que las consecuencias son casi imperceptibles y de poco impacto en la vida real. En el artículo “How Is ChatGPT’s Behavior Changing Over Time” (“¿Cómo ha cambiado el comportamiento de ChatGPT con el paso del tiempo?” en español) se evidencia que ChatGPT empeoró sus resultados al resolver varios problemas matemáticos, preguntas de historia contemporánea y desafíos visuales, aunque también mejoró en otras áreas (Chen, Zaharia, y Zou, 2023).

El artículo no entra a detalle del por qué ChatGPT ha cambiado su precisión en 4 meses; debido a que los modelos de entrenamiento de esta tecnología no son públicos, no es posible saber con exactitud la razón de los cambios. A pesar de eso, los términos de uso de OpenAI, desarrolladores de ChatGPT, indican que pueden usar el contenido generado para seguir desarrollando y mejorando sus servicios, lo que sugiere que el reciclaje de información sea la causa de su mejoramiento y empeoramiento con el tiempo.

El riesgo de errores en la información de los modelos de IA puede tener un impacto significante a largo plazo, el impacto en áreas educativas perjudicaría el conocimiento en general y puede volver a la tecnología perjudicante para los estudiantes. Muy probablemente se encontrará una forma de adoptar estas tecnologías maximizando ventajas y minimizando desventajas, solo es cuestión de tiempo hasta que se hallé una y pueda ser adaptada a cualquier institución.

Tareas

La IA generativa representa una problemática particular para las instituciones educativas: el uso de IA en la realización de tareas. El uso de IA en tareas presenta dilemas éticos, mientras que estas tecnologías tienen oportunidades y ventajas en la educación, su uso indiscriminado presenta desventajas en cuanto al aprendizaje y desarrollo del estudiante.

El uso de IA puede o no ser considerado trampa o abuso, este tema sigue siendo un debate, pero el hecho es que el uso de estas tecnologías puede perjudicar el aprendizaje si se usan en extremos, la dependencia de tecnologías y poca retención son unos de los ejemplos más perjudicantes de esta tecnología que representa un detrimento en el aprendizaje estudiantil. Para combatir esto, surgen tecnologías para detectar textos producidos por IA.

Siendo realistas, no existe ninguna tecnología perfecta que pueda determinar si un texto fue creado por IA o no. Por ejemplo, dos párrafos de la introducción de este artículo son marcados como "generado por una IA/GTP" por ZeroGPT. En el artículo Why AI writing detectors don't work ("¿Por qué los detectores de escritura de IA no funcionan?", en español) se mostró que, al poner la Constitución de los Estados Unidos en un detector de IA como GPTZero (no confundir con ZeroGPT), este indica que la mayor parte del texto fue desarrollada por IA. En resumen, este falso positivo se debe al estilo de lenguaje formal utilizado en la Constitución, que se asemejaría a algo producido por un modelo de IA, y a la baja perplejidad de los textos que se encuentran, en parte, porque los datos de entrenamiento de IA contienen la misma Constitución, parcial o completamente (Edwards, 2023).

Por otra parte, las tareas realizadas por IA pueden ser consideradas plagio, pues ningún autor que generó o proporcionó los datos es citado ni referenciado.

Plagio en IA

Los modelos de IA generativas actuales funcionan mediante un gran modelo de lenguaje, que quiere decir qué mediante una enorme cantidad de datos, normalmente provenientes de Internet, se puede entrenar una IA para encontrar relaciones entre palabras, patrones en los textos y poder generar predicciones.

En otras palabras, cuando ChatGPT responde preguntas de historia lo que en realidad hace es responder con las palabras y textos más comúnmente utilizados, en un contexto razonable, usando las grandes cantidades de datos

con los que se entrenó, no necesariamente tiene una fuente en concreto para responder las preguntas y en casos de tenerlo corre el riesgo de alterar la información en un intento de sonar más natural.

Existe un debate acerca del verdadero autor de los contenidos generados por IA, hay quienes afirman que los autores son las IAs que generan los contenidos, hay quienes afirman que los autores son las personas físicas que introducen las solicitudes que subsecuentemente las IAs utilizan para generar contenido. Esto contribuye a la asunción que los trabajos de IA se pueden considerar plagio en ambientes académicos.

OpenAI y muchas otras empresas desarrolladoras de modelos IA han sido acusados de usar datos de terceros sin su autorización ni consentimiento y se han involucrado en demandas de infracción de derechos de autor. Como ejemplo, podemos señalar cuando un usuario de internet sube un libro sin la autorización del autor, incumpliendo derechos de autor, los modelos de IA pueden usar esta información para seguir entrenando sus modelos.

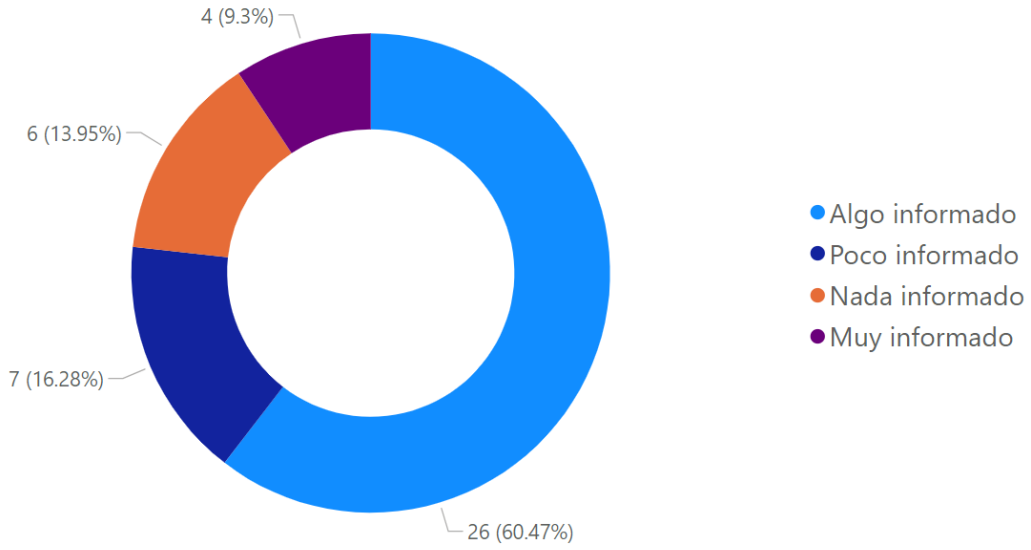
RESULTADOS

Para la encuesta, en la que la población a analizar es el alumnado de educación superior de la Universidad Justo Sierra, se optó por una muestra simple y por conveniencia, usando la accesibilidad de los canales de comunicación para encuestar a alumnos de 3 carreras universitarias.

Se recopilaron las respuestas de un total de 43 encuestados por medio de Microsoft Forms de 18 preguntas en un periodo de dos semanas del 11 al 25 de noviembre de 2024, esta muestra consiste en 24 alumnos de la Licenciatura en Ingeniería en Sistemas Computacionales, 13 alumnos de la Licenciatura en Administración y 6 alumnos de la Licenciatura en Gestión de Negocios Turísticos.

Figura 1

¿Qué tan informado te consideras en temas relacionados con IA y en que se usa?



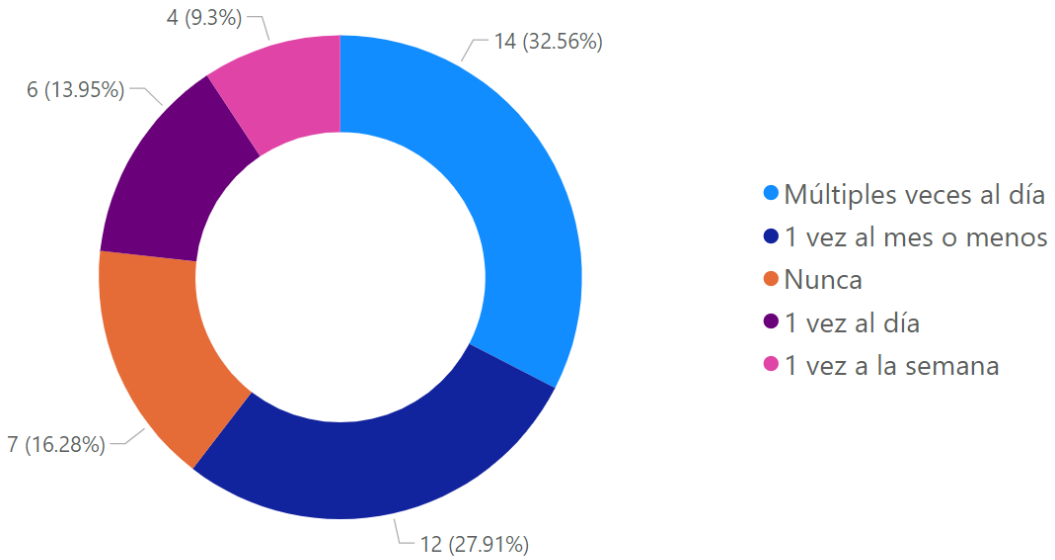
Entre los encuestados, el 70% se considera algo informado o muy informado con temas relacionados con IA mientras que el 30% se considera poco informado o nada informado (fig. 1); es de esperarse observar una proporción alta en cuanto a conocimientos acerca de la IA debido a las tendencias tecnológicas actuales, pero puede que no sea preciso.

Para complementar este resultado se utilizaron otras preguntas, como ¿Has escuchado sobre las IA generativas? ¿Has escuchado sobre las IA predictivas? y ¿Cuántas IAs conoces? que sugieren que la proporción real se acerca más al 53% y 47% respectivamente. Entre las IAs que más se mencionaron entre los encuestados se encuentran ChatGPT, Copilot y MetaIA.

Hay una sorprendente división en frecuencia de uso de IA entre los encuestados, alrededor del 47% afirma usar IA diario, mientras que el 44% afirma nunca usar IA o usarla infrecuentemente (fig. 2).

Figura 2

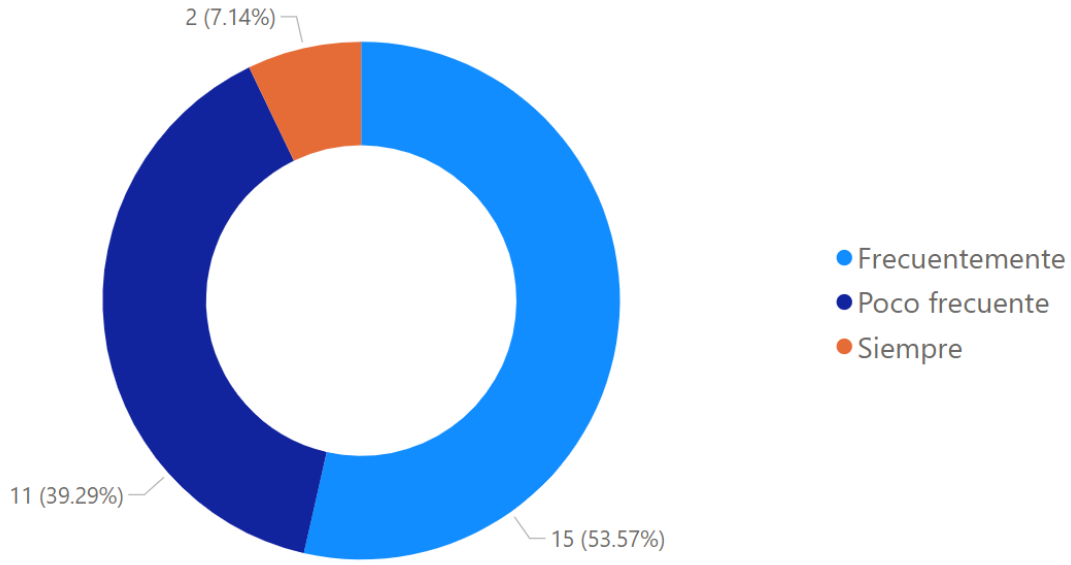
¿Qué tan seguido usas IA?



El 65% de los encuestados respondió que sí habían usado IA para apoyarse en trabajos académicos alguna vez, esto se refiere a tareas, investigaciones o proyectos académicos. Del 65% de encuestados que respondió sí, el 53% afirma usar IA en trabajos frecuentemente, mientras que el 39% afirma ser poco frecuente en su uso, el 7% afirma usar IA siempre en sus trabajos (fig. 3); entre los usos que le dan a la IA en sus trabajos, la mayoría cae en: apoyarse con una base, complementar información y redactar textos.

Figura 3

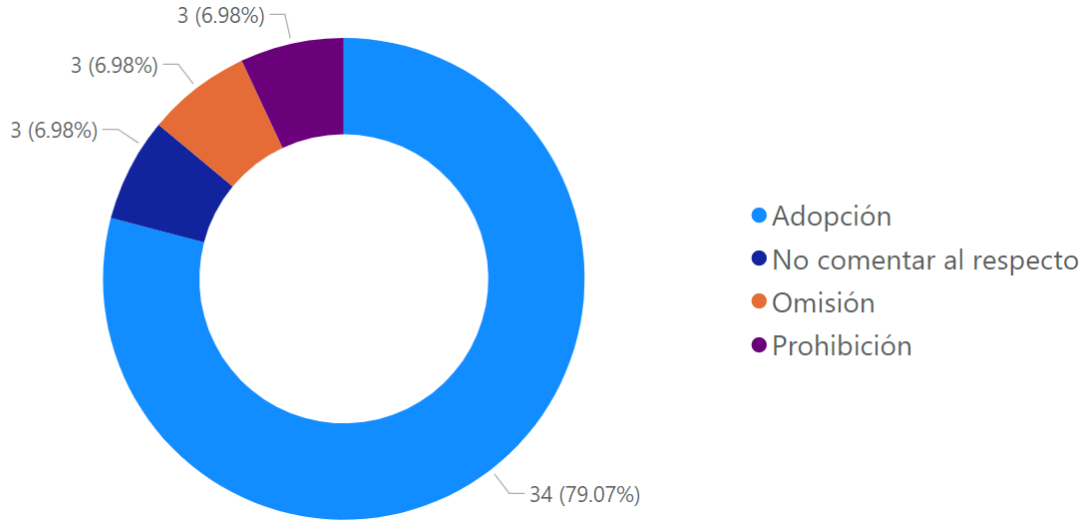
¿Qué tan frecuente usas IA en trabajos académicos?



De todos los encuestados, solo el 9% considera que usar IA en trabajos académicos es hacer trampa o es inmoral, mientras que el 28% considera lo opuesto, el resto de los encuestados mantiene una opinión neutral. Curiosamente, el 79% de los encuestados cree que Justo Sierra deba tomar una estrategia de adopción en cuanto a las tecnologías IA, es decir, que deba implementarlas en su programa de educación (fig. 4).

Figura 4

¿Qué estrategia crees que Justo Sierra deba tomar para tratar con las tecnologías de IA?

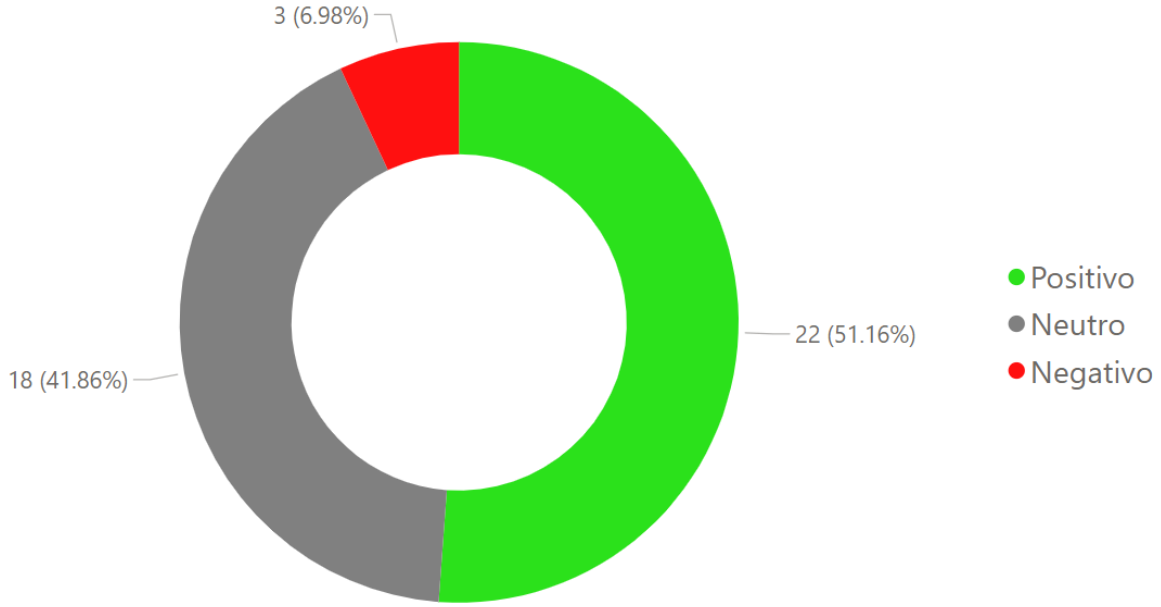


Entre otros usos que los encuestados le dan a esta tecnología, la mayoría utiliza IA para: corroborar información, entretenimiento y uso laboral.

En cuanto a expectativas a futuro, el 51% de los encuestados cree que las IA tendrán un impacto positivo en sus vidas y solo el 7% cree que las IA tendrán un impacto negativo, el resto considera que la IA no tendrá un impacto en su vida (fig. 5).

Figura 5

¿Qué impacto crees que las IA tendrán en tu vida en el futuro?



Hay que reconocer que hay un sesgo en los resultados, la mayoría de los encuestados son de la Licenciatura en Ingeniería en Sistemas Computacionales y es de esperar que estén mayor informados en cuanto a temas de Inteligencia Artificial en comparación con cualquier otra carrera, por lo tanto, se debe realizar un análisis de resultados para encontrar tendencias y relaciones con otros datos y obtener conclusiones imparciales.

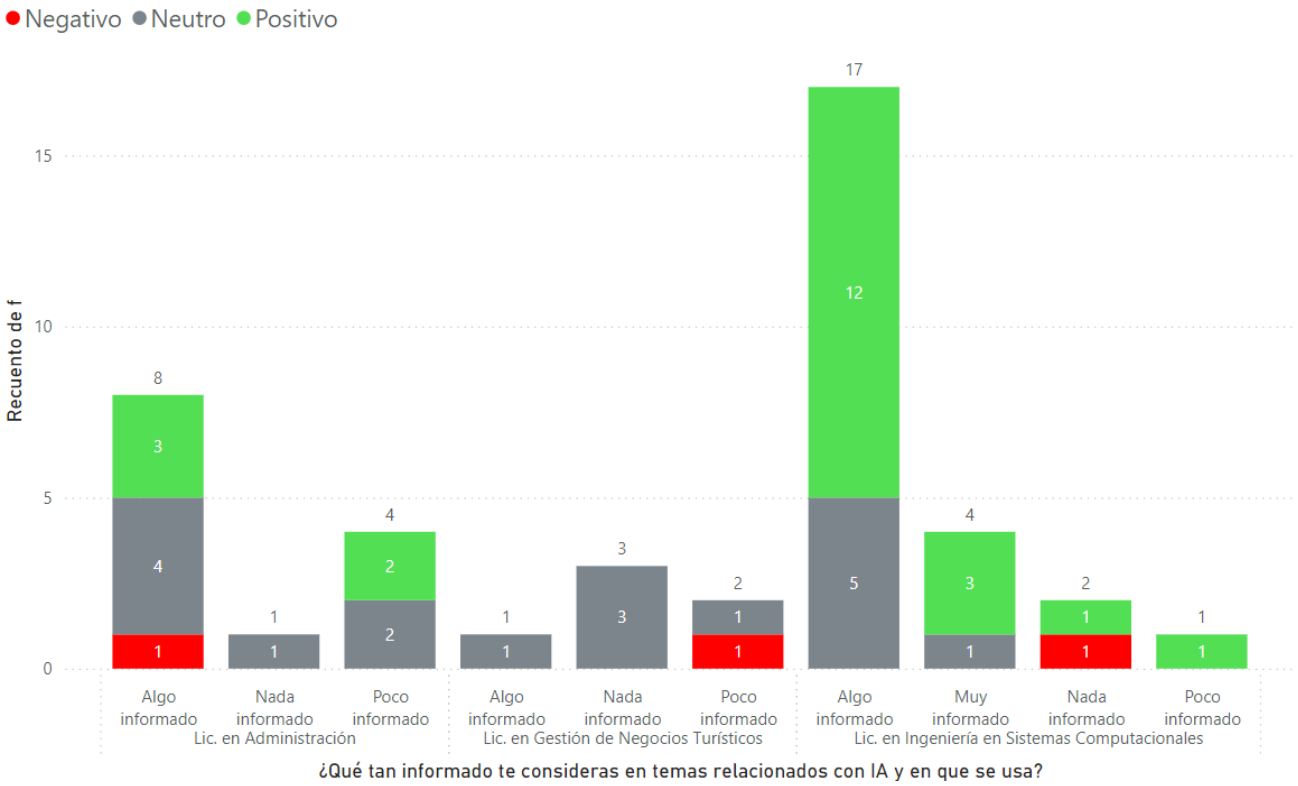
Análisis de resultados

Para el análisis de datos, se utilizó la herramienta de Power Bi Desktop de Microsoft para relacionar y filtrar los datos de la encuesta.

Como era de esperarse, los alumnos de Ingeniería fueron los que respondieron más a estar algo informados con respecto a tecnologías de IA y en que se usan, además son los únicos que respondieron muy informados, mientras que, en Gestión de Negocios, los datos indican que están poco o nada informados, además, hay una relación clara con quienes piensan que las IA tendrán un impacto positivo en sus vidas en el futuro y quienes se consideran algo o muy informados con respecto al tema (fig. 6).

Figura 6

Relación entre ¿Qué impacto crees que las IA tendrán en tu vida en el futuro? ¿Qué tan informado te consideras en temas relacionados con IA y en que se usa? y Carrera

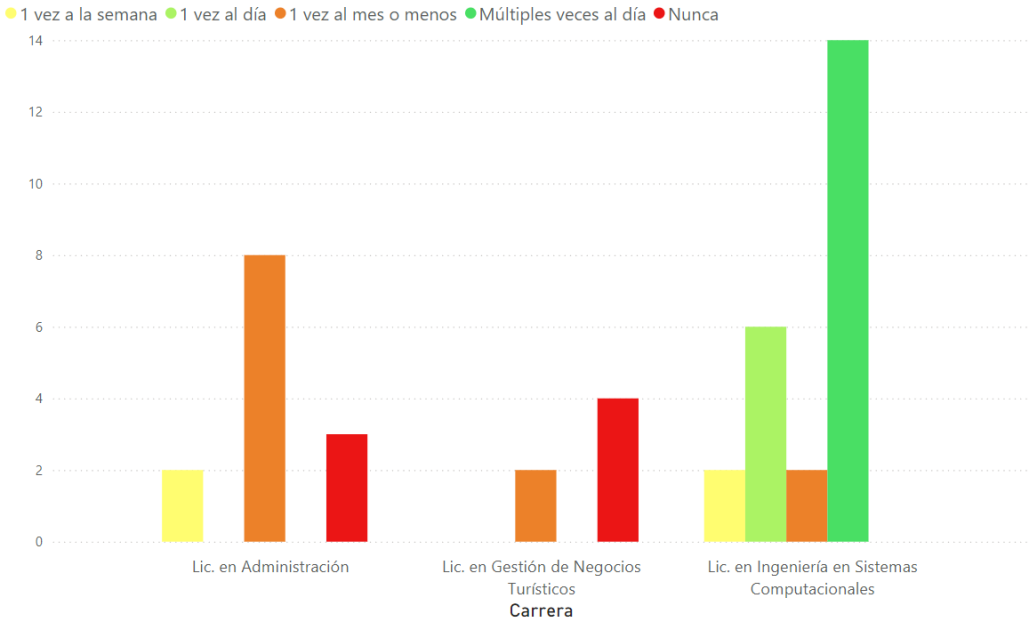


Entre todos los encuestados, todos los que respondieron que creen que las IA tendrán un impacto negativo la han usado muy rara vez. Como contraste, todos los que respondieron que nunca han usado IA creen que tendrá un impacto neutro o no tendrá impacto.

Se encontró que los únicos encuestados que respondieron usar tecnologías IA a diario, son de la Licenciatura de Ingeniería y al mismo tiempo ninguno de Ingeniería respondió nunca haber usado IA alguna vez (fig. 7).

Figura 7

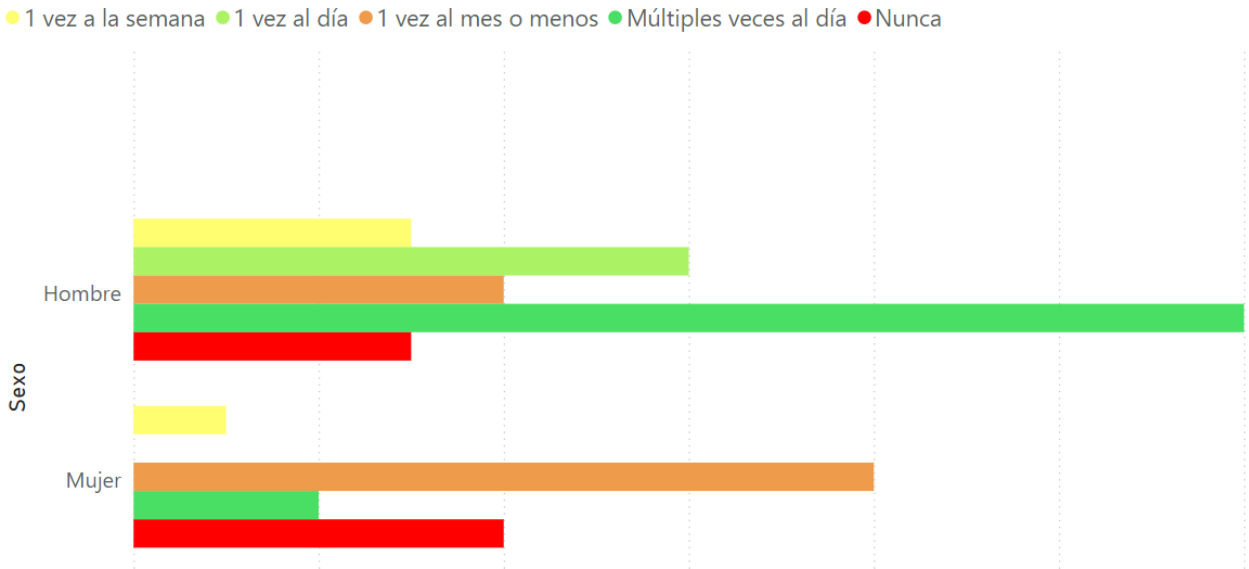
Relación entre ¿Qué tan seguido usas IA? y Carrera



En cuanto al sexo de los encuestados, las mujeres usan menos tecnologías IA que los hombres, en porcentajes, hay más mujeres que respondieron nunca o rara vez en que tan seguido usan IA que los hombres (fig. 8); y, en cuanto a porcentajes, más mujeres piensan que usar IA es hacer trampa o es inmoral a comparación de los hombres.

Figura 8

Relación entre ¿Qué tan seguido usas IA? y Sexo



Parece haber una tendencia en cuanto al uso por edades, de los encuestados de la Lic. en Administración, aquellos que tienen 21 años o mayores tienden a responder que no han usado IA para trabajos académicos mientras que 20 o menor tienden a responder que sí (fig. 9). Nadie de la Licenciatura en Gestión de Negocios ha usado IA en trabajos académicos, es posible que esto se relacione con el hecho de que consideran que no están informados acerca de las tecnologías de IA y para que se usan.

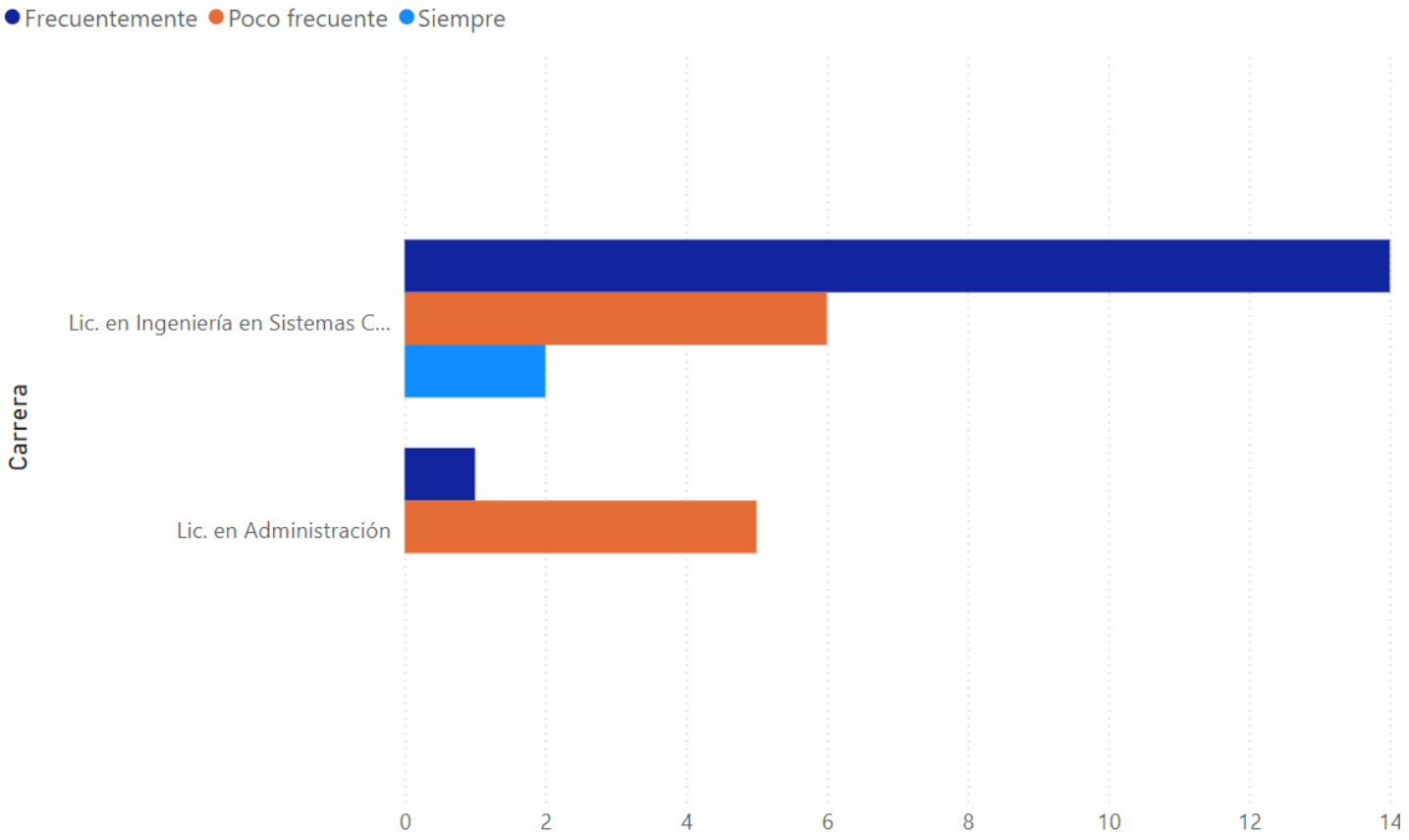
Figura 9

Relación entre ¿Has usado alguna IA para apoyarte en trabajos académicos? y Edad

En cuanto a la frecuencia de uso, se encontró que los encuestados de la Lic. en Ingeniería en Sistemas se encuentran usando estas tecnologías más frecuentemente en trabajos académicos que los encuestados de la Lic. de Administración, aun considerando las proporciones (fig. 10).

Figura 10

Relación entre ¿Qué tan frecuente usas IA en trabajos académicos? y Carrera



Algunos comentarios de los encuestados parecen tener ideas similares cuando se relacionan con frecuencia de uso de IA, aquellos que nunca han usado IA comentan que les gustaría saber más acerca del tema, aquellos que lo usan infrecuentemente comentan que estas tecnologías deben usarse con precaución y moderación temiendo que malos actores le den un uso negativo o perjudicante, y aunque aquellos que los usan frecuentemente también comentan sus preocupaciones en la aplicación de estas tecnologías, también comentan un optimismo de usar la IA y la necesidad de regular estas tecnologías por medio del gobierno o la misma institución educativa.

CONCLUSIONES

Existe una relación proporcional entre la frecuencia de uso de IA en licenciaturas relacionadas a las tecnologías versus con aquellas poco relacionadas, si consideramos a los encuestados de la Lic. de Administración como la moda de todas las carreras en Justo Sierra, podríamos concluir que la mayoría de los alumnos utilizan estas tecnologías en muy raras ocasiones, una porción menor nunca las ha utilizado y un pequeño porcentaje utiliza frecuentemente estas tecnologías.

En cuanto al uso de estas tecnologías para trabajos académicos, la comunidad parece usarlas de manera moderada más no siempre. A pesar de eso las licenciaturas relacionadas a tecnologías parecen usarlas frecuentemente, lo cual indica que los alumnos están más sujetos a cometer plagio o darles un uso deshonesto e inmoral.

Indudablemente existe una necesidad de adaptarse a estas tecnologías por parte del alumnado, de los docentes y por parte de la institución educativa y al mismo tiempo la necesidad de regular su uso y aplicación, pero antes de eso, es necesario ampliar y reforzar el conocimiento relacionado a las IA, su funcionamiento y sus aplicaciones positivas y negativas.

REFERENCIAS

Chen, L., Zaharia, M., y Zou, J. (31 de Octubre de 2023). *How Is ChatGPT's Behavior Changing over Time?* Arxiv. https://arxiv.org/pdf/2307.09009

Edwards, B. (14 de Julio de 2023). *Why AI writing detectors don't work?* Ars Technica. https://arstechnica.com/information-technology/2023/07/why-ai-detectors-think-the-us-constitution-was-written-by-ai/

EL MUNDO. (27 de Mayo de 2023). *Un abogado admite que usó ChatGPT para un escrito y éste se inventó precedentes legales.* EL MUNDO. https://www.elmundo.es/internacional/2023/05/27/64727a83fdddff68bf8b459a.html

IBM. (25 de Agosto 2023). *¿Qué es la inteligencia artificial (IA)?* IBM. https://www.ibm.com/mx-es/topics/artificial-intelligence

Ilcic, A., y García, P. (2020). Estrategias de modelización en Alan Turing: términos y conceptos de máquina. *Tópicos, Revista de Filosofía*(58), 135–155. https://doi.org/10.21555/top.v0i58.1090

LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL COMO HERRAMIENTA DE DESARROLLO DE PUBLICIDAD EN INSTAGRAM: APLICACIÓN EN RESTAURANTE CON SERVICIO A DOMICILIO EN MÉXICO

ARTÍCULO

Autoría: *José Alejandro Anaya de la Mora*
Adscripción: *Maestría en Gestión de Comercio Electrónico*
Fecha de recepción: *02 octubre 2024*
Fecha de aceptación: *24 marzo 2025*
Fecha de publicación: *28 marzo 2025*

RESUMEN

La inteligencia artificial (IA) ha ido creciendo en los últimos años, con un aumento del 300% en la aplicación de IA en el marketing digital desde 2018 según un estudio de Statista. Esta tecnología ha impactado en la publicidad digital debido al alto consumo de productos y servicios en línea. En esta alta demanda, los restaurantes con servicio a domicilio (delivery) han descuidado la personalización de publicidad, delegando esta tarea a plataformas de servicio a domicilio en las que están registrados. Tomando esto en cuenta, el objetivo de esta investigación se enfoca en el desarrollo de la aplicación de IA en la creación de publicidad en la red social Instagram, específicamente para restaurantes con delivery. Se buscó optimizar los tiempos de desarrollo de gráfica publicitaria y que la solución pueda aplicarse a cualquier negocio o industria. Se inició la investigación con la búsqueda de herramientas con IA, seleccionadas por relevancia, características, valoración y funciones que permitan un flujo de trabajo eficiente. A partir de la comparativa de las herramientas (Copymatic, Jasper y Lately), se analizaron las ventajas y desventajas de cada una para seleccionar la más enfocada al desarrollo de gráfica publicitaria para Instagram. En conclusión, la aplicación

seleccionada logró resultados con alto impacto visual, generando mayor relevancia del restaurante con delivery en la red social. Esto demuestra la efectividad de la integración de IA en el proceso de creación de publicidad digital para este negocio.

ABSTRACT

Artificial Intelligence (AI) has been growing in recent years, with a 300% increase in the application of AI in digital marketing since 2018, according to a study by Statista. This technology has impacted digital advertising due to the high consumption of products and services online. Amid this high demand, restaurants with delivery service have neglected advertising personalization, delegating this task to the delivery platforms on which they are registered. Considering this, the objective of this research focuses on the development of AI application in the creation of advertising on the social network Instagram, specifically for restaurants with delivery. The aim was to optimize the development time of advertising graphics and to ensure that the solution could be applied to any business or industry. The research began with the search for AI tools, selected based on relevance, features, ratings, and functions that enable an efficient workflow. Based on a comparison of the tools (Copymatic, Jasper, and Lately), the advantages and disadvantages of each were analyzed to select the one most suited for developing advertising graphics for Instagram. In conclusion, the selected application achieved results with high visual impact, generating greater relevance for the delivery restaurant on the social network. This demonstrates the effectiveness of integrating AI in the process of creating digital advertising for this type of business.

Palabras clave: Inteligencia artificial, comercio electrónico, marketing digital, redes sociales, Instagram, Delivery, IA generativa.

Key Words: Artificial intelligence, E-commerce, digital marketing, social networks, Instagram, Delivery, generative AI

INTRODUCCIÓN

La transformación digital dentro de la competencia de restaurantes con delivery se ha convertido en un tema fundamental. La tendencia en el uso de tecnología para todo el proceso de recepción, comprobación envío y entrega de pedidos requiere de darle seguimiento a cada etapa Para evitar errores, pérdidas de capital y pedidos, se automatizan procesos, se rastrean rutas y se comprueban entregas con apoyo de nuevas tecnologías (Revfine, 2022).

Lo cual, se refleja en el valor actual del mercado latinoamericano de comida con servicio de delivery, estimado en 16,261 millones de dólares, dentro del cual el mercado mexicano es el segundo mercado con más valor, con 3,658 millones (Arteaga, 2022). Esto es gracias a la optimización de control de inventarios, personalización de la experiencia del cliente, análisis

de datos, mejora en la eficiencia de la operación y automatización de tareas administrativas repetitivas.

En cuanto a las herramientas existentes para la creación de publicidad, hasta ahora se ha detectado que apoyan a agencias, emprendedores y creativos profesionales en el desarrollo de contenidos para implementar campañas publicitarias sin necesidad de especialistas de marketing digital (Copymatic, Jasper, Lately), pero estas herramientas no establecen una estrategia estructurada y congruente con cada comercio.

La investigación se centra en la información de la IA dentro del desarrollo de contenidos en campañas de marketing digital, así como la importancia de adaptarse a las nuevas tecnologías para fortalecer la presencia en línea y ser relevante para no desaparecer por la competencia.

El objetivo de esta investigación es identificar herramientas con IA y seleccionar la más relevante para crear gráfica publicitaria en la red social Instagram, específicamente para restaurantes con delivery en México. Se utilizará una metodología de investigación mixta, que incluirá tanto un enfoque cualitativo para recabar información sobra IA dentro del desarrollo de marketing digital, como un enfoque descriptivo para analizar las características de las herramientas potenciadas con esta tecnología.

DESARROLLO

Considerando las necesidades del proyecto, se consideró la siguiente base teórica. Este contexto se centra en los conceptos y enfoques relevantes desarrollados en el ámbito de la IA dentro del marketing digital.

Inteligencia Artificial

La IA es una disciplina de la informática que busca replicar funciones cognitivas humanas, tales como el razonamiento, la memoria, el juicio y la toma de decisiones (Jorge, 2011). Por lo tanto, este proceso de funciones cognitivas y desarrollo de tomas de decisiones de medios informáticos conforme al aprendizaje de la IA ayuda a la automatización de procesos dentro del comercio electrónico. Por lo tanto, este proceso de funciones cognitivas y desarrollo de tomas de decisiones de medios informáticos conforme al aprendizaje de la IA ayuda a la automatización de procesos dentro del comercio electrónico.

Comercio Electrónico

El valor del mercado actual del comercio electrónico en México es de 38,880 millones de dólares (Department, 13). Es un mercado competitivo que, conforme los negocios se digitalizan por la alta demanda de los consumidores en recibir productos y servicios con la comodidad de un clic, genera una competencia continua por atraer la atención de

nuevos cliente. Este proceso de conexión con nuevos consumidores se realiza a través de una buena estrategia de marketing digital.

Marketing Digital

El marketing digital es el conjunto de estrategias de mercado enfocadas hacia la promoción de una marca en internet (Station, s.f.). Al tener esto claro, éstas se enfocan en el desarrollo de promoción y publicidad de la marca o negocio que lo necesite. Por lo tanto, en este documento se desarrolla en la publicidad de restaurantes con delivery.

Redes sociales

Las redes sociales surgieron con el fin de que la gente pudiera recuperar o mantener contacto con antiguos compañeros del colegio y en diferentes universidades. Conforme se han ido desarrollando, enlazan comunidades a través de líneas de conectividad con usuarios que tienen temas afines o que desean entablar algún tipo de contacto (Ayala Parra, 2019). Debido al alto consumo de las redes sociales y a las diversas necesidades de los usuarios, han surgido diferentes tipos de redes sociales con enfoques diferentes. Por las necesidades de aplicación se hablará específicamente de la red social Instagram que destaca por su particular enfoque y relevancia.

Instagram

La red social Instagram nace como un proyecto de fotografía para móviles de dos emprendedores Kevin Systrom y Mike Krieger, y fue lanzada el 6 de octubre del 2010 para Apple en la App Store. La aplicación evolucionó en la red, destinada a interactuar con los demás usuarios en fotografía, videos y spots publicitarios, teniendo como diferenciador seguidores, seguidos, hashtags y sus características iniciales que estaban enfocadas en imágenes con retoques y filtros fotográficos (Ayala Parra, 2019). Esta red social, al tener un carácter visual, se ha posicionado como una de las herramientas más relevantes en la venta en línea y publicidad, con mayor impacto y alto índice de compras dentro de las ligas ancladas de los anuncios, sobre todo en temas de restaurantes y aplicaciones con delivery. Esta red social al tener un carácter visual se ha posicionado como una de las herramientas más relevantes en la venta en línea y publicidad con mayor impacto y con alto índice de compras dentro de las ligas ancladas de los anuncios y sobre todo en temas de restaurantes y aplicaciones con servicios de entrega a domicilio.

Delivery en México

El delivery es el proceso de entrega a domicilio que tiendas, fondas y restaurantes tienen para llevar sus productos a sus consumidore. Es un modelo de negocio que en México ha tenido un crecimiento exponencial del 25% del año 2021 al año 2022 (Department, 13).

Al tener los principios básicos desarrollados y con un precedente sobre la importancia de la publicidad enfocada en la red social Instagram dentro de la campaña de marketing digital en restaurantes con delivery y la alta demanda que se ha desarrollado, esta investigación se enfocó en buscar las herramientas digitales potenciadas con IA conforma el ranking de más de 10 herramientas de inteligencia artificial para hacer contenidos para campañas de marketing digital (Cardozo, 2022).

Primero se realizó una búsqueda de herramientas con IA y, considerando ciertos criterios, se seleccionaron Copymatic, Jasper y Lately; se seleccionaron estas herramientas del ranking de más de 10 herramientas con inteligencia artificial para crear contenidos para campañas de marketing digital, enfocadas en temas viduales aplicables a Instagram y a la venta en línea. El criterio de selección se basó en que estas herramientas permiten su uso sin necesidad de experiencia previa, requiriendo solo la capacidad de describir lo que se desea representar y vender

A continuación, se enlistan las herramientas basadas en IA para publicidad con sus principales características.

Lately

Es una herramienta con IA enfocada en social media que permite una gestión y publicación más ágil conforme a los valores que se tengan en redes sociales o sitios web con el que se vincule, además, tiene la habilidad de aprender los requerimientos constantes (Integrations, s.f.).

Jasper

Esta interfaz, adaptada al español, destaca por el desarrollo de textos relevantes y de lectura agradable. Así mismo, es un gran auxiliar para la generación de imágenes de acuerdo con valores solicitados (Jasper, s.f.).

Copymatic

Plataforma que ayuda a escribir blogs, desarrolla encabezados relevantes para postearlos en redes sociales con plantillas de textos publicitarios, y puede transformar estos textos en videos de marketing digital enfocados en campañas de pago, ya sea en la red social Instagram o Facebook (Copymatic, s.f.).

Con las tres herramientas seleccionadas, se realizó la Tabla 1- Comparación de Herramientas basadas en IA para valorar características principales. Se consideraron las siguientes: interfaz, conectividad, diseño, integraciones precio e idiomas integrados

Tabla 1

Comparación de las herramientas basadas en IA

	LATELY	JASPER	COPYMATIC
Interfaz	Intuitiva Dinámica Sencilla	Fácil Formato sencillo	Sencilla
Conectividad	con Hootsuite para gestión de redes sociales	Instagram Facebook	Twitter Facebook Instagram Youtube
Diseño	Minimalista Enfocado en el flujo de trabajo	Funcional Agradable Dinámico	Minimalista Funcional
Integraciones	Con más de 200 plataformas web Y editores CMS	Con CMS comerciales	Sitipo
Precio	29 dólares Suscripción Mensual	29 dólares Suscripción Mensual	39 dólares Suscripción mensual
Idiomas	+35	+25	+25

Comparaciones de ventajas y desventajas de cada herramienta:

En la Tabla 2 se expone que Lately es una herramienta completa con una comunidad de apoyo para creadores, contenidos para guiar a nuevos usuarios y que los comentarios compartidos en su sitio web como en comunidades de creadores es favorable debido a su alta tasa de éxito.

Tabla 2

Ventajas y desventajas Herramienta Lately

Ventajas	Desventajas
Interfaz intuitiva y sencilla de usar	Precios altos en planes iniciales
Integración a herramientas de gestión de redes sociales	Nivel de especialización en herramientas de gestión de marketing para resultados óptimos.
Extensión para Comercios electrónicos	
Comunidad Internacional con blogs de apoyo	
Atención al cliente 24/7	
Alta tasa de éxito en desarrollo de contenido	

En la Tabla 3 se observa que la herramienta Jasper se enfoca al desarrollo de textos, ya sea para blogs en su versión Premium que, aunque tiene una prueba gratuita, el tiempo de 7 días es limitado y solo ayuda a conocer las posibilidades de la herramienta. Por lo tanto, se recomienda iniciar con la versión Premium para poder lograr el objetivo de desarrollo de contenidos.

Tabla 3

Ventajas y Desventajas herramienta Jasper

Ventajas	Desventajas
Precio desde 29 USD mensuales.	Más opciones sólo con la versión Boss Mode (Premium)
La herramienta con calidad para crear textos con IA en español	Generador de publicaciones de blog y artículos completos exclusivamente con la versión Boss.
Más de 25 idiomas	
Comunidad en Facebook con más de 50 mil usuarios	
Fácil de usar y gran interfaz de usuario	
Versión de prueba sin pagar	

En la Tabla 4 se puede observar que la herramienta Copymatic se destaca en su velocidad generando textos y que también pueden servir para desarrollo de videos con fines comerciales para redes sociales. Tiene una amplia variedad de plantillas para cualquier tipo de texto publicitario que se requiera y plantillas de imágenes funcionales.

Tabla4

Ventajas y desventajas herramienta Copymatic

Ventajas	Desventajas
Soporte 24/7 por correo	Versión de prueba con sólo 10 créditos
Interfaz sencilla de usar	Precios de membresías altos
Rápida generando texto Textos que se pueden traducir a videos	
Blog Post Writer, crea artículos completos sin hacer nada	
Más de 45 plantillas por defecto	

Con base en el análisis de ventajas y desventajas, se concluyó que Lately, con la integración de Hootsuite, es la mejor herramienta para desarrollar gráfica publicitaria.

Para realizar las imágenes publicitarias para Instagram se inició con el registro de cuenta, se requirió un plan de 99 dólares al mes para tener todas las características e iniciar con el desarrollo que la herramienta permite. Primero se carga la imagen, texto o video que se requiera editar o aplicar inteligencia artificial; al tener el contenido dentro de la plataforma, ésta da opciones de edición ya sea poner texto sobre la imagen, segmentar al tipo de público al que va dirigido y agregarle un llamado a la acción para aumentar interacciones en redes sociales.

Una vez generado el contenido con las solicitudes (prompts) y requerimientos introducidos, da la opción de publicar en la red social que esté conectada con la cuenta de Lately, que en el caso de este trabajo es la del restaurante con delivery. A continuación, se expone el resultado del desarrollo de gráfica publicitaria con la herramienta mejor valorada conforme a las ventajas y desventajas expuestas anteriormente, concluyendo que Lately + Hootsuite es la mejor opción.

Los valores introducidos para generar la Figura 1 fueron texto explicativo del restaurante con imagen general de producto que se oferta y logo del restaurante. El texto introducido fue: Imagen ilustrativa de cortes de carne con texto explicando que todos los cortes del restaurante son calidad choice conforme a los estándares de la USDA enfocado a Instagram.

Figura 1

Cortes de carne sobre fondo oscuro

(Lately, 2022).

En la Figura 2 se introdujo el requerimiento de una imagen específica sobre un corte en especial con hiperrealismo y fuego alrededor con el logo del restaurante en el centro. Para poder desarrollar esta imagen se tuvo que ser más

específico y tener una idea clara de lo que se busca lograr en la imagen. Lo cual se buscaba una imagen que busque un mejor rendimiento en redes sociales del restaurante The Secret Beef Club enfocado a clientes de delivery.

Figura 2

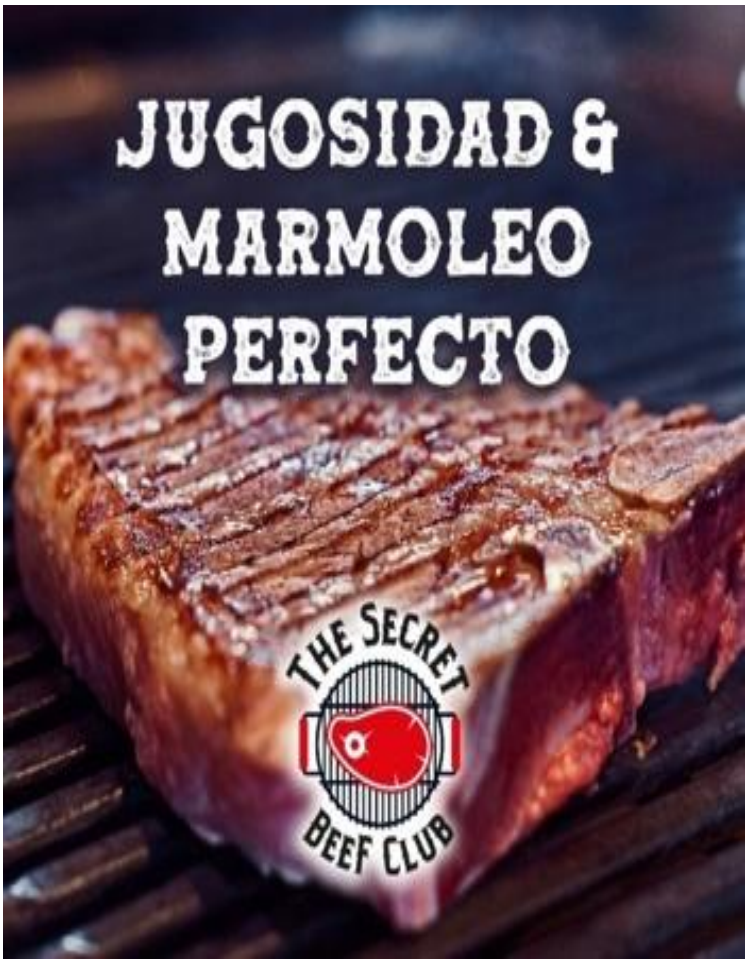
T-bone plano cenital con fuego en la parrilla

(Lately, 2022)

En la figura 3 se introdujo una frase publicitada creada con la herramienta Copymatic, solicitando en Lately una vista del corte en picada sobre una parrilla hiperrealista con el logo del restaurante The Secret Beef Club posicionado en la parte de abajo del slogan.

Figura 3

T-bone en picada en una parrilla



(Lately, 2022)

Los resultados obtenidos fueron que al publicar las imágenes que se generaron con la herramienta, aumentó el tráfico a la página del restaurante en un 15% al de semanas anteriores conforme a los datos compartidos y el número de me gusta subió de 3 a 8 por publicación y las solicitudes de información crecieron significativamente.

Adicionalmente, los resultados compartidos fueron mejor de lo que se preveía y a pesar de no realizar pruebas anteriores a las imágenes expuestas anteriormente, el resultado fue favorable por el aumento en interacciones generales con las publicaciones. Lo que demuestra que si se tuviera más conocimiento de la herramienta y más noción de lo que cualquier negocio requiera se pueden obtener mejores resultados y se pueda traducir a publicidad mejor dirigida y con segmentación y llamado a la acción incluidos.

Con base en los datos obtenidos, se recomienda conocer mejor la herramienta con videotutoriales previos al desarrollo de publicidad o tener una base de vídeo deseados, para mejorar las posibilidades de desarrollar una gráfica acorde a la venta del producto o servicio y que sea afín a imágenes utilizadas en la promoción del negocio.

CONCLUSIONES

Una vez analizados los resultados de las aplicaciones de IA utilizadas en esta propuesta (Copymatic, Jasper y Lately), se observó que sí son capaces de generar una gráfica publicitaria con la guía o solicitud específica de lo que se quiere lograr. Se observó que, si no se plantea correctamente lo que se solicita, la herramienta de IA puede dar posibilidades infinitas y el resultado podría no ser el esperado. Por ello se recomienda aprender a utilizar cada plataforma antes de utilizarla, ya sea mediante una capacitación o al unirse a comunidades que comparten inquietudes y dudas sobre su uso.

La implementación de la IA aplicada a herramientas de marketing está en aumento y en constante crecimiento debido al aprendizaje de los algoritmos que se retroalimentan con los resultados de todos los clientes, conforme a comentarios y valoraciones basadas en datos de IAB Europe la publicidad en retail alcanzará en 2024 un volumen de negocio estimado en 14.32 billones de euros en Europa con el crecimiento de 47,2% cada año. Debido a esto, la velocidad de respuesta de las soluciones ha ido en aumento y los resultados son más asertivos (Meneses, 2024).

Se comprobó que la IA puede ayudar a generar promoción digital enfocada a un negocio con servicio a domicilio, o en cualquier tipo de negocio, al buscar de forma asertiva el mensaje que se requiere comunicar al consumidor final. Esto contribuye a optimizar el tiempo de desarrollo de publicidad en cualquier emprendimiento o negocio en crecimiento.

Por último, es importante mencionar que la IA por sí sola no logra crear contenido para Instagram listo para publicarse y no tiene la capacidad suficiente para desplazar a los profesionales de las disciplinas de diseño o mercadotecnia, así como para los encargados de la redacción de textos comerciales, pero sí ayuda a generar publicidad, imágenes y textos asertivos; reduce los tiempos de diseño y la duración de los proyectos; transformando de esta manera el sector publicitario por el desarrollo agilizado de la IA.

REFERENCIAS

Arteaga, J. R. (28 de 09 de 2022). *El food delivery ya vale 3,865 mdd en México*. Forbes México: https://www.forbes.com.mx/el-food-delivery-ya-vale-3865-mdd-en-mexico/#:~:text=El%20'food%20delivery'%20ya%20vale%203%2C865%20mdd%20en%20M%C3%A9xico,-El%20a%C3%B1o%20pasado

Ayala Parra, G. J. (2019). *La publicidad como estrategia de venta en la red social instagram, tesis de Licenciatura.* Universidad Estatal de Milagro.

Cardozo, S. (19 de 05 de 2022). *+13 mejores herramientas de inteligencia artificial para crear contenidos (2023)*. Nichoseo.com: https://nichoseo.com/herramientas-de-inteligencia-artificial-ia/

Copymatic. (s.f.). *Copymatic*. Copymatic.ai: https://copymatic.ai/

Creativa, L. F. (s.f.). *Inteligencia artificial: ¿qué impacto produce en la publicidad y el marketing?* La Factoría Creativa: https://www.lafactoriacreativa.com/blog/marketing-online/inteligencia-artificial-publicidad-marketing/

Department, S. R. (2023 de Mar de 13). *El comercio electrónico en México – Datos estadísticos*. Satatista: https://es.statista.com/temas/6370/el-comercio-electronico-en-mexico/?kw=&crmtag=adwords&gclid=CjwKCAjwscGjBhAXEiwAswQqNPjr8YsnLH0Sp68HzcLVojcXJdj68a-UgKZBlMfMoTBANTdznKHqKBoCZNkQAvD_BwE#topicOverview

Integrations, L. (s.f.). *Generate AI-Powered Social Content with Lately… without ever having to leave Hootsuite!* Lately.ai: https://www.lately.ai/integrations/social-content-integration-with-hootsuite

Jasper. (s.f.). *MEET JASPER*. Jasper.ai: https://www.jasper.ai/?fpr=nichoseo&fp_sid=blog

Jorge. (01 de 04 de 2011). *CAPÍTULO 4: Inteligencia Artificial*. Unam, Ptolomeo: http://www.ptolomeo.unam.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/132.248.52.100/219/A7.pdf

Kabir Ahuja, V. C. (22 de 09 de 2021). *Pedir a domicilio: la rápida evolución del reparto de comida*. McKinsey & Company: https://www.mckinsey.com/featured-insights/destacados/pedir-a-domicilio-la-rapida-evolucion-del-reparto-de-comida/es

Revfine. (28 de 09 de 2022). *Marketing Digital para Restaurantes: Tendencias a Seguir en 2023*. Revfine.com:

https://www.revfine.com/es/marketing-digital-para-restaurantes/

Soria-Galvarro, R. (s.f.). *Inteligencia Artificial en América Latina*. Revista Empresarial & LaboraL: https://revistaempresarial.com/tecnologia/inteligencia-de-negocios/inteligencia-artificial-en-america-latina/

Station, R. (s.f.). *Marketing Digital*. RD Station: https://www.rdstation.com/mx/marketing-digital/

Track, D. (s.f.). *Entrega de pedidos: proceso logístico y etapas del delivery*. Beetrack.com: https://www.beetrack.com/es/blog/entrega-de-pedidos-proceso-log%C3%ADstico

SUSTENTO DEL USO DE OPUNTIA *FICUS- INDICA, COSTUS IGNEUS NAK Y EUCALYPTUS CAMALDULENSIS DEHN*, COMO POSIBLE TRATAMIENTO CONTRA LA DIABETES *MELLITUS* TIPO 2

ARTÍCULO

Autoría: *Ivonne Consuelo Melena Juárez y Alejandra Riveros Zapata*

Adscripción: *Licenciatura en Químico Farmacéutico Biólogo*

Fecha de recepción: *16 enero 2025*
Fecha de aceptación: *07 marzo 2025*
Fecha de publicación: *28 marzo 2025*

RESUMEN

La Diabetes Mellitus (DM) se encuentra dentro de las principales causas de muerte a nivel mundial y en México está catalogada como la segunda causa de muerte, su tratamiento requiere del uso de diversos medicamentos como son la Metformina, Vildagliptina y en algunos casos insulina. A pesar de esto, se ha observado una gran aceptación por parte de la población ante el uso empírico de plantas medicinales con efecto hipoglucémico como son el nopal, la planta de insulina y el eucalipto. En esta revisión evaluamos documentalmente la evidencia científica sobre el uso de estas plantas en el tratamiento de la DM2 para conocer sus alcances y sus limitaciones.

ABSTRACT

Diabetes Mellitus (DM) is among the main causes of death worldwide and in Mexico it is listed as the second cause of death, its treatment requires the use of various medications such as Metformin, Vildagliptin and in some cases Insulin. Despite this, there has been a great acceptance by the population of the empirical use of medicinal plants with a hypoglycemic effect such as prickly pear, insulin plant and eucalyptus. In this review, we evaluate the

scientific evidence on the use of these plants in the treatment of DM2 to understand their scope and limitations.

Palabras clave: Diabetes mellitus, efecto hipoglucémico, plantas medicinales, medicina tradicional.

Key Words: Diabetes mellitus, hypoglycemic effect, medicinal plants, traditional medicine.

INTRODUCCIÓN

Durante las últimas décadas la prevalencia de la diabetes ha ido en aumento, actualmente se tiene registro de que el 10.5% (lo que equivale a 365 millones de la población mundial) tiene diabetes (Basto A. et al. 2023).

Esto posiciona a dicha enfermedad entre las principales causas de muerte a nivel mundial y en México está catalogada como la segunda causa de muerte y la primera de discapacidad en el país, debido a que se asocia con el desarrollo de otras patologías como la enfermedad cardiovascular (ECV), cerebrovascular, enfermedad renal, ceguera y amputaciones (Basto A. et al. 2023). Se estima que en 2045 la prevalencia aumentará hasta un 12.2% (lo que equivale a 783 millones de la población mundial) (Basto A. et al. 2023).

Este incremento en la incidencia de la DM tipo 2 ha representado un problema grave a nivel nacional y mundial, además, los efectos adversos y complicaciones que pueden llegar a experimentar los pacientes a causa del tratamiento farmacológico, van desde alteraciones digestivas hasta dolores musculares intensos, esto implica una disminución significativa en la salud de los pacientes y un aumento en los gastos farmacológicos para mejorar su calidad de vida, es por ello que surge la necesidad de desarrollar y estudiar tratamientos alternativos que contribuyan a la disminución de los niveles de glucosa en sangre.

Entre estos tratamientos podemos mencionar el uso de plantas medicinales con efecto hipoglucemiante que es una práctica efectuada en México comúnmente desde nuestros ancestros y que se ha conservado hasta la actualidad.

Por lo anterior, el objetivo general de la investigación que aquí se integra fue: Determinar documentalmente qué planta posee el efecto hipoglucémico más efectivo para utilizarse como tratamiento contra la Diabetes Mellitus tipo 2.

DESARROLLO

Diabetes Mellitus

La Diabetes Mellitus (DM) incluye un grupo de enfermedades metabólicas que afecta la forma en que el cuerpo utiliza la glucosa en sangre. La glucosa es una fuente importante de energía para las células musculares y tejidos. Las afecciones de laDM en forma reversible incluyen prediabetes y diabetes gestacional, mientras que la DM crónica incluye tipo 1 y tipo 2 (Kudva, 2023).

En el caso de prediabetes, los niveles de glucosa en la sangre no son tan elevados, se encuentran entre 100 y 125 mg/dl en ayuno, por lo cual no se cataloga como DM. Mientras que, la diabetes gestacional hace presencia durante el embarazo y puede desaparecer una vez que el bebé nace (Kudva, 2023).

Los síntomas de la DM dependen del nivel de glucosa en sangre. En el caso de prediabetes, diabetes gestacional y DM tipo 2, es posible que algunas personas no presenten síntomas; por otro lado, en la diabetes tipo 1, los síntomas tienden a ser más fuertes y aparecen rápidamente, los cuales incluyen abundante sed, pérdida de peso involuntaria, micción frecuente, visión borrosa, sensación de cansancio y debilidad y presencia de cetonas en la orina (Kudva, 2023).

La DM tipo 2 es conocida también como diabetes no insulinodependiente, esta se diferencia de la DM tipo 1 debido a que los pacientes mayormente no requieren insulina y en ocasiones con una dieta adecuada se puede llegar a corregir la hiperglucemia. Sus manifestaciones clínicas suelen ser escasas (González, 2001).

En la etiología de la DM tipo 2, intervienen factores hereditarios, especialmente genéticos tipo poligénico y multifactorial. Por otro lado, numerosas evidencias indican que la obesidad, el consumo de azúcares refinados, dietas ricas en grasas saturadas, una alimentación deficiente en hidratos de carbono y vitamina E y el estrés crónico son factores predisponentes (González, 2001).

La homeostasis de la glucosa está regulada en gran medida por la liberación de hormonas pancreáticas. Dentro de las cuales, la insulina actúa a nivel celular a través de los receptores de membrana, el acoplamiento insulina-receptor activa un mensajero que induce la síntesis proteica y la activación e inhibición de las enzimas intracelulares. En el caso de las personas con DM tipo 2, se producen alteraciones en estos mecanismos pos-receptores, lo que aumenta la secreción de insulina, a esto se le conoce como resistencia a la insulina (González, 2001).

El aumento de la secreción de insulina puede ser responsable del agotamiento de la célula beta, por lo que las personas no son capaces de mantener la glucosa en niveles normales y desarrollan DM (González, 2001).

Tratamientos para la diabetes

Existen distintos tratamientos farmacológicos para la DM tipo 2, algunos ejemplos son: Metformina con una eficacia alta, inhibidores de SGLT-2 (Sodium Glucose Cotransporter) con eficacia inmediata, GLP-1-RAs (Péptido similar al glucagón-1) con eficacia alta, inhibidores de DPP-4

(dipeptidil peptidasa-4) con eficacia inmediata, tiazolidinedionas con eficacia alta, sulfonilureas de segunda generación con eficacia alta, e insulina con una eficacia mayor que la Metformina, GLP-1, entre otros (Elsayed, 2023).

Cabe mencionar, que la insulina y las sulfonilureas pueden causar hipoglucemia debido a que la insulina sintética DNA recombinante utilizada para el tratamiento de la Diabetes Mellitus, actúa de forma similar a la humana, es decir, su efecto hipoglucemiante se debe a que inhibe la producción hepática de glucosa (glucogenólisis) y también inhibe la formación de glucosa a partir de los aminoácidos (gluconeogénesis).

Además, se presenta en una solución tal y como se encuentra de forma natural en la sangre, dentro de los viales inyectables adopta una forma de hexámero por asociación espontánea de seis monómeros con dos iones de zinc, lo cual explica porque su absorción es lenta desde el tejido celular subcutáneo ya que esta debe disociarse y volver a su forma monomérica (Rodríguez, 2003).

En el caso de las sulfonilureas, son insulinosecretores que actúan en receptores específicos de la célula beta pancreática y son eficaces cuando se utilizan al inicio de la enfermedad, cuando aún existe función de la célula beta y fundamentalmente se utilizan en terapia combinada con otros fármacos orales como la Metformina debido a que por sí solas no protegen el deterioro progresivo de la célula beta (Sánchez, 2008).

La Metformina pertenece a la familia de las biguanidas, grupo de medicamentos que se derivan de la planta *Galega officinalis*, la cual se utiliza para el tratamiento de la diabetes (Aguilera, 2019).

Aunque aún no se conoce con exactitud el mecanismo de acción de la Metformina, se sabe que reduce la producción hepática de glucosa inhibiendo la gluconeogénesis y la glucogenólisis, en el músculo incrementa la sensibilidad a la insulina y mejora la captación periférica de glucosa. Además, retrasa la absorción intestinal de la glucosa (CIMA, 2022).

Por su parte, La Vildagliptina (VILDA) pertenece al grupo de antidiabéticos orales (ADOS) que son inhibidores de la enzima dipeptidil peptidasa-4 (DDP-4). Su mecanismo de acción cosiste en incrementar los niveles plasmáticos de las hormonas incretinas, entre ellas el péptido 1 que es similar al glucagón (GLP-1) y el péptido insulonotrópico dependiente de la glucosa (GIP) los cuales aumentan la sensibilidad de las células alfa y beta pancreáticas a la glucosa lo cual incrementa la insulina y disminuye el glucagón en momentos de hiperglucemia.

La Vidagliptina está indicada en el tratamiento de la DM tipo 2 como terapia dual con la Metformina en pacientes que presentan un control insuficiente de la glucemia con la dosis máxima tolerada de Metformina que de acuerdo con la ficha técnica elaborada por CIMA es de 2 g divididos en 2 o 3 tomas. Además, no se recomienda utilizarse como monoterapia debido a que su eficacia es inferior en comparación con el de la Metformina (Santaló, 2009).

El uso terapéutico de la Metformina/Vildagliptina está indicado como un adyuvante a la dieta y el ejercicio para el control de la glucemia en pacientes adultos con DM tipo 2, en pacientes que no muestran un control adecuado con Metformina como monoterapia y en combinación con otros medicamentos como la insulina cuando estos no proporcionen un control de la glucemia adecuado (CIMA, 2022).

El uso de Metformina/Vildagliptina presenta algunos efectos secundarios, como son: náuseas, diarrea, dolor abdominal, alteración del gusto o sabor metálico, en algunos casos se ha reportado pancreatitis aguda, disfunción hepática, hepatitis y pancreatitis, también puede causar acidosis láctica, cefalea, temblor, fatiga, mareos, pérdida de peso, nasofaringitis y en ocasiones edema periférico e hipertensión (Fundación GDPS, 2019).

Además, el uso de alcohol y contrastes yodados en conjunto con Metformina/Vildagliptina aumenta el riesgo de acidosis láctica, por lo que en caso de consumo, se debe suspender el fármaco y retomarse 48 horas posteriores (Fundación GDPS, 2019).

Este medicamento afecta la capacidad para conducir y no es recomendado en menores de 18 años, no se debe administrar en diabetes tipo 1, en personas con antecedentes de pancreatitis aguda, en el embarazo, ni durante la lactancia. También es importante realizar una evaluación de función renal antes de iniciar el tratamiento y una vez al año, en ancianos se debe realizar cada 3 a 6 meses (Vademecum, s.f).

Medicina tradicional

La medicina tradicional, no convencional o también llamada medicina complementaria, ha sido utilizada históricamente para preservar la salud, prevenir y tratar enfermedades (Organización Mundial de la Salud, 2013).

De acuerdo con la OMS, la medicina tradicional se define como la suma total de los conocimientos, capacidades y prácticas basados en las teorías, creencias y experiencias propias de las diferentes culturas que existen en el mundo, sean explicables o no, utilizadas para mantener la salud y prevenir, diagnosticar, mejorar o tratar enfermedades físicas y mentales (Organización Mundial de la Salud, 2013).

Uso de plantas medicinales en México

En México, el uso de diversas plantas medicinales es considerada una práctica ancestral, se utilizan numerosas partes de la planta según la afectación que se presenta. Dichas plantas pueden ser consumidas directamente o pueden prepararse en diferentes presentaciones, una de ellas son las infusiones o los extractos (Guzmán S. et al. 2017).

Herbolaria

La herbolaria se basa en el uso de compuestos químicos con acciones farmacológicas presentes en las especies vegetales (Gobierno de México, 2020). Según la Organización Mundial de la Salud, el 80% de la población del planeta, utiliza plantas medicinales para complementar sus necesidades de salud.

En México, de acuerdo con la Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad (CONABIO), se han registrado más de mil especies de plantas con atributos medicinales (Gobierno de México, 2020).

Plantas con efecto hipoglucémico más utilizadas en México

La DM ha sido un síndrome tan presente en la cotidianidad de la población mexicana, ha ido incrementando la mortalidad desde las últimas décadas, en 1990 la tasa de mortalidad se encontraba en 29.6, para 2011 la tasa incrementó a 69.9 y para 2012 la tasa aumento a 72.66 (Moreno, L. 2014), es por eso que ha resultado natural que la misma población haya buscado algunas alternativas terapéuticas a la atención médica alópata, que como sabemos desafortunadamente no todos tienen fácil acceso a ella.

Es así como la herbolaria se ha convertido en una de las vías más socorridas por la población (Aguilar A. y Xolalpa S. 2002).

A principios del siglo XX, el Instituto Médico Nacional comienza a inventariar algunas especies que eran utilizadas por la población como remedios contra la diabetes, por ejemplo, el copalchi (*Coutarea latiflora*), el guarumbo (*Cecropia obtusifolia*) y el matarique (*Psacalium sp.*).

Destacan los trabajos de Armendáriz (1903) sobre la tronadora (*Tecoma stans*), planta que fue estudiada desde el punto de vista taxonómico y químico, y su investigación clínica, realizada por Castañedo en 1907 (Aguilar A. y Xolalpa S. 2002).

En los años treinta continúan los trabajos sobre la especie *Tecoma stans:* Acosta (1934) y Clemente (1939), en la Escuela de Ciencias Químicas en la Universidad Nacional Autónoma de México, observan la acción hipoglucemiante (Aguilar A. y Xolalpa S. 2002).

En 1946 el doctor Francisco Guerra estudió la farmacología de *Tecoma stans* (tronadora) y de *Coutarea latiflora* (copal, campanilla o copalchi). En la siguiente década, Torres trabaja con *Salpianthus macrodonthus Stand* (catarinilla) en la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (Aguilar A. y Xolalpa S. 2002).

En los años setenta, a partir del registro etnobotánico de *Opuntia streptacantha, (*Nopal cardón*) Opuntia ficus-indica y Opuntia megacantha* (Nopal blanco) con el trabajo de Ibáñez en 1978 en el Instituto Mexicano para el Estudio de las Plantas Medicinales, se le da un nuevo impulso al estudio de las plantas con acción hipoglucemiante. El trabajo farmacológico continúa con la aportación de Meckes y Román en 1986 (Aguilar A. 2002).

Actualmente, se tiene registro de que existen más de 100 especies utilizadas popularmente para tal enfermedad, sin embargo, no se encuentra sustento científico de todas ellas (Aguilar A. y Xolalpa S. 2002).

Opuntia ficus-indica

El género *Opuntia spp.* es popularmente conocido en México como "Nopal", es una planta que pertenece a la familia de las cactáceas que se desarrolla en zonas áridas y semiáridas (Torres R. et al. 2015).

Este género presenta hojas convertidas en espinas o puede carecer de ellas. Es una planta arbustiva con tronco leñoso y ramas que se forman por cladodios, estos últimos reciben el nombre de nopalitos, si son frescos, y de pencas si son adultos **(**Torres R. et al. 2015).

Composición química

El Nopal está compuesto de un 91% de agua, 0.66% de proteínas, 0.11% de grasas, 5.5% de carbohidratos, 1.15 de celulosa y 1.58% de cenizas. Por lo que se considera un alimento con un alto valor nutricional, principalmente por su contenido de proteínas y fitoquímicos (Torres R. et al. 2015).

Uso medicinal

Opuntia ficus indica ha sido utilizado en la medicina popular de México para el tratamiento de quemaduras, heridas, edemas y problemas de indigestión.

Además, posee actividad antiinflamatoria, hipoglucémica y antiviral (Kaur M. et al. 2012).

Papel del Nopal en los niveles glucémicos

El género *Opuntia spp.* es la planta más comúnmente utilizada para controlar la glucosa en sangre, debido a que posee un alto contenido en fibra soluble y pectinas que afectan favorablemente la absorción de la glucosa a nivel intestinal (Torres R. et al. 2015).

Además, posee otros principios activos como carotenoides, flavonoides, otros compuestos fenólicos, vitamina C y E, los cuales le confieren propiedades antioxidantes (Torres R. et al. 2015).

Costus igneus Nak

Esta planta es conocida como "planta de insulina", costus ardiente, escalera, entre otros. Es originaria del Centro y de Sudamérica (Guzmán H. et al. 2017). Numerosos estudios informan la eficacia de *Costus igneus Nak* contra la DM2. Uno de ellos estudió la fracción aislada de extracto de cloroformo de *Costus igneus* en la prediabetes y diabetes (Murthy 2014).

Composición química

La hoja de *Costus igneus Nak* es rica en proteínas, hierro y compuestos con propiedades antioxidantes como el ácido ascórbico (vitamina C), vitamina A, esteroides y flavonoides. Además, contiene fibra, terpenos, taninos, saponinas y un apreciable contenido de potasio, calcio, cobre y zinc (Guzmán H. et al. 2017).

Uso medicinal

Las hojas de esta planta se utilizan como suplemento en el tratamiento de la diabetes, al consumir una hoja los niveles de glucosa en sangre disminuyen.

También es usado como diurético, antioxidante, antimicrobiano y anticancerígeno. En nuestro país es utilizado comúnmente como infusión para tratar problemas renales (Guzmán H. et al. 2017).

Eucalyptus camaldulensis dehn

El *Eucalyptus camaldulensis dehn*, también conocido como Eucalipto rojo del río, pertenece a la familia *Myrtaceae*. Esta familia incluye 140 géneros, los cuales se distribuyen en regiones tropicales y subtropicales. (Jiménez, 2022) Su fruto se presenta en cápsulas pequeñas con semillas diminutas, es una planta medicinal significativa debido a su composición química (Jiménez, 2022**).**

Composición química

Las hojas contienen de 0.1-0.4% aceite esencial, el 77% es 1.8-cineol y 5-11% tanino. El kino (secreción rica en polifenoles) contiene 45% ácido kinotánico y rojo de kino, sus frutos dan positivo a flavonoides y esteroles, su corteza contiene tanino, madera y kino. Algunos de los fito constituyentes reportados del árbol incluyen aceites esenciales, esteroles, alcaloides, glucósidos, flavonoides, taninos y fenoles (Jiménez, 2022).

Uso medicinal

El Eucalipto contiene propiedades antidiabéticas, antisépticas,

antiinflamatorias, antipiréticas, anestésicos, astringentes y antimicrobianas, y se han utilizado durante siglos como remedio tradicional (Jiménez, 2022).

Papel del Eucalipto en los niveles glucémicos

El *Eucalyptus camaldulensis Dehn* está representado en las farmacopeas aborígenes por sus acciones farmacológicas. Este reporta acciones hipoglucemiantes y preventivas en la aparición de Diabetes tipo 2, debido a sus ingredientes activos como daucosterol, queratina y ácido ursólico (Jiménez, 2022).

Metodología

El objetivo general de la investigación que aquí se integra fue: Determinar documentalmente qué planta posee el efecto hipoglucémico más efectivo para utilizarse como tratamiento contra la Diabetes Mellitus tipo 2. Los objetivos específicos fueron:

1. Determinar documentalmente el efecto hipoglucémico de *Eucalyptus camaldulensis Dehn* (Eucalipto), *Opuntia ficus indica* (Nopal) y Costus igneus Nak (planta de insulina en pacientes con Diabetes Mellitus
2. Conocer los alcances y limitaciones en el efecto hipoglucémico.
3. Determinar si el uso de estas plantas podría sustituir el uso de los fármacos empleados actualmente para el control y el tratamiento de la Diabetes Mellitus tipo 2.

Recopilación estadística

Para esta revisión se ha realizado una recopilación de diversos trabajos científicos obtenidos de diferentes portales de internet como son: Pubmed, Redalyc, Google Académico, Gobierno de México, INEGI y algunas páginas de algunas organizaciones como es la Asociación Americana de la Diabetes y Cero desabastos.

Según las Estadísticas de Defunciones Registradas (EDR) del INEGI de enero a junio del año 2023, la segunda causa de muerte nacional fue la diabetes mellitus 2, con 55.855 casos y, según la última Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) de 2022, la prevalencia de la diabetes diagnosticada y no diagnosticada fue de 18.3% o 14.6 millones de personas. Además, afirma que de 2006 a 2022, la prevalencia de diabetes ha aumentado gradualmente un 3.9% y se estima que esta cifra aumentará conforme pasen los años.

Recordemos que la DM 2 es una enfermedad crónica asociada con el desarrollo de otras patologías como son la enfermedad cardiovascular (ECV), enfermedad renal, cerebrovascular, ceguera y hasta amputaciones de las extremidades, por lo que el control de esta enfermedad requiere de acciones contundentes para reducir sus complicaciones. Lamentablemente el ritmo de vida

de la población mexicana ha incrementado varios factores de riesgo como son la alimentación de mala calidad, obesidad, sobrepeso, sedentarismo y tabaquismo.

Aunado a esto, se incrementa también la necesidad de la población de tener acceso a un sistema de salud que permita el tratamiento de esta y otras enfermedades y que además solvente los gastos asociados, sin embargo, como se muestra en la figura 1, esto se vuelve cada vez más difícil dado que el gasto público en salud en México es cada vez más insuficiente para poder hacer frente a las enfermedades y ha disminuido de manera importante según el Consejo Nacional de Población (CONAPO) y el Centro de Investigación Económica y Presupuestaria.

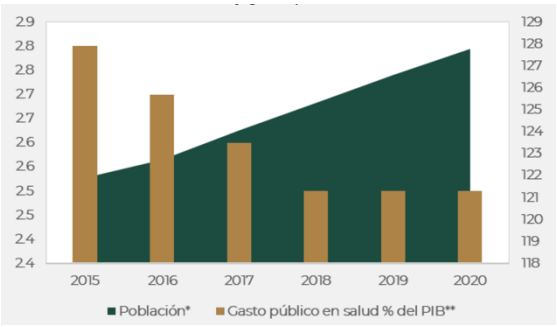


Figura I. Población en México y gasto público % PIB, 2015-2020

Fuente: CONAPO y Centro de Investigación Económica y Presupuestaria.

Además, en México el acceso al sistema de salud es bastante desigual entre la población según las últimas cifras otorgadas por el INEGI en 2020, como se muestra en la figura 2, en donde se menciona que de los 129 millones de habitantes en México solo 93 millones contaban con algún tipo de seguro lo cual representa un 72% de la población total, de los cuales, el 37% son atendidos por el Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS) mientras que el 27% restante no cuenta con ningún tipo de acceso a la salud.

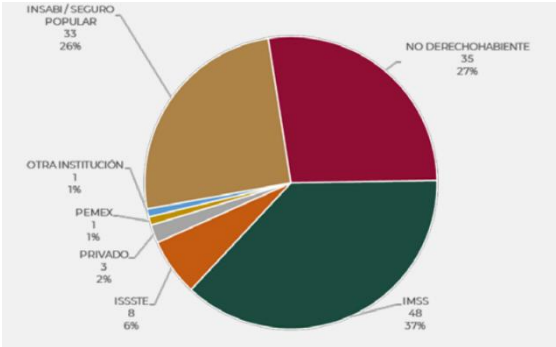


Figura 2. Participación de la población con y sin afiliación a servicios de salud, 2020
Fuente: INEGI.

A pesar que el IMSS es la principal institución que presta servicios de salud en México, no exenta los problemas de desabasto que se han registrado y que se han agudizado en los últimos años como consecuencia de diversos factores como la nueva administración pública, el retraso de la publicación del Plan Sectorial en Salud y las reglas de operación del Instituto de Salud para el Bienestar (INSABI) ylos múltiples retrasos en las licitaciones para la compra emergente de medicinas según el Informe de Transparencia en Salud 2019-2020 presentado por la Organización Cero desabasto. Estas deficiencias en la compra y en la distribución de medicamentos ocasionan que los pacientes y sus familiares sufran de estragos en su salud y su economía al cubrir los costos de su propio bolsillo o

en su defecto negándose a cubrirlos, lo cual afecta de manera importante el debido control de enfermedades como la DM 2.

Es por esto que es necesario encontrar alternativas como es el uso de plantas medicinales como el nopal, el eucalipto y la planta de "insulina" que pueden favorecer el control y el tratamiento de enfermedades crónicas como es la DM tipo 2.

Recordemos que actualmente la medicina complementaria es fuertemente cuestionada y subestimada frente a los servicios de salud, debido a que en países como México es una práctica que aún no está regulada a pesar de que es utilizada frecuentemente por la población y su demanda ha ido en aumento debido a que para algunos sectores de la población a veces es la única fuente de atención sanitaria.

Al ser una práctica culturalmente aceptada por la población, podría asegurar el acceso a la salud, siempre y cuando se utilice de forma segura y eficaz.

Efectos hipoglucemiantes del Nopal

De acuerdo con una revisión realizada por Deni Basurto, y Cols del departamento de farmacología de la facultad de medicina de la UNAM en 2006, la investigación farmacológica del nopal como agente hipoglucemiante inició en 1964 y continuó hasta 1979 por el Instituto Mexicano para el Estudio de Plantas Medicinales (IMEPLAM), en sus investigaciones encontraron que diferentes preparados del nopal crudo licuado y administrados por sonda nasogástrica a conejos con hiperglucemia inducida por administración de aloxano, producen un efecto hipoglucemiante, el cual fue atribuido a la enzima isomerasa glucosa 6 fosfato, la cual fue encontrada previamente en *Opuntia ficus-indica* pero no en *Opuntia streptacantha*, especie empleada para dichos estudios.

En 1979 Ibañez R. coordinador del departamento de plantas medicinales en el Centro de Estudios Economicos y Sociales del Tercer Mundo (CEESTEM) y Román R. del departamento de farmacología del IMEPLAM estudiaron el efecto hipoglucemiante del nopal licuado administrado por vía oral en conejos pancreatectomizados y en conejos sanos.

Para su estudio emplearon el xoconostle (*Opuntia streptacantha, Lemaire*), en distintas prepraraciones:

A) Nopal licuado el cual se administró directamente, B) jugo de nopal licuado y filtrado a través de ocho capas de gasa, C) savia fresca de nopal obtenida de trozos de nopal depositados en matraces con 100 ml de agua destilada y sometidos

a baño María y finalmente D) savia de nopal liofilizada.

En el grupo 1 conejos que fueron conejos que fueron pancreatectomizados para inducir la diabetes mellitus, posteriormente se sometieron a observación clínica en donde cada tercer día midieron su glucemia en ayunas mediante el método de glucosa oxidasa y peroxidasa y semanalmente midieron la insulina inmunorreactiva, a las dos semanas del período postoperatorio los conejos recibieron preparados de nopal de 5 ml/kg después de un ayuno de 17 horas a través de una sonda gástrica, posteriormente el grupo de conejos se dividió en 4 subgrupos los cuales recibieron los preparados de nopal A, B, C y D anteriormente mencionados. Después de la administración bucal tomaron muestras de sangre en los siguientes 60, 120, 180, 240 y 300 minutos en donde midieron los niveles de glucosa, las observaciones fueron realizadas por triplicado en distintos días.

El grupo 2 estaba conformado por 6 conejos sanos en los cuales se determinó la curva de tolerancia a la glucosa utilizando una solución glucosada al 40% por vía subcutánea (1g/Kg de peso) aplicando dos dosis al tiempo 0 y a los 120 minutos. Le prueba se realizó en condiciones experimentales de control utilizando agua destilada (5ml/Kg de peso) y preparado A de nopal en la misma cantidad, posteriormente las determinaciones de la glucemia se determinaron cada 60 minutos durante 5 horas posteriores al inicio del experimento.

Como resultado obtuvieron cinco cifras superiores a 120 mg dentro de los días del postoperatorio, en cuanto a la insulina inmunorreactiva observaron que disminuyó a valores inferiores a 3 uU/ml y posteriormente desapareció por completo.

Todos los preparados a base de nopal produjeron una disminución en los niveles glucémicos durante las 4 horas posteriores a su administración por vía bucal, el efecto hipoglucemiante más intenso fue observado en el grupo de animales que recibió el preparado A de nopal licuado, una hora después de su administración observaron una disminución media de la glucemia equivalente al 34.2%. El preparado B de jugo de nopal licuado produjo el efecto menos intenso aunque la disminución de la glucosa también fue significativa (25.85%) mientras que el preparado C de savia de nopal fresca y el preparado D de savia de nopal liofilizada mostraron un efecto similar al producido por el preparado A de nopal.

En cuanto a las pruebas de tolerancia a la glucosa con la administración prueba de agua destilada realizadas en el grupo de conejos sanos demostraron que 60 minutos después de haber sido inyectada la solución glucosada se produjo el pico hiperglicémico que varió entre 176 y 259 mg por

ciento, a las 2 horas la curva presentó un descenso, el segundo pico hiperglucémico se obtuvo a las 3 horas de iniciar el estudio, este segundo pico fue inferior al primero y el nivel de glucosa varió entre 146 y 230 mg por ciento, posteriormente a las 4 y 5 horas de iniciar el estudio los valores de la curva disminuyeron.

En cuanto a las curvas de tolerancia a la glucosa en los mismos conejos con administración de nopal licuado y bajo las mismas condiciones presentaron valores inferiores presentando solo un pico hiperglucémico de 159.86 mg a partir de este momento la glucemia disminuyó hasta 92.80 mg lo cual confirmó la acción hipoglucemiante del nopal en los conejos pancreatectomizados y normalizó las curvas de tolerancia a la glucosa en los conejos sanos. Además, se descartó que la acción hipoglucemiante fuera mediada por la hormona insulina debido a que los conejos fueron pancreatectomizados, sin embargo, con este estudió no fue posible atribuir dicho efecto a la enzima glucosa-6-fostato presente en *Opuntia ficus indica* (Ibañez, 1979).

Posteriormente en 1991 Román y Colsestudiaron el efecto hipoglucémico de 12 especies de plantas más utilizadas de manera empírica por la población en México para el control de la DM, las cuales fueron sábila (Aloe barbadensis Mill), guarumo (Cecropia obtusifolia Bertol), chilacayote (Curcubita ficifolia), níspero (Eriobotrya japonica Lindl), salvia (Lepechina caulescens), nopal (Opuntia streptacantha Lemaire) , frijol (Phaseolus vulgaris L.), matarique (Psacalium peltatum), catarinilla (Salpianthus macrodonthus Stand), malabar (Solanum verbascifolum L.), tronadora (Tecoma stans L.) y agrimonia (Teurium cubense Jacq,) 9 de estas especies fueron preparadas por decocción utilizando 132 gramos de planta seca que hirvieron en 1 litro de agua durante 10 minutos y finalmente se filtraron.

Las 3 plantas restantes (sabila, chilacayote y nopal) fueron trituradas en un extractor eléctrico. Para este estudio utilizaron 27 conejos machos divididos en 3 grupos de 9 conejos cada uno a los cuales les administraron 4ml/kg de peso de agua durante la primera semana, la segunda semana administraron una suspensión de tobultamida (20 mg/kg de peso) y finalmente la tercera semana administraron el preparado de cada planta (4ml/kg de peso) usando una sonda gastrica en el estómago de los conejos previamente sometidos a ayuno de 18 horas.

Para las curvas de tolerancia administraron una solución de glucosa al 50% por vía subcutánea (2g de glucosa/kg de peso) en dos dosis idénticas administradas al tiempo 0 y a los 60 minutos, el tiempo de prueba fue de 5 horas, posteriormente las muestras de sangre fueron obtenidas 60 minutos después de inyectar la primera carga de glucosa y la

glucemia fue determinada por el método enzimático de glucosa oxidasa peroxidasa con tiras reactivas. El estudio confirmó que 11 de las 12 especies de plantas utilizadas entre ellas el nopal (disminuyendo la glucemia un 21.4%) poseen actividad hipoglucemiante incluso más fuerte que la tobultamida indicada en el control clínico de Diabetes mellitus no insulinodepentiente.

En otro estudio realizado en 1996 por Trejo A. y Cols. en ratas con diabetes inducida por estreptozotocina, demostraron que la administración simultánea de *Opuntia fuliginosa* (1mg/kg) con insulina durante siete días, disminuyen la glucosa sanguínea y la hemoglobina glicosilada a valores normales y estos valores se mantuvieron aún después de retirar la insulina y administrar únicamente el extracto de nopal.

Este efecto también fue observado en un estudio similar con la especie *Opuntia megacantha* (20 mg/kg) en ratas con diabetes inducida por estreptozotocina, sin embargo, también se observó el incremento de excreción urinaria de sodio e incremento de urea y creatinina en el plasma, lo cual señaló un probable efecto tóxico (Trejo, 1996).

A pesar de que los resultados apuntan hacia un efecto reductor sobre los niveles de glucosa utilizando esta especie de nopal se requiere de al menos consumir 12% de nopal tanto por vía oral como intravenosa para poder obtener este efecto.

En 1983 se iniciaron los primeros estudios clínicos realizados en el Departamento de Especialidades del Centro Médico “La Raza” del IMSS con el nopal, utilizando 100 g de nopal asado administrado a sujetos sanos y diabéticos tipo 2. Se administró 20 minutos antes de los alimentos tres veces al día durante 10 días, lo que produjo una disminución significativa en el colesterol total, triglicéridos y en el peso corporal de sujetos obesos no diabéticos y diabéticos tipo 2 y sobre todo se observó una disminución en la glucemia de los sujetos diabéticos (Frati A. et al, 1983).

Con estos resultados se ha propuesto que los efectos observados se deben al contenido de fibra del nopal, se sabe que la fibra es una mezcla de lignina, celulosa, hemicelulosa, pectina, mucílago y gomas y que es capaz de disminuir la absorción gastrointestinal de varios nutrientes y en consecuencia de los niveles sanguíneos de colesterol, triglicéridos y glucosa disminuyen., desafortunadamente no se cuenta con suficiente evidencia científica debido a que no se desarrollaron más estudios experimentales.

Posteriormente en 1990, el doctor Ernesto Jiménez de la facultad de medicina de la UNAM realizó un estudio acerca del efecto hipoglucemiante de la

especie *Opuntia ficus-indica* en 8 pacientes con diabetes mellitus no insulinodependiente.
Las edades variaron de 45 a 68 años, todos los pacientes tomaban tratamiento con glibenclamida y ninguno presentaba enfermedad gastrointestinal, insuficiencia renal o algún desorden endocrinológico.

Los ensayos fueron realizados con 5 presentaciones diferentes del nopal, las cuales fueron: tallos asados de nopal, tallos asados y licuados, tallos crudos licuados y tallos licuados calentados.Las pruebas se llevaron a cabo en la mañana con un ayuno nocturno de 12 horas, se tomó una muestra sanguínea al minuto cero seguida de la ingestión del nopal; las muestras sanguíneas seriadas fueron obtenidas a los 30, 60, 120 y 180 minutos, el suero fue almacenado inmediatamente a -20°C hasta que los niveles de glucosa se midieron por un método automatizado no definido.

Los resultados obtenidos señalaron que a comparación del control (400 ml de agua) hubo una disminución significativa de glucosa al consumir los tallos asados de nopal enteros, al igual que los licuados crudos y asados, es decir, no hubo una diferencia significativa entre las preparaciones por lo que se concluyó que el método de calentamiento o el de homogeneización no afecta el efecto hipoglucemiante de esta especie, sin embargo, no se explica a qué molécula se le atribuye este efecto.

En 2011 se publicó un.un estudio donde se evaluó el valor nutricional y la actividad del jugo de nopal (Opuntia ficus indica) sobre algunos parámetros bioquímicos en ratas diabéticas. Para esto, administraron en ratas una dosis única de 130 mg/kg de peso de aloxano, posteriormente administraron por vía oral una dósis única de jugo de nopal de 5ml diaramente durante 5 días.

Finalmente, los resultados revelaron que hubo una disminución de los niveles de glucosa sérica en las ratas posteriormente a la administración del jugo de nopal, además, realizaron estudios histopatológicos del hígado después de la administración de aloxano y observaron que presentaba alteraciones como dilatación de la vena porta con fibrosis, infiltración celular y dilatación de los sinusoides mientras que el estudio histopatológico del hígado después de la adminitración del jugo de nopal durante 5 días mostró restauración de la arquitectura del tejido hepático al igual que del tejido pancreático además de que se observó que los islotes de Langerhans aumentaron de tamaño por lo que además de presentar un efecto hipoglucemiante presentó un efecto regenerador para los tejidos mencionados.

Eucalipto

En un estudio realizado por Silva Mendes y Cols (2014), usando una prueba directa por resonancia magnética nuclear; extracto semi purificado y el aislamiento de entcatequina de las hojas de

Eucalyptus cinerea, se logró identificar que el género *Eucalyptus globulus* tiene un potencial medicinal alto por los metabolitos encontrados, además se mostró que llevando un tratamiento frecuente puede llegar a reducir los niveles de glucosa en sangre, en este estudio se utilizaron 20 gramos / litros de hojas en infusión.

Sin embargo, aún existe escasa información acerca de un tratamiento alternativo funcional con *Eucalyptus camaldulensis dehn* para reducción de glucosa en sangre, no obstante se conoce que, en sinergia con otras plantas puede llegar a presentar efecto hipoglucémico (Silva, 2014).

Según un estudio publicado en el diario de desarrollo del sur de florida, realizado por Jiménez M. y Cols. (2022) se recolectó información de 42 sujetos, de los cuales, la edad promedio fue de 56.09 ± 11.33 años con un rango de edad entre 19 y 75 años; el 73.8 % fueron mujeres y el 26.2 % hombres.

Los resultados obtenidos de los valores de glucosa a través de la prueba de colorimetría, mostró que no existen diferencias estadísticamente significativas entre el grupo control (GC) al cual se le dio una solución placebo y el grupo experimental (GE) al cual se le dio la solución de eucalipto, en la variable de glucosa sanguínea.a pesar que el Eucalipto no posee propiedades hipoglucemiantes significativas, se observó que el consumo de infusión de hojas de *E. camaldulensis dehn* ayudó en la disminución de los niveles de glucosa para el grupo experimental al ser un consumo constante.

La infusión de hojas de Eucalipto no reduce los niveles de glucosa sanguínea de pacientes con Diabetes Mellitus tipo 2, sin embargo, al utilizarse en adherencia con un tratamiento convencional ayuda a controlar los niveles de glucosa sanguínea. Cabe mencionar, que no se observaron efectos adversos durante el consumo de 1 L de infusión de *E. camaldulensis dehn*, durante 24 horas (dividido en 4 tomas) (Jiménez, 2022).

Planta de insulina

Se realizó un estudio por Shetty y Cols en 2010, donde se analizaron informes de laboratorio que contenían niveles de azúcar en sangre en ayunas antes y después del consumo de hojas de la planta de insulina *(Costus igneus Nak)*. El estudio se realizó a 24 hombres y 6 mujeres, cuyas edades oscilaban entre 47 y 65 años. Los 30 pacientes tomaron una taza de té con polvo de hojas secas (durante 60 días) por la mañana en ayunas sin interrumpir sus tratamientos para la diabetes, el nivel de azúcar en sangre en ayunas disminuyó en todos los pacientes.

El beneficio de la planta se observó a partir del día quince, los 14 pacientes que tomaban medicamento oral y los 4 pacientes que tomaban medicamentos

no alopáticos, pudieron controlar sus niveles de azúcar con el consumo de las hojas, siendo que con el medicamento por sí solo, no lograban tener bajo control su nivel de glucosa en sangre. Además, 4 pacientes con úlceras en las piernas que no cicatrizaron informaron curación con el consumo de las hojas, 6 pacientes que no se habían podido someter a una cirugía debido al alto nivel de azúcar en sangre en ayunas, lograron someterse con éxito y sin complicaciones postoperatorias debido al consumo de la hoja, 2 pacientes con antecedentes de infección urinaria recurrente, reportaron ya no padecerla (Shetty, 2010).

Los pacientes que se sometieron a este estudio continúan consumiendo las hojas ya que son beneficiosas para el control de la glucemia y por la protección que les brinda contra el desarrollo de complicaciones diabéticas. Este estudio concluyó que el consumo regular de las hojas de planta de insulina junto con otras modalidades de tratamiento proporciona eficazmente el control glucémico en diabéticos, mencionando también que la dosis de insulina podría reducirse a la mitad y no reportaron efectos adversos por el consumo de las hojas.

En 2010 se realizó un estudio en la India, con el objetivo de evaluar el efecto de las hojas de *Costus igneus Nak* sobre la diabetes tipo 2 inducida por dexametasona en ratas macho.

Se realizaron 6 grupos, de los cuales cada uno contenía 6 ratas, 1 rata control y las 5 ratas restantes de cada grupo recibieron dexametasona en una dosis de 10 mg/kg por día, desde el día 1 al 20; desde el día 11 al día 20, cuatro grupos recibieron dosis de 100, 250 o 500 mg/kg/día del polvo de las hojas de *Costus igneus Nak* diluido en agua destilada. El estudio demostró que recibiendo 100 mg/kg/día de las hojas, no se obtenía efecto significativo en el descenso de la glucosa en sangre, sin embargo, con dosis de 250 a 500 mg/kg/día, la disminución de glucosa en sangre (inducida por dexametasona) era efectiva, llegando a niveles normales, lo que indica que las hojas de la planta de insulina son efectivas para el tratamiento de la diabetes tipo 2, sin embargo, se necesitan investigaciones más amplias.

Posteriormente, se realizó un estudio, el cual tenía como objetivo estudiar el efecto del tratamiento previo y posterior con una fracción de *Costus igneus Nak* sobre la prediabetes y la diabetes tipo 2 inducida por estreptozotocina neonatal (STZ). Las ratas se dividieron en dos grupos, uno para el pretratamiento y otro para el postratamiento, cada grupo contenía cinco grupos, de los cuales el grupo 1 sirvió como control, el grupo 2 como control negativo, en el grupo 3 y 4 las ratas fueron tratadas con *Costus igneus nak* 20 y 40 mg/kg y en el grupo 5 fueron tratadas con pioglitaozona 2.7 mg/kg. El tratamiento comenzaba a partir de la 4ta semana de

la administración de STZ en grupos pretratados y para el grupo pos tratados, el tratamiento comienza después de la 12a semana de administración de STZ (Murthy T. et al 2014).

El efecto anti hiperglucémico se estudió en las semanas 7 y 12 después del tratamiento con STZ utilizando la prueba oral de tolerancia a la glucosa y el efecto hipoglucémico se estudió en los días 1, 7, 14 y 21 del tratamiento después de la semana 12 de tratamiento con STZ en los grupos pre y post tratados. La prueba oral de tolerancia a la glucosa en las semanas 7 y 12 demostró un efecto protector contra los niveles altos de glucosa en sangre, esto en los grupos pretratados, por otro lado, en los grupos pos tratados no se observó disminución significativa. En cuanto al efecto sobre la hipoglucemia, se observó una disminución en los niveles de glucosa en sangre durante el tratamiento con la planta de insulina, tanto en las ratas pretratadas y pos tratadas en los días 14 y 21(Murthy T. et al 2014).

Este estudió llegó a la conclusión que la planta de insulina en prediabetes podría reducir las posibilidades de desarrollar diabetes tipo 2 (Murthy T. et al 2014).

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Discusión

México es considerado un país megadiverso debido a que actualmente ocupa el quinto lugar en variedad de plantas dentro del grupo de “los 17 países megadiversos” y ocupa el segundo lugar a nivel mundial como productor de plantas medicinales, sin embargo, aún existe una gran escasez en cuanto a la investigación científica disponible en la bibliografía para sustentar las propiedades terapéuticas que este grupo de plantas puede ofrecer como es el efecto hipoglucémico de plantas como *Opuntia ficus-indica, Eucalyptus camaldulensis dehn y Costus igneus Nak.*

A pesar de que existen ensayos preclínicos y clínicos de las especies mencionadas que comprueban la disminución de los niveles de azúcar en sangre después de consumir las distintas plantas

en cualquiera de sus diferentes presentaciones como son licuado, polvo, infusión o incluso consumir las hojas, consideramos estos no son suficientes para justificar el uso de estas como una terapia complementaria o alternativa para el control y el tratamiento de la diabetes mellitus 2 por diversos factores como son que el tamaño de muestra no es significativo, no se explica específicamente a qué molécula se le atribuye el efecto hipoglucémico y tampoco se propone una dosis para comenzar a regular su uso.

Es importante que las autoridades sanitarias regulen el uso de la medicina tradicional por parte de la población mexicana, ya que es una práctica que como sabemos ha sido culturalmente aceptada y utilizada desde tiempos remotos y su uso ha aumentado notablemente debido a que actualmente con el uso del internet y las redes sociales es más fácil tener acceso a cualquier información relacionada, sea verídica o no, esto también puede ser relacionado con la automedicación que es un problema serio que la población mexicana enfrenta y que ha aumentado en los últimos años, ya que muchas personas consideran que lo natural resulta seguro por el simple hecho de ser productos naturales, sin embargo, es importante recordar que aunque las plantas medicinales poseen propiedades terapéuticas, también pueden poseer compuestos que resultan tóxicos o hasta mortales.

En el caso de las plantas estudiadas en esta revisión, los trabajos experimentales consultados no presentaron ninguna información acerca de los posibles efectos tóxicos que podrían desencadenar los compuestos de estas plantas u otras sustancias que pudieran estar presentes.

En un estudio publicado en 2014 en la Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas realizado por Juan A. y Cols. en donde analizaron la calidad sanitaria del nopal en Otumba, en el Estado de México el cual es el tercer productor más importante de nopal. Determinaron la presencia de bacterias mesófilas aerobias (BMA) y coliformes totales (CT) así como también residuos de plaguicidas. Finalmente, concluyeron que 5 productores rebasaron los límites permisibles de BMA y CT debido a la escasa higiene de los contenedores, de las cámaras de almacenamiento y los medios de transporte, así como también por la contaminación del agua de riego.

En cuanto a la detección de residuos de plaguicidas, concluyeron que detectaron ometoato, dimetoato, paratión metílico, malatión y bifentrina atribuido al uso de estos plaguicidas por parte de los productores para el combate de plagas que pueden desarrollarse en el nopal como son la cochinilla del nopal, la chinche gris, entre otras.

La presencia de estos plaguicidas indica un riesgo para los consumidores debido a que generan un

mayor riesgo de desarrollar otras patologías como son cáncer, tumores, leucemias o alguna intoxicación (Mendoza E. 2021).

En el caso del eucalipto, se realizó un estudio de genotoxicidad in vitro con la finalidad de identificar los posibles daños para el ser humano en el laboratorio de Farmacognosia de la Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga durante octubre del 2013 y marzo del 2014 en la ciudad de Ayacucho por Erika Ayala.

Para este estudio obtuvieron el extracto hidroalcohólico utilizando alcohol 80° de las plantas retama (Spartium junceum L.), tara (Caesalpinia spinosa Kuntze) y de eucalipto (Eucaliptus globulus Labill), posteriormente expusieron el ADN genómico de Staphylococcus aureus a los extractos y determinaron el daño genotóxico mediante el método de Tomasevich por electroforesis en gel de agarosa con bromuro de etidio al 1% y fue visualizado en radiación de luz ultra violeta dentro de un sistema registrador de imágenes Biometria UV solo Ts.

Finalmente realizaron un tamizaje fitoquímico en donde identificaron metabolitos secundarios como alcaloides, lactonas, fenoles, flavonoides y quinonas. Como resultado obtuvieron que el extracto hidroalcohólico de la planta tara y del eucalipto presentaron una importante actividad genotóxica sobre el ADN de Staphylococcus auerus a concentraciones de 50mg/ml y 100 ml/ml por lo que concluyeron que este efecto depende directamente de la concentración y no del tiempo de incubación como fue en el caso del extracto de la planta retama.

En cuanto a la planta de insulina, Jose Beena y Cols. (2010) realizaron un análisis de los aceites esenciales de los tallos, hojas y rizomas de la planta medicinal Costus pictus originaria del Sur de la India en el departamento de Biotecnología de Vimala College obteniendo que en el tallo los componentes principales identificados fueron ácido hexadecanoico (28.3%), ácido 9,12-octadecanoico (18.33%), proponoato de linalilo (6.03%), entre otros componentes, en el caso de las hojas identificaron ácido hexadecanoico (24.51%), 2-pentanol (22.48%), B-ionona (8.69%), entre otros componentes y finalmente en el caso de los rizomas identificaron ácido hexadecanoico (25.26%), ácido dodecanoico (16.56%), linalol (8.48%), entre otros componentes.

El ácido hexadecanoico o ácido palmítico es un componente de interés debido a que de acuerdo con los autores eleva los niveles de colesterol LDL en adultos sanos lo que aumenta el riesgo de enfermedades coronarias por lo que el uso de esta planta como una terapia frente a la diabetes representa un riesgo para la salud.

Debido a esto, consideramos que es de suma importancia desarrollar metodologías y políticas que promuevan el uso racional de las plantas medicinales para la población.

También consideramos que es necesario que comience a introducirse la medicina tradicional en los sistemas nacionales de salud para así promover la seguridad, la eficacia y la calidad de esta práctica.

Conclusiones

En México existe una gran variedad de plantas con diversos efectos terapéuticos, uno de ellos es el efecto hipoglucémico como fue presentado en esta revisión, sin embargo, consideramos que a pesar de comprobar el potencial terapeútico del nopal (*Opuntia ficus-indica*), planta de insulina (*Costus igenus Nak*) y del eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis dehn)*, es necesario realizar más estudios para garantizar la seguridad de los pacientes, regular su uso y conocer con exactitud el mecanismo de acción así como sus beneficios y sus posibles riesgos.

Ya que esta práctica podría contribuir a la disminución de los problemas que enfrenta el sector salud y la población como son el desabasto de medicamentos, la automedicación y el acceso desigual al sistema de salud.

REFERENCIAS

Aguilera I., Osejo M., Rodríguez L., Rodas S., Ramos M., Ávila D. (2019) *Metformina: Uso clínico y actualización.* http://www.bvs.hn/RMH/pdf/2019/pdf/Vol87-1-2019-8.pdf

Aguilar A. y Xolalpa S. (2002) *La herbolaria mexicana en el tratamiento de la diabetes.* PDF. https://www.revistaciencia.amc.edu.mx/images/revista/53_3/herbolaria_mexicana.pdf

Ayala E. (2014) *Efecto genotóxico in vitro de plantas medicinales antibacterianas Spartium junceum L. retama, Caesalpinia spinosa Kuntze tara y Eucaliptus globulus Labill. PDF. https://docs.bvsalud.org/biblioref/2018/10/915853/efecto-genotoxico-in-vitro-de-plantas-medicinales-antibacterian_hgPJVjM.pdf*

Basto A. et al. (2023) *Prevalencia de prediabetes y diabetes en México: Ensanut 2022.* PDF. https://ensanut.insp.mx/encuestas/ensanutcontinua2022/doctos/analiticos/21-Dipabetes-ENSANUT2022-14832-72458-2-10-20230619.pdf

Basurto D. et al. (2006) *Utilidad del nopal para el control de la glucosa en la diabetes*

mellitus tipo 2. Revista Facultad de Medicina UNAM Vol. 49. https://www.medigraphic.com/pdfs/facmed/un-2006/un064h.pdf

Beena J. y Joji L. (2010) Analysis of the essential oils of the stems, leaves and rhizomes of themedicinal plant costus pictus from southern india. PDF. https://www.innovareacademics.in/journal/ijpps/Vol2Suppl2/533.pdf

CIMA (2022) Ficha técnica Metformina PDF. https://cima.aemps.es/cima/pdfs/es/ft/70446/70446_ft.pdf

CIMA (2022) Ficha técnica Metformina/Vildagliptina PDF. https://cima.aemps.es/cima/pdfs/es/ft/82651/FT_82651.html.pdf

ElSayed NA, Aleppo G, Aroda VR, et al., Asociación Americana de Diabetes. 9. Enfoques farmacológicos para el tratamiento glucémico: *Estándares de atención en la diabetes (2023).* Cuidado de la diabetes 2023; 46 (Suplemento 1):S140-S157. https://diabetesjournals.org/care/article/46/Supplement_1/S140/148057/9-Pharmacologic-Approaches-to-Glycemic-Treatment

Esquivel G., E., R., Noriega C., Saavedra R., Molina A., Garciglia S. (2013) Plantas utilizadas en la medicina popular mexicana con propiedades antidiabéticas y antihipertensivas. https://www.researchgate.net/publication/237082244_Plantas_utilizadas_en_la_medicina_tradicional_mexicana_con_propiedades_antidiabeticas_y_antihipertensivas

Frati A. et al (1983) Decreased blood glucose and insulin by nopal (Opuntia sp.) PDF. https://biblat.unam.mx/hevila/Archivosdeinvestigacionmedica/1983/vol14/no3/7.pdf

Gobierno de México. (2020) *Plantas medicinales; nuestro patrimonio.* Blog. https://www.gob.mx/bienestar/sembrandovida/articulos/plantas-medicinales-nuestro-patrimonio#:~:text=La%20herbolaria%20se%20basa%20en,en%20sus%20medicamentos%20comerciales%20patentados.

González L. (2001) *Características, diagnóstico y tratamiento de la diabetes.* https://www.elsevier.es/es-revista-offarm-4-articulo-caracteristicas-diagnostico-tratamiento-diabetes-13018328

Guzmán H. et al. (2017) *Plantas medicinales: La realidad de una tradición ancestral.* PDF. https://vun.inifap.gob.mx/VUN_MEDIA/BibliotecaWeb/_media/_folletoinformativo/1044_4729_Plantas_medicinales_la_realidad_de_una_tradici%C3%B3n_ancestral.pdf

Hassan F., Hassan A. (2011). Nutritional Value and Hypoglycemic Effect of Prickly Cactus Pear (Opuntia Ficus-Indica) Fruit Juice in Alloxan-Induced Diabetic Rats. PDF. https://www.ajbasweb.com/old/ajbas/2011/October-2011/356-377.pdf

Ibañez R., Roman R. (1979) Hypoglycemic effect of Opuntia cactus. PDF. https://biblat.unam.mx/hevila/Archivosdeinvestigacionmedica/1979/vol10/no4/6.pdf

Jiménez E. (1990) *Efecto hipoglucemiante de Opuntia ficus indica en diabetes mellitus no insulinodependiente.*PDF. http://132.248.9.195/pmig2017/0125416/0125416.pdf

Jiménez M., Beltrán V., García M., Ramírez X., Jiménez S., Medina R., Duarte E., Valle M. (2022) Efecto de infusión de *Eucalyptus Camaldulensis Dehn* en valores de glucosa sanguínea en pacientes con diabetes tipo 2. PDF.https://ojs.southfloridapublishing.com/ojs/index.php/jdev/article/download/1283/1045/3273

Kudva Y. (2023) *Diabetes*. https://www.mayoclinic.org/es/diseases-conditions/diabetes/symptoms-causes/syc-20371444?p=1

Kaur M., Kaur ., Sharma R. (2012) Pharmacological actions of Opuntia ficus indica a Review. PDF. Pharmacological actions of Opuntia ficus indica: A Review

Moreno L., García J., Soto G., Capraro S., Limon D. (2014) Epidemiología y determinantes sociales asociados a la obesidad y la diabetes tipo 2 en México. https://www.elsevier.es/en-revista-revista-medica-del-hospital-general-325-articulo-epidemiologia-determinantes-sociales-asociados-obesidad-S0185106314000067

Mendoza E. (2021) Riesgo para la salud humana por exposición a plaguicidas procedente de actividades agrícolas: Una revision sistémica. PDF. (PDF) Riesgo para la salud humana por exposición a plaguicidas procedente de actividades agrícolas: Una revisión sistemática

Murthy T., Hemalatha B., Jithendra C., Mayuren C. (2014) Effect of *Costus igneus*: The insulin plant, on pre-diabetes and diabetes in neonatal streptozotocin rats. https://www.jhsci.ba/ojs/index.php/jhsci/article/view/165/180

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2013) *Estrategia de la OMS sobre la medicina tradicional.* PDF. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/95008/9789243506098_spa.pdf

Revista de portales médicos (2014) La planta de insulina en el tratamiento de Diabetes Mellitus. https://www.revista-portalesmedicos.com/revista-medica/planta-de-insulina-tratamiento-diabetes-mellitus/

Rodríguez L. (2003) Insulinoterapia. PDF. http://www.scielo.org.pe/pdf/rmh/v14n3/v14n3tr1.pdf

Roman R. et al (1991) *Experimental study of the hypoglycemic effect of sorne antidiabetic plants.* PDF. https://biblat.unam.mx/hevila/Archivosdeinvestigacionmedica/1991/vol22/no1/15.pdf

Sánchez P. (2008) Sulfonilureas en el tratamiento del paciente con diabetes mellitus tipo 2. PDF. file:///C:/Users/Kat/Downloads/S1575092208762594%20(1).pdf

Santaló R. et al (2009) Vildagliptina. Boletín de evaluación farmacoterapéutica de nuevos medicamentos. Núm 1. PDF. https://extranet.sergas.es/catpb/Docs/cas/Publicaciones/Docs/Farmacia/PDF-1825-es.pdf

Shetty AJ, Parampalli S.M., Bhandarkar R, Kotian. S. Effect of the Insulin plant (*Costus igneus)* leaves on blood glucose levels in diabetic patients: a cross sectional study. Journal of Clinical and Diagnostic Research [serial online] 2010 June [cited: 2010 June 12]; 4:2617-262. https://www.jcdr.net/articles/pdf/766/785_E(C)_F(P)_R(P)_PF_p.pdf

Silva M., Abe S., Bueno F., Lopes N. de Mello J., Nakashima T. (2014) Prueba directa por resonancia magnética; C-nuclear de extracto semipurificado y el aislamiento de entcatequina de las hojas de *Eucalyptus cinerea.* Pharmacogn Mag. 2014; 10 (39): 191-194. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25210302

Torres R. et al. (2015) *El nopal: planta del semidesierto con aplicaciones en farmacia, alimentos y nutrición animal. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas Vol.6 Núm.5 30 de junio - 13 de agosto, 2015 p. 1129-1142* PDF. https://www.redalyc.org/pdf/2631/263139893015.pdf

Trejo A. et al (1996) A purified extract from pricly pear cactus (*Opuntiafuliginosa) control experimentally induced diabetes in rats.* PDF. https://www.academia.edu/89422813/A_purified_extract_from_prickly_pear_cactus_Opuntia_fuliginosa_controls_experimentally_induced_diabetes_in_rats?auto=download

INTERVENCIÓN COGNITIVO CONDUCTUAL PARA EL TRATAMIENTO DE UN CASO ÚNICO CON DIAGNÓSTICO DE TRASTORNO LIMITE DE LA PERSONALIDAD

ARTÍCULO

Autoría: Maria Elena Poblete Rojas
Adscripción: Maestría en Psicología Clínica
Fecha de recepción: 3 marzo 2025
Fecha de aceptación: 21 marzo 2025
Fecha de publicación: 28 marzo 2025

RESUMEN

El Trastorno de la Personalidad Límite (TLP) se define como un "patrón dominante de inestabilidad de las relaciones interpersonales, de la autoimagen y de los afectos, e impulsividad intensa, que comienza en las primeras etapas de la edad adulta y está presente en diversos contextos" (APA, 2013, p. 364). Respecto a su prevalencia, este trastorno "afecta a una proporción de entre el 1 y 2% de la población mundial siendo más común en mujeres adultas jóvenes que en hombres" (Mendoza, et al., 2024, p. 122). En México, la situación no difiere de los estándares internacionales. De acuerdo con la Secretaría de Salud (2018), "alrededor de 1.5 por ciento de la población mexicana presenta TLP (…) entre 76 y 80 por ciento de las personas con esta condición son del género femenino" (párr. 1 - 2).

Por lo anterior, esta investigación tuvo el objetivo de evaluar la efectividad de la Terapia Cognitivo-Conductual en la reducción de la sintomatología del Trastorno Límite de la Personalidad en una paciente de 22 años. Empleando un enfoque de caso único con evaluaciones pre-test y post-test; mediante 16 sesiones divididas en 3 de evaluación; 12 de tratamiento y una de seguimiento, en donde se emplearon las técnicas de detención del pensamiento, activación conductual, economía de fichas y terapia dialéctico conductual. Es un estudio cuasiexperimental con diseño de muestra única, en donde destacaron los siguientes

resultados; disminución de síntomas conductuales (falta de apetito, ganas de levantarse, hacer ejercicio, arreglarse, alimentarse, etc.) al obtener puntuaciones por encima de la media a partir de la sesión 7 en la técnica de economía de fichas. Asimismo, aminoramiento de sintomatología depresiva; impulsividad (motora, cognitiva y no planeada); aumento en los recursos de afrontamiento tendientes a la solución de problemas, así como en la percepción, comprensión y regulación emocional.

ABSTRACT

Borderline Personality Disorder (BPD) is defined as a "pattern of instability in interpersonal relationships, self-image, and affects, along with intense impulsivity, that begins in early adulthood and is present in various contexts" (APA, 2013, p. 364). Regarding its prevalence, this disorder "affects between 1 and 2% of the global population, being more common in young adult women than in men" (Mendoza et al., 2024, p. 122). In Mexico, the situation does not differ from international standards. According to the Ministry of Health (2018), "around 1.5 percent of the Mexican population has BPD (...) between 76 and 80 percent of those with this condition are of the female gender" (pars. 1 and 2). Therefore, this research aimed to evaluate the effectiveness of Cognitive Behavioral Therapy in reducing the symptoms of Borderline Personality Disorder in a 22-year-old patient. Using a single-case approach with pre-test and post-test evaluations; through 16 sessions divided into 3 for evaluation, 12 for treatment, and one for follow-up, during which techniques such as thought stopping, behavioral activation, token economy, and dialectical behavior therapy were employed.It is a quasi-experimental study with a single sample design, highlighting the following results; a decrease in behavioral symptoms (lack of appetite, desire to get up, exercise, get ready, eat, etc.) with scores above the average starting from session 7 in the token economy technique. Additionally, a reduction in depressive symptomatology; impulsivity (motor, cognitive, and unplanned); an increase in coping resources aimed at problem-solving, as well as in emotional perception, understanding, and regulation.

Palabras clave: Trastorno Limite de la Personalidad (TLP); Terapia Cognitivo Conductual (TCC), Detención del Pensamiento, Activación Conductual, Economía de Fichas y Terapia Dialéctico Conductual (TDC).

Key Words: Borderline Personality Disorder (BPD); Cognitive Behavioral Therapy (CBT), Thought Stopping, Behavioral Activation, Token Economy, and Dialectical Behavior Therapy (DBT).

INTRODUCCIÓN

Feitosa, et al. (2023) mencionan otras características relevantes del TLP, mismas que son complementarias a los manuales de clasificación de las enfermedades mentales, las cuales "incluyen una extrema sensibilidad a los desprecios interpersonales, emociones intensas y volátiles, comportamientos impulsivos, relaciones interpersonales inestables y una autoimagen inestable" (p. 9). Otro aspecto predominante dentro de este trastorno es la presencia del pensamiento dicotómico, es decir, la polarización de ideas o perspectivas. Armijos y Polo (2021) señalan que: "lo más recomendable es trabajar en la eliminación o disminución de las dicotomías desde el inicio del proceso terapéutico, para que posteriormente se puedan abordar otras técnicas cognitivo-conductuales que lo complementen" (p. 195).

Aunado a lo antes mencionado, la importancia de su abordaje se hace evidente, ya que "se manifiesta a través de conductas de riesgo ocasionadas principalmente por la desregulación emocional" (Mendoza, et al., 2024, p. 120). Estas conductas de riesgo o autolesivas son independientes, pero no menos destacables al criterio de comportamiento, actitud o amenazas recurrentes de suicidio establecido en el DSM-V. Asimismo, el TLP "suele estar acompañado de varios trastornos comórbidos, en particular trastornos del estado de ánimo (50-60%), trastornos de ansiedad (60-80%), consumo de sustancias (alrededor del 50%), trastorno de estrés postraumático (31% a 55%) y trastornos alimentarios" (Feitosa, et al., 2023, p. 10).

Por lo antes mencionado, se destaca, la necesidad de una buena alianza terapéutica e intervención multidisciplinaria para su tratamiento. Como punto final, las personas diagnosticadas con este trastorno, "generan elevados costes económicos para el sistema sanitario por la alta tasa de ingresos hospitalarios y el uso prolongado de los servicios de salud mental" (Peña, 2023, P. 155).

Kokoulina y Fernández (2016, en Mendoza, et al., 2024) señalan que el TLP es un trastorno de difícil abordaje al poseer una génesis multifactorial poco estable en los diferentes casos clínicos que, de acuerdo con la teoría, comprende características de predisposición genética, un ambiente problemático en el que se desarrolla la persona durante la primera infancia y la predisposición genética.

Tras una revisión del estado del arte a nivel Latinoamérica, se seleccionó una muestra consistente en 6 artículos encontrados en repositorios científicos, los cuales, exponían los siguientes criterios de inclusión; artículos científicos revisados por pares; textos científicos publicados en revistas especializadas en psicología o similares; artículos publicados entre 2015 y 2024; trabajos centrados en la aplicación de la TCC para

tratar el Trastorno Límite de la Personalidad en adultos hispanoamericanos; textos que incluyan detalles sobre la aplicación de TCC y métodos de intervención. Encontrando los siguientes hallazgos:

A. Las intervenciones más frecuentes y efectivas para tratar el TLP son los abordajes basados en la Terapia Cognitivo Conductual (TCC), siendo la Terapia Dialéctico Conductual y la Reestructuración Cognitiva las herramientas más efectivas para este fin (en la literatura especializada ocupan el 66.66 % de los artículos científicos estudiados).

B. Existen artículos que concuerdan respecto a las técnicas implementadas para el TLP, sin embargo, se encuentran particularidades, entre las que destacan las siguientes:

   a. "La intervención basada en la terapia dialéctico conductual en combinación con técnicas de la terapia cognitivo-conductual son exitosas" (Mendoza, et al, 2024, p. 137)

   b. Los métodos más utilizados en la actualidad para la evaluación de los trastornos de personalidad son las entrevistas estructuradas y cuestionarios autoadministrados, ya que, por su parte, la entrevista permite evaluar aspectos difíciles de valorar (Ríos, et al, 2023, p. 831).

   c. "Se requiere de un tratamiento terapéutico con prescripción farmacológica para el éxito de la intervención" (Tulio, et al, 2022, p. 85 y Ríos, et al, 2023, 822).

   d. "Las terapias conductual-contextuales representan una alternativa prometedora y, desde esta perspectiva, se ofrecen dos aportaciones para la comprensión y el tratamiento de este trastorno" (Reyes, et al, 2015, p. 66).

Partiendo de estos elementos revisados, se diseñó un proceso de tratamiento psicoterapéutico dirigido a atender una paciente con diagnóstico de Trastorno Límite de la Personalidad, el cual se conformó de 16 sesiones, con duración de hora y media en promedio (previo acuerdo con la paciente), divididas en 3 sesiones de evaluación, en las cuales se realizó entrevista clínica, análisis funcional, conceptualización del caso y aplicación de instrumentos pre-test. Posteriormente, en las siguientes 12 sesiones de tratamiento, se implementaron las técnicas de detención de pensamiento, activación conductual, economía de fichas y Terapia Dialecto Conductual. Finalmente, se desarrolló una sesión de seguimiento realizada un mes posterior a la última sesión de tratamiento.

Méndoza y sus colegas (2024) reportan un estudio de caso de una mujer diagnósticada con TLP de 35 años de edad de nacionalidad mexicana. Los autores implementaron un proceso clínico basado en TCC, en TDC y diversas técnicas de reestructuración de creencias disfuncionales.

El tratamiento se compuso de un total de 59 sesiones y se contó con un diseño de evaluación antes y después. Los resultados mostraron que la paciente logró cambiar diversos aspectos de su estilo de vida, de sus creencias disfuncionales y su pensamiento dicotómico. Además, mostró un mayor manejo de su autorregulación emocional al mostrar formas de afrontamiento ante el estrés.

Ríos, et al (2023), exponen el proceso de evaluación conductual y una breve intervención psicoeducativa efectuada en una paciente femenina soltera de 16 años, quien presenta respuestas asociadas al TLP. Durante la fase de evaluación emplearon la entrevista conductual semiestructurada y análisis funcional de la conducta. Durante la fase de intervención, los autores realizaron una breve intervención (con la paciente y su tutora) psicoeducativa con enfoque cognitivo conductual.

En este sentido, los resultados mostraron, entre otros aspectos, que la paciente logro identificar los síntomas del TLP y ataque de pánico, también se logró un cambio en la cognición y reacciones fisiológicas asociadas a la ansiedad. Al respecto, la tutora pudo comprender la sintomatología presentada por la paciente, así como el entrenamiento en la ejecución de la respiración diafragmática para auxiliarle en casos necesarios.

Por lo anterior, se concluye que en este tipo de casos es de relevancia incluir a la familia y garantizar la adherencia al tratamiento integral, la cual incluye la atención médica, psicológica y psiquiátrica.

Reyes, et al (2015), proponen contribuir a la comprensión y el desarrollo efectivos para el TLP mediante la revisión del estado empírico de las principales intervenciones, encontrando que las terapias conductuales-contextuales presentan una alternativa prometedora y, desde esta perspectiva, se ofrecen dos aportaciones para la comprensión y el tratamiento de este trastorno. En esta línea de ideas, los autores desarrollan un modelo del TLP, mencionando la utilidad de diversas técnicas conductuales-contextuales; estrategias de conciencia plena, analítico funcionales, modificación y activación conductual.

A partir de esta revisión, se puede documentar la efectividad de técnicas basadas en TCC y en TDC para el tratamiento de pacientes con TLP. En el presente trabajo se documenta un proceso de

intervención con una paciente que vive con esta condición.

Antes de comenzar a describir el caso, a continuación, se describirán de manera breve, las técnicas TCC implementadas en el presente caso clínico.

Detención del pensamiento

La técnica de la detención del pensamiento fue presentada por primera vez por Bain en 1928 en su libro "El control del pensamiento en la vida cotidiana". A finales de los años cincuenta Joseph Wolpe y otros terapeutas de conducta adaptaron el modelo original de Bain para poder utilizar este método con las fobias y obsesiones. Esto debido a que tanto los pensamientos fóbicos como los obsesivos son de carácter repetitivo e irracional, siendo ambos fuente de ansiedad (Lozano, et al, 1999, p. 471).

La presente técnica "resulta efectiva cuando hay distorsiones de pensamiento que acompañan o son la base del cuadro a tratar" (Lozano, et al, 1999, p. 493). Es empleada en la Terapia Cognitivo Conductual, con el objetivo reducir el malestar del paciente; "consiste en detener los pensamientos negativos, que nos generan malestar emocional, para sustituirlos por otros mejores y más adaptativos" (IEPA, 2017, párr. 1).

Estos pensamientos negativos o también conocidos como intrusivos son indeseables, repetitivos e involuntarios, de tal forma que lo importante es reducirlos para disminuir el malestar emocional, estrés o ansiedad.

Activación conductual

La técnica de Activación Conductual es un programa estructurado, generalmente de 12 sesiones, con el fin de reducir sintomatología depresiva de las personas, postulando como objetivo principal "el activar conductualmente a los pacientes de maneras específicas que incrementarán las experiencias de recompensa en sus vidas" (Martell, 2010, p. 1). En este sentido, la activación conductual se basa en la premisa que plantea que "los problemas de vida en individuos vulnerables reducen su habilidad para experimentar recompensas positivas de sus ambientes, llevando a los síntomas y conductas que clasificamos como depresión" (Martell, 2010, p. 1).

Paralelamente, cuando se incluye esta técnica en un tratamiento, consiste en modificar las conductas o comportamientos de las personas, buscando que otras esferas se modifiquen (espera fisiológica, cognitiva, afectiva). Por ello, estos comportamientos deben ser placenteros para ellos, de tal forma que tienden a mejorar su situación de vida actual al experimentar mayores recompensas.

"Entre los componentes del tratamiento se incluye la recuperación de tareas abandonadas, el replanteamiento de nuevos objetivos vitales, la extinción de conductas de evitación, la programación horaria y la recuperación de obligaciones domésticas, laborales y sociales" (Barraca, 2010, p. 1).

De acuerdo con Barraca (2010) "a pesar de su breve existencia, el TACD ha conseguido un notable aval experimental y son numerosos los casos presentados que demuestran su eficacia y eficiencia. Además, se ha revelado como una intervención útil no sólo para los cuadros depresivos" (p. 1).

Economía de Fichas.

La Economía de Fichas se basa en principios generales del condicionamiento operante: "el sistema de refuerzo basado en la economía de fichas es una técnica específica para desarrollar conductas incipientes y también para disminuir conductas problemáticas" (Salinas, 2011, p. 100). Su objetivo, de acuerdo con Rodríguez (2020), es "aumentar, entrenar o crear conductas buenas, deseables y positivas. Asimismo, también sirve para intentar disminuir conductas que no son deseables y positivas" (parr. 2.). Por lo anterior, el objetivo de su uso en este estudio de caso fue instaurar e incrementar conductas deseables y/o funcionales a través de la asignación de reforzadores y castigos.

"En la actualidad no se cuestiona la afectividad de este programa en alterar las conductas y las ventajas que ofrece en el tratamiento de grupos" (Peña, et al, 2017, p. 478). Asimismo, Roales y Fernández (1986) exponen que "los programas de economía de fichas en instituciones se han convertido en una alternativa clara y sólidamente establecida" (p. 37). Por lo anterior, se hace evidente la eficacia científica con la que cuenta la presente técnica, principalmente en ambientes institucionalizados como hospitales o escuelas.

Terapia Dialectico Conductual

> La Terapia Dialéctico Conductual (TDC) es una terapia psicológica de tercera generación desarrollada por Marsha Linehan (1993) para tratar específicamente los síntomas característicos del trastorno límite de la personalidad: inestabilidad afectiva, de identidad, impulsividad y dificultades en las relaciones sociales…. fue la primera terapia específica para el TLP sobre la que se publicaron estudios de eficacia (Linehan, et al, 1991 en De la Vega, et al, 2013, p. 45).

Al respecto, esta terapia es abordada desde un modelo integrador, ya que independientemente del cúmulo de técnicas cognitivo-conductuales, incluidas en ella (tales como mindfulness, la

regulación emocional, el entrenamiento en habilidades sociales, entre otras), "parte de un modelo biosocial del trastorno límite y combina técnicas con aproximaciones zen y budistas basadas en la aceptación de la realidad tal como se presenta" (De la Vega, 2013, p. 45). Asimismo, actúa sobre cuatro módulos de habilidades especificas a desarrollar.

Linehan (1993 en De la Vega, 2013) describe estas habilidades:

a) Habilidades básicas de conciencia (estas habilidades están basadas en las filosofías orientales de meditación, y van especialmente dirigidas a los sentimientos de vacío y desconocimiento del yo).

b) Habilidades de efectividad interpersonal (las cuales, ayudan a manejar los conflictos interpersonales de manera efectiva y a mantener y mejorar las relaciones con otras personas).

c) Habilidades de regulación de las emociones (se aprende a identificar y nombrar emociones y a reconocer la función que éstas cumplen en el entorno) y las habilidades de tolerancia al malestar (tienen que ver con aceptar, de una forma no enjuiciadora, a uno mismo y a la situación actual tal como se presenta en el momento).

Algunos estudios han documentado que la TDC, en comparación con el tratamiento habitual (farmacoterapia, counselling y atención en urgencias), reducía de forma efectiva las conductas autolesivas, las hospitalizaciones y las visitas al servicio de urgencias, además de adherencia al al tratamiento. Los logros de los pacientes se mantienen en ejercicios de seguimiento de hasta un año posterior a la finalización del tratamiento (Linehan, et al, 1993 en De la Vega, et al, 2013, p. 53).

Planteamiento del problema

Con respecto al diseño empleado, el presente estudio consistió en un enfoque de caso único con evaluaciones pre-test y post-test. Asimismo, se contó con un seguimiento al mes, una vez finalizadas las sesiones de tratamiento. Es un estudio cuasiexperimental con diseño de muestra única pre y post-test. Tuvo un alcance explicativo, con un diseño mixto, mediante una investigación clínica documental empleando fuentes primarias y secundarias, asimismo, el manejo de información fue inductiva.

A este respecto, el marco teórico seleccionado fue la Terapia Cognitivo Conductual, ya que "resulta

eficaz clínicamente, y cada vez hay más pruebas que evidencian la estrecha relación entre cambio y mejora clínica" (Moreno de la Torre, et al, 2016, p. 2), como se documentó en los trabajos revisados en párrafos pasados.

Aunado a que es un modelo de psicoterapia sustentado en evidencias, es decir, todas las técnicas y métodos empleados son además de estructurados y basados en objetivos terapéuticos, respaldados por la investigación científica.

Cabe mencionar que las técnicas cognitivo-conductuales empleadas fueron: detención de pensamiento, activación conductual, economía de fichas y terapia dialéctico conductual, la cual, abarco la mayor parte de la fase de intervención.

Por tanto, el objetivo general del presente trabajo es el siguiente:

> Evaluar la efectividad de la Terapia Cognitivo-Conductual en la reducción de la sintomatología del Trastorno Límite de la Personalidad, comórbido con Trastornos de la Conducta Alimentaria, Trastornos Depresivos, Trastornos de Ansiedad y un brote psicótico, en una paciente de 22 años que presenta desregulación emocional, autocontrol limitado, patrones de relaciones interpersonales inestables, comportamiento autolesivo y una sensación crónica de vacío.

DESCRIPCIÓN DEL CASO

Se puede destacar que esta actividad fue reseñada en el número 316 correspondiente a junio de 2024 de la revista de tiraje nacional **Panorama Universitario** la cual al ser consultada por los estudiantes que asistieron a la misma fue bien recibida y se sintieron orgullosos de haber participado, de acuerdo a los comentarios que los integrantes de la Dirección de Extensión Universitaria (DEU) recibieron por parte de la comunidad, lo que los llevó a tomar mayor conciencia del impacto de la actividad en la cual habían participado semanas antes.

Identificación de la paciente.

- **Nombre:** L.F.T.P.
- **Edad:** 22 años.
- **Estado civil:** Soltera.
- **Fecha y lugar de nacimiento:** Estado de México, 28 de marzo del 2002.
- **Escolaridad:** Estudiante de la licenciatura en psicología en la Universidad Autónoma de México (UNAM).
- **Ocupación:** Estudiante y empleada (modalidad virtual en fines de semana como asistente contable).

- **Religión:** No aplica.
- **Tratamientos psicológicos previos:** Si, en el Centro de Servicios Psicológicos "Dr. Guillermo Dávila" en la universidad de referencia.

L.F.T.P., presenta antecedentes heredofamiliares relativos a Distimia, Trastorno Límite de la Personalidad y Anorexia por parte materna e Hipotiroidismo por el lado paterno, por lo anterior, en la Tabla 1 se exponen las alteraciones físicas y mentales presentadas.

Tabla 1

Afectaciones presentadas por la paciente LFTP al inicio del tratamiento

<table>
<tr><th>Categoría</th><th>Padecimiento</th><th>Fecha de diagnóstico</th><th>Tratamiento</th></tr>
<tr><td rowspan="9">Mentales</td><td>Bulimia</td><td rowspan="5">16 años</td><td rowspan="7">*Risperidona
*Sertralina
*Hidroxizina
Nota: Cuando quiere facilitar el sueño toma 2 pastillas de sertralina.</td></tr>
<tr><td>Anorexia</td></tr>
<tr><td>Trastorno por atracones</td></tr>
<tr><td>TAG</td></tr>
<tr><td>Distimia</td></tr>
<tr><td>Brote psicótico</td><td rowspan="2">Mayo 2023</td></tr>
<tr><td>Terrores nocturnos</td></tr>
<tr><td>TLP</td><td colspan="2">C.S.P. "Dr. Guillermo Dávila"</td></tr>
<tr><td>Cutting /autolesión.</td><td colspan="2">Desde los 12 años.</td></tr>
<tr><td>Ideación/ conducta suicida</td><td colspan="2">Adolescencia-última vez hace 5 años.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">Físicas</td><td>Hipotiroidismo</td><td rowspan="2">16 años</td><td>Levotiroxina (consumo intermitente, proporcional a estado de ánimo)</td></tr>
<tr><td>Anemia</td><td>Elevit (vitaminas y minerales), citracal (calcio) y Omega 3.</td></tr>
<tr><td>Hipersensibilidad en piel hacia el sol y cloro</td><td colspan="2">No aplica</td></tr>
</table>

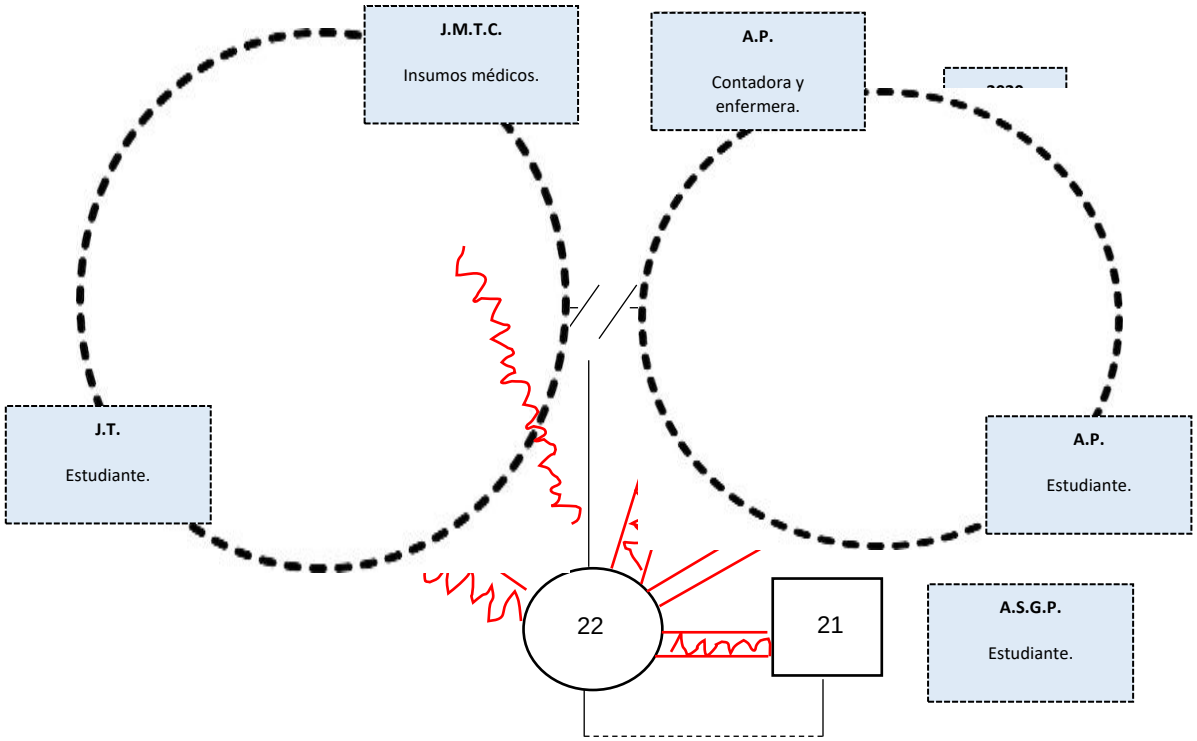
Descripción de la estructura familiar.

La paciente cuenta con una estructura familiar de padres separados y familias compuestas posteriormente, es decir, desde el evento antes mencionado, cada uno de ellos posee una estructura independiente; hija en el caso de la madre (defunción de su pareja en el año 2020) y pareja e hija en el caso del padre. Al respecto, L.F.T.P. no vive con ninguno de los padres debido a la lejanía de ambas familias de su centro educativo; analógicamente, compartía muchos días a la semana con su pareja, sin llegar al concubinato de manera formal, sin embargo, hacia el final de la intervención esta relación finalizó.

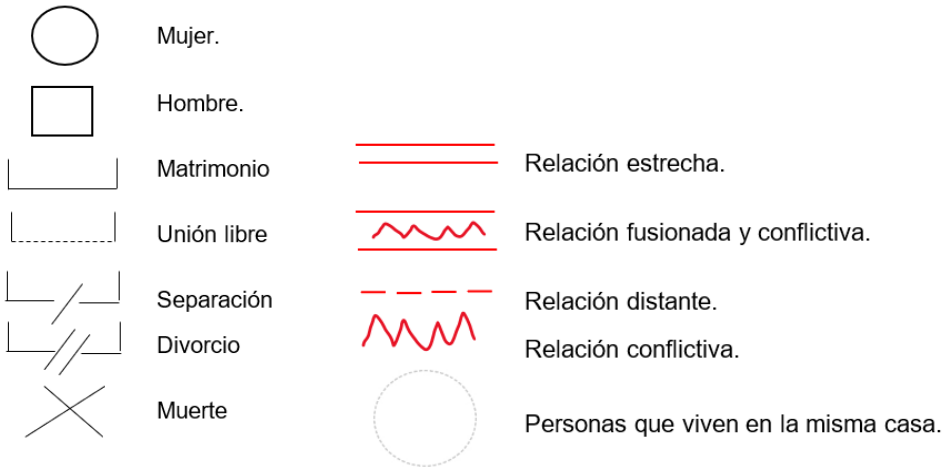
Las relaciones entre los miembros son en su mayoría conflictivas, situación paralela a la paciente, quien presenta relaciones problemáticas con la mayor parte de los miembros, principalmente con la madre (relación fusionada y conflictiva) y con el padre (distante y conflictiva). En la Figura 1 se puede observar el Familiograma de la paciente

Figura 1

Familiograma de la paciente



Simbología.



Examen mental.

Paciente con edad aparente a la edad cronológica, complexión mesomórfica, condiciones de higiene desaseadas y aliño desordenado, orientada en las cuatro esferas (T-E-P-C), nivel de conciencia y respuestas al ambiente adecuadas, atención, concentración y memoria conservadas, actitud cooperadora, movimientos estereotipados en manos y pies, lenguaje extenso y fluido pero en ocasiones incongruente, pensamiento circunstancial, sin alteraciones recientes en la sensopercepción, impresión clínica de inteligencia elevada, con conciencia de enfermedad, afecto lábil, expresiones faciales limitadas, locus de control externo, estilo de afrontamiento evitativo, redes de apoyo instrumentales y emocionales.

Diagnóstico

Trastorno Límite de la Personalidad, comórbido con trastornos de la conducta alimentaria, trastornos de depresivos, de ansiedad y brote psicótico único. Lo anterior de acuerdo con el cumplimiento de 8 de los 9 criterios establecidos en el DSM-V-TR, en dónde deben cumplirse al menos 5 de los mismos. Asimismo, mediante los resultados obtenidos en el Instrumento de Tamizaje de McLean para el TLP.

A partir de los aspectos aquí descritos, se formularon los siguientes objetivos terapéuticos:

Objetivo general

Evaluar la efectividad de la Terapia Cognitivo-Conductual (en diferentes modalidades) en la reducción de la sintomatología del Trastorno Límite de la Personalidad, comórbido con Trastornos de la Conducta Alimentaria, Trastorno Depresivo, Trastorno de Ansiedad y un brote psicótico, en una paciente de 22 años que presenta disminución de conductas funcionales, desregulación emocional, autocontrol limitado, patrones de relaciones interpersonales inestables y comportamiento autolesivo.

Derivado de lo anterior, se plantean los objetivos terapéuticos que a continuación se indican:

- Incrementar conductas funcionales que se encuentran ausentes y/o disminuidas.
- Desarrollar la regulación emocional y autocontrol.
- Fomentar la adherencia hacia el tratamiento psicológico y farmacológico.
- Instaurar habilidades y/o estrategias para tolerar el dolor sin recurrir a conductas que lo mantengan.
- Reducción de conductas autolesivas.

Historia del problema

La paciente refiere que sus padres tenían un estilo de crianza negligente, consistente en diversos tipos y niveles de violencia que van desde el aspecto psicológico hasta el abuso sexual. Indica separación de sus padres cuando ella tenía 3 años. A consecuencia de este evento, ella comenzó a vivir con su abuela materna, quien continuó perpetuando violencia sobre ella, principalmente de índole psicológica por medio de comentarios ofensivos hacia su aspecto corporal. En la actualidad, refiere depender económicamente de sus padres, sin embargo, debido a los estudios de nivel superior que se encuentra realizado, no vive con ellos. Adicionalmente, su padre ejerce violencia psicológica y física hacia ella. Su madre, por otro lado, es una figura ambivalente y manipuladora, principalmente cuando se refiere al establecimiento de límites.

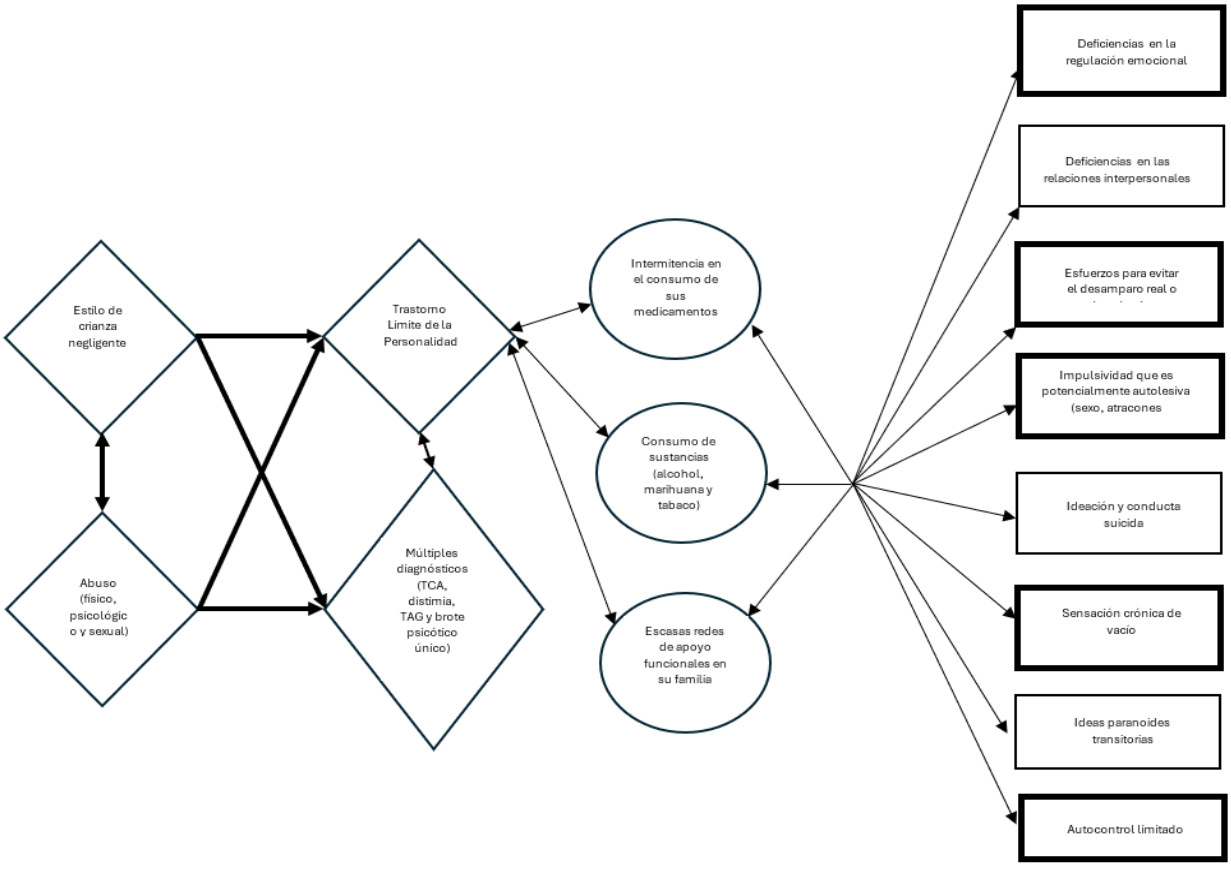
Desde diciembre de 2024, ha dejado de realizar conductas tales como: levantarse y asistir a sus clases (principalmente las que son por la mañana), dejar de comer, hacer ejercicio, arreglarse, alimentarse e incluso ir al baño (refiriendo aguantarse varias horas con tal de no levantarse de su cama). Presenta *cutting* y conductas autolesivas como golpearse las piernas hasta realizarse moretones, principalmente cuando sus niveles de ansiedad son altos.

Evaluación

El día 27 de abril del 2024, la paciente acude a atención psicológica en la Clínica de Atención Comunitaria de la Universidad Justo Sierra, plantel Cien Metros, como parte del programa de prácticas implementado en la materia de Práctica Clínica Supervisada II, proporcionándole consentimiento informado respecto a la presente intervención y posteriormente, a la redacción del presente artículo. Paralelamente, la conceptualizacion del caso, se realizó mediante análisis funcional, esquematizado en la Figura 2:

Figura 2

Análisis Funcional del caso de estudio



Instrumentos de evaluación

Una vez estructurado el análisis funcional del caso y conceptualización del caso, se procedió a aplicar los siguientes instrumentos de evaluación:

a. Instrumento de Tamizaje de McLean para el Trastorno Limite de la Personalidad (MSI-BPD).

Desarrollado por Zanarini et al. (2003) en Pérez, S. (2017) en el *Journal of Personality Disorders*, es un cuestionario que permite detectar la presencia de TLP, "se conforma de 10 ítems puntuados de forma dicotómica (verdadero-falso). Incluye un ítem por cada uno de los 8 primeros criterios del DSM-IV y DSM-V para el TLP y 2 ítems para el noveno criterio de paranoia/disociación" (Soler, et al, 2016, p. 198). Su punto de corte de ≥ 7 puntos marcados como "verdadero" o "sí", debiendo confirmar el diagnostico en conjunto con los resultados de otros instrumentos psicológicos. Respecto a la confiabilidad y validez en población mexicana, de acuerdo con Pérez (2017), "es una escala válida para el cribaje del trastorno límite de la personalidad y muestra una consistencia interna en un rango confiable" (p. 24).

b. Inventario de Depresión de Beck (BDI-II).

"Es un autoinforme que proporciona una medida de la presencia y de la gravedad de la depresión en adultos y adolescentes de 13 años o más" (Consejo General de Colegios Oficiales de Psicólogos, 2013, p. 5). Constituido por 21 ítems, cada uno de ellos, evaluándose en una escala tipo Likert de 4 categorías, las cuales poseen una calificación de 0 a 3. La puntuación global puede oscilar entre 0 y 63 puntos, pudiendo clasificarse dentro de seis categorías posibles de acuerdo con el puntaje obtenido; estos altibajos son considerados normales (1-10), leve perturbación del estado de ánimo (11-16), estados de depresión intermitentes (17-20), depresión moderada (21-30), depresión grave (31-40) y depresión extrema (>40). Cabe agregar que una puntuación consistente en 17 puntos o más indica que puede necesitar ayuda profesional. En población mexicana presenta "confiabilidad por consistencia interna obtenida fue: alfa de Cronbach = 0.87, $p<.000$. Se asume que el BDI desarrollado en este estudio cumple con los requisitos psicométricos de confiabilidad y validez requeridos psicométricamente para evaluar niveles de depresión" (Jurado, et al., 1998, p. 26).

c. Escala de Impulsividad de Barratt 11 (BIS-11).

Es un instrumento extensamente usado en investigación psicológica, psiquiátrica, sociológica y educativa. La versión inicial data de 1959, fue desarrollada como parte de un intento por relacionar ansiedad e impulsividad con la eficiencia psicomotora. Una revisión posterior de los análisis factoriales de otros autores convencieron a Barratt que la impulsividad no es un constructo unidimensional. Planteó que la impulsividad está compuesta de tres subrasgos (Salvo, L. y Castro, A., 2013, p. 246.).

El cuestionario fue elaborado por Barratt, su versión inicial data de 1959, fue desarrollada como parte de un intento por relacionar ansiedad e impulsividad con la eficiencia psicomotora, adaptado al español en su 11° versión por Oquendo, García, Graver, Morales, Montalban y Mann (2001) en Salvo, L. y Castro, A. (2013), p. 246. El cuestionario total está compuesto por 30 ítems con opciones planteadas en una escala tipo Likert: "*raramente*" o "*nunca*" puntúa con 0; "*ocasionalmente*" con 1; "*a menudo*" con 3 y "*siempre o casi siempre*" con 4. Existen preguntas que se califican de modo inverso (1, 5, 6, 7, 8, 10, 11, 13, 17, 19, 22 y 30). Plantea que la impulsividad está compuesta de tres sub-rasgos; impulsividad cognitiva (ítems 4, 7, 10, 13, 16, 19, 24 y 27; P.M. 32), impulsividad motora (ítems 2, 6, 9, 12, 15, 18, 21, 23, 26 y 29; P.M. 40) e impulsividad no planeada (ítems 1, 3, 5, 8, 11, 14, 17, 20, 22, 25, 28 y 30; P.M. 48). El punto de corte más adecuado se sitúa en 74, una puntuación igual o superior indica un grado de impulsividad alto.

d. Test para evaluar los estados emocionales (TMMS-24).

Desarrollado por Salovey, Mayer, Goldman, Turvey y Palfai (1995, citado en Ocaña et al., 2019), "la escala original es una escala rasgo que evalúa el metaconocimiento de los estados emocionales mediante 48 ítems. En concreto, las destrezas con las que podemos ser conscientes de nuestras propias emociones, así como de nuestra capacidad para regularlas" (TMMS-24, párr. 2). Estos 48 ítems, son planteados en una escala de Likert de 0 a 5 (nada de acuerdo, algo de acuerdo, bastante de acuerdo, muy de acuerdo y totalmente de acuerdo, respectivamente). Contiene tres dimensiones claves de la IE con 8 ítems cada una de ellas: Percepción emocional (ítems, 1-8), Comprensión de sentimientos (9-16) y Regulación emocional (17-24). Para la interpretación, se suma el puntaje total de cada dimensión.

Asimismo, existen diferencias en las puntuaciones para cada sexo diferenciadas en las tablas anexas al cuestionario. En población mexicana posee "la consistencia interna para la escala global, obtenida a partir del coeficiente Alfa de Cronbach, es satisfactoria (α=.910). Por tal motivo, el TMMS 24 es un instrumento válido y confiable para evaluar la Inteligencia emocional en adolescentes mexicanos" (Ocaña, et al, 2019, p. 280).

e. Cuestionario de Afrontamiento del Estrés (CAE), (Sandín y Chorot, 2003).

Adaptado por Snadín y Chorot (2003) y validado para población mexicana por González, et al. (2007), se trata de un excelente instrumento para evaluar los recursos de afrontamiento. "El uso del CAE es una buena opción tanto para terapia, como para investigaciones" (p. 198). Es una medida diseñada para evaluar siete estilos básicos de afrontamiento en personas a partir de los 18 años. Consta de 42 ítems, asimismo, de acuerdo con Sandín y Chorot (2003) evalúa 7 formas de afrontamiento, las cuales se agrupan en 2 factores de orden superior, el primero corresponde a una dimensión relacionada con el problema o la situación estresante y con componentes racionales (factores de búsqueda de apoyo social, focalizado en la solución del problema y reevaluación positiva), en tanto que el segundo representa el componente emocional (expresión emocional abierta, auto focalización negativa, evitación y religión).

Se conforma por una escala tipo Likert que va de 0 a 4 (nunca, pocas veces, a veces, frecuentemente y casi siempre). Asimismo, cada una de las 7 formas de afrontamiento posee 6 preguntas dentro de cada estilo básico de afrontamiento, siendo 24 el puntaje máximo para cada uno.

Procedimiento / Descripción del tratamiento

El tratamiento se conformó de 16 sesiones, con duración de hora y media en promedio (previo acuerdo con la paciente), divididas en 3 sesiones de evaluación, en las cuales se realizó entrevista clínica, análisis funcional, conceptualización del caso y aplicación de instrumentos pre-test. Posteriormente, se realizaron 12 sesiones de tratamiento, en donde se implementaron las técnicas de detención de pensamiento, activación conductual, economía de fichas y Terapia Dialecto Conductual. Finalmente, se tuvo una sesión de seguimiento realizada un mes posterior a la última sesión de tratamiento. En la Tabla 2 se describe detalladamente cada una de estas fases.

Tabla 2

Fases de intervención

Fase	Sesión	Técnica o método	Objetivo
Evaluación	1-3	Inducción hacia el modelo Cognitivo Conductual (explicación de principios)	Comprensión de metodológica terapéutica.
		Entrevista clínica y establecimiento de objetivos terapéuticos	Recolección de información y formulación de metas.
		Análisis funcional de la conducta y conceptualización del caso.	Comprensión del caso; entendimiento de causa-efecto, así como las variables implicadas en él.
		Aplicación de instrumentos pre-test	Confirmación de la gravedad de variables detectadas en la entrevista clínica por medio de instrumentos objetivos de evaluación.
Intervención	4-15	Detención de pensamiento	Proporcionar herramientas ante el malestar de los pensamientos rumiantes.
		Activación conductual	Incrementar la tasa de incidencia de conductas funcionales que se encuentran ausentes y/o disminuidas. Asimismo, instaurar adherencia al tratamiento farmacológico y establecer metas.
		Economía de fichas	
		Terapia Dialéctico Conductual (primer módulo; habilidades básicas de conciencia)	Desarrollar habilidades de conciencia o metacognitivas que promuevan una posición de distancia óptima para tomar decisiones más equilibradas ante las problemáticas expuestas.
		Terapia Dialéctico Conductual (segundo módulo; regulación emocional)	Potenciar el desarrollo emocional a través de cuatro niveles; alfabetización, identificación, expresión y regulación emocional a fin de poseer respuestas funcionales a las demandas de la vida cotidiana y mantener un bienestar emocional.
		Terapia Dialéctico	Desarrollar habilidades tendientes hacia la eficacia

Fase	Sesión	Técnica o método	Objetivo
		Conductual (tercer módulo; efectividad interpersonal)	interpersonal.
Intervención	4-15	Terapia Dialéctico Conductual (cuarto módulo; tolerancia al malestar)	Aprender a manejar el dolor con funcionalidad, es decir, tolerarlo sin recurrir a conductas que lo mantengan.
		Separación terapéutica	Evocar el principio de la Terapia Cognitivo Conductual "el paciente sea su propio terapeuta" y evitar dependencia al tratamiento.
		Aplicación de instrumentos post-test (final de la intervención)	Contar con instrumentos objetivos de evaluación como uno de los medios de confirmación o refutación de avances terapéuticos.
Seguimiento	16	Retroalimentación	Análisis de objetivos terapéuticos y avances en general, así como su mantenimiento.

Adicional a lo antes expuesto, a continuación, se describirá brevemente el desarrollo de cada una de las técnicas de intervención que se usaron a lo largo del proceso psicoterapéutico. Cabe agregar que, antes de su aplicación, se proporcionó información a la paciente respecto a su objetivo, forma de aplicación y desarrollo:

A. Detención de pensamiento; esta técnica fue la primera en emplearse en la fase de intervención como una pedida paliativa de los pensamientos rumiantes. Su aplicación se desarrolló de forma breve durante la primera sesión de intervención, sin embargo, se sugirió practicarse a lo largo del proceso.

B. Activación conductual: la presente técnica se seleccionó derivado de la sintomatología conductual referida en la entrevista clínica. Asimismo, "la revisión sistemática de los diferentes estudios sobre la eficacia de la terapia de activación conductual indica que es un tratamiento bien establecido y eficaz para la depresión. A la vez, hay un mantenimiento de los beneficios terapéuticos" (UNIR, 2021). Fue desarrollada a lo largo de 3 sesiones, empleando la "Guide Español; Cómo usar la activación conductual para superar la depresión" de PsychologyTools, cabe mencionar que se incrementaron conductas funciones que habían estado disminuidas, asimismo. Hacia el final de esta sesión se establecieron tres

metas a corto y mediano plazo: a) búsqueda de empleo, b) incremento de actividad física y c) actividades artísticas. Se llevó un seguimiento de estas tres metas durante el resto del tratamiento. Cómo potenciador de los resultados obtenidos y para mantener estos resultados decidido combinarse con la técnica que a continuación se indica.

C. Economía de fichas: se desarrolló esta técnica se desarrolló en la sesión 6 partiendo del establecimiento de 7 conductas blanco (C1; Levantarse antes de las 07:00 am., C2; comer tres veces por día de forma balanceada; C3; Conductas de higiene; C4; Dormir antes de las 12:00 am., C5; Tareas domésticas, C6; Consumo de la totalidad de medicamentos y C7; Estudiar al menos 1 hora diaria) descripción de reforzadores y castigos. En el concepto que este seguimiento fue semanal y el día de canje se llevaba a cabo el día de la sesión. Para consultar la descripción a profundidad, consultar en Anexo 1.

D. Terapia Dialéctico Conductual: implementada a partir de la sesión 7. Cabe agregar que antes de iniciar la fase de intervención se seleccionó y elaboró un compendio de actividades para cada módulo de la terapia, ajustadas a la necesidades y especificaciones de la paciente. Este compendio fue entregado a manera de cuadernillo para su implementación permanente. Respecto a las actividades del módulo 1, se ejecutaron en la mayoría de las sesiones. Sin embargo, las actividades del resto de módulos de intercalaban dependiendo del avance o exigencia del proceso. Asimismo, para el módulo 2 de regulación emocional, se basó en el Cuaderno de Ejercicios de Inteligencia Emocional de Llios Kotsou.

Análisis e interpretación de resultados

A continuación, se presentan los resultados más relevantes del proceso de tratamiento del caso clínico.

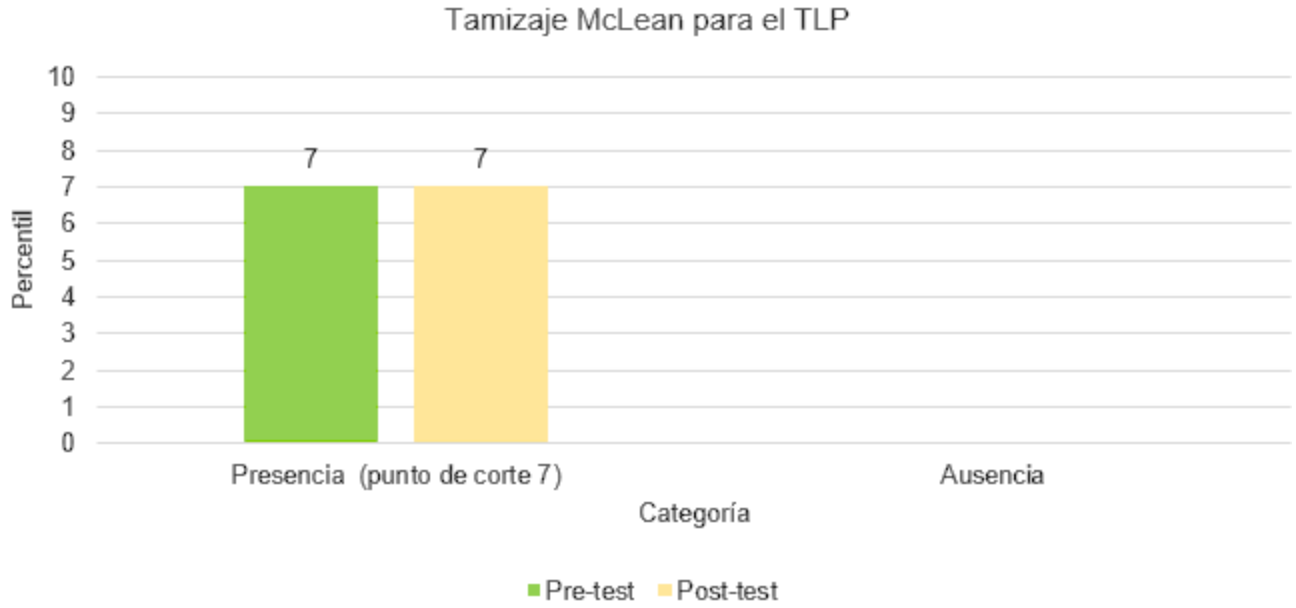
> El TLP se caracteriza como un patrón persistente de conductas inestables en las relaciones interpersonales, afecto y autoimagen con escasa capacidad de autocontrol. Por tanto, se trata de un trastorno en el que aparece una marcada predisposición a actuar de un modo impulsivo sin tener en cuenta las consecuencias, junto a un ánimo inestable (Navarro, 2012, en Rodríguez, et al, 2017, p. 6).

Consecuentemente, su correcto diagnóstico y tratamiento se hace de suma importancia para la regulación y el control de los síntomas que generan malestar en la persona, además, de prevenir aspectos más graves, al respecto “un porcentaje importante llega al suicidio cuando el trastorno se asocia a manifestaciones depresivas”

(Rodríguez, et al, 2017, p. 7). Derivado de lo anterior, se aplicó el Instrumento de Tamizaje McLean para el Trastorno Limite de la Personalidad representado en la Gráfica 1.

Figura 1

Resultados del Tamizaje McLean para el Trastorno Límite de la Personalidad antes y después



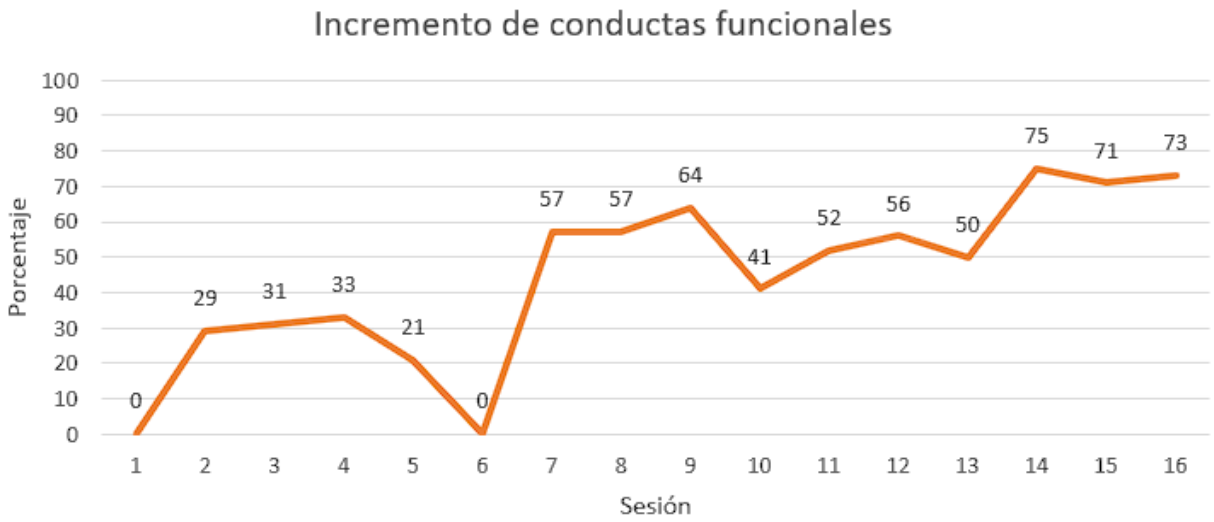
Como puede apreciarse en los resultados obtenidos durante el pre y post-test, las puntuaciones permanecen constantes a lo largo de la intervención. Es entendible que no se presentará cambio en este indicador, ya que el cuestionario pretende diagnosticar el TLP. Este trastorno "comienza en las primeras etapas de la edad adulta y está presente en diversos contextos" (APA, 2023, p. 364). La definición anterior hace referencia a un criterio de gravedad, es decir, a la profundidad y temporalidad de los síntomas, de carácter crónico. Por lo anterior, es importante destacar que los síntomas se pueden controlar por medio del tratamiento adecuado, sin embargo, las características permanecerán constantes a través de tiempo.

Cómo se ha descrito con anterioridad, a partir de la sesión 6, se implementó el uso de una economía de fichas con 7 conductas blanco. Sin embargo, cabe destacar que, durante la fase de evaluación, específicamente en la sesión 2, se realizó una línea base con las conductas funcionales que se encontraban disminuidas. En la misma sesión se empezaron a dejar pequeñas tareas tales como incrementar la frecuencia de los días en los que se bañaba, dormir antes de las 12:00 pm o comprar medicamentos faltantes. Se llevó un seguimiento al respecto,

hasta la sesión 6, en donde se formalizó este procedimiento al elaborar la economía de fichas. Los efectos resultantes, se encuentran representados en la Grafica 2.

Figura 2

Resultados de los registros de economía de fichas



Debido a que estas pequeñas tareas no presentaban mayor éxito, en la sesión 5 se suspendieron a fin de que en la sesión 6, se elaborara el fichero. A partir de la semana 7, se llevó un seguimiento más puntual por medio de la economía de fichas. Esta implementación obtuvo mayor impacto en el avance de la terapia, reflejado a través de los puntajes obtenidos, pasando de tener puntuaciones bajas a puntajes por encima de la media en la mayoría de las sesiones. Cabe agregar que la influencia de factores psicosociales externos afectó tanto negativa como positivamente en algunas sesiones. En el primer aspecto, se encuentran específicamente la sesión 10 (inicio de periodo vacacional y vivir con su mamá con quien mantiene una relación conflictiva) y sesión 13 (ausencia de agua caliente y carga laboral excesiva, que repercutió en la higiene del sueño). En el segundo aspecto, se encuentra la sesión 14 (reinicio de ciclo escolar y regreso a su departamento).

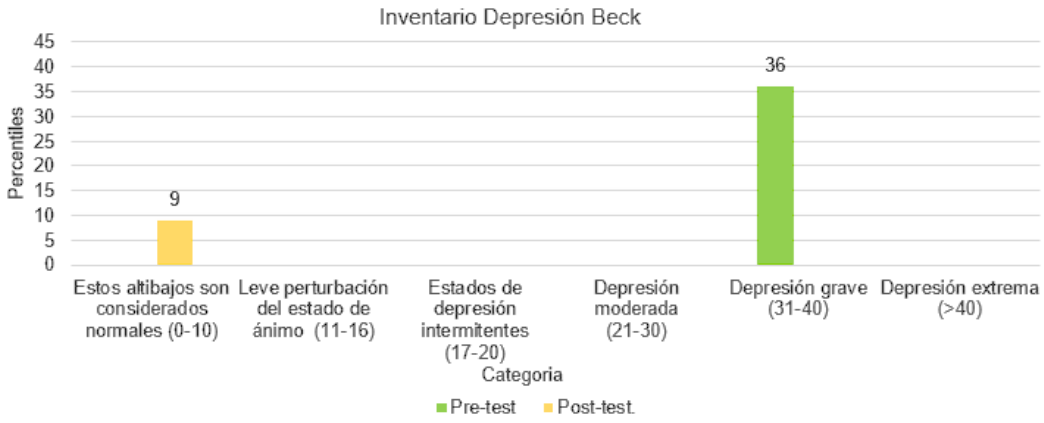
La selección de instrumentos se derivó de los objetivos terapéuticos, así como de la identificación de síntomas que afectaban la funcionalidad de la paciente, basados en criterios de profundidad y gravedad. Por lo anterior, los resultados obtenidos en el cúmulo de inventarios aplicados son los siguientes:

A. Inventario de Depresión de Beck (BDI).

En el inicio del proceso, la paciente obtuvo un puntaje total de 36, ubicándose dentro del parámetro "depresión grave". Esto concuerda con lo obtenido durante la entrevista y conceptualización del caso, ya que los síntomas predominantes son los conductuales tales como levantarse temprano y asistir a sus clases, comer, arreglarse, bañarse, dormir y realizar el quehacer de su casa. Durante la evaluación post-test se puede apreciar el impacto en la variable depresión por medio de la implementación de las técnicas de activación conductual y economía de fichas, ya que paso de una categoría de depresión grave a estos altibajos son considerados normales, este impacto puede apreciarse en la disminución de síntomas principales, al respecto, al modificar la esfera conductual, la esfera cognitivo afectivo cambio paralelamente. Lo anterior se representa en la Gráfica 3.

Figura 3

Resultados del BDI ante y después del tratamiento



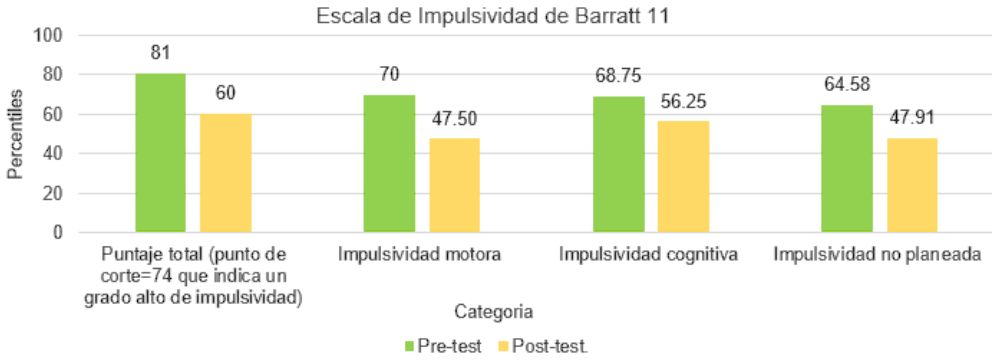
B. Escala de Impulsividad de Barratt 11 (BIS 11).

"La impulsividad se define como la tendencia a conductas abruptas ante cualquier estímulo, sin importar el efecto que tengan; en función de los comportamientos no reflexivos" (Roos y Witkiewitz, 2017 en Flores, 2021, p. 7). Al respecto, Barrat, 1959, propone tres tipos de impulsividad; impulsividad cognitiva (déficit para fijar la atención o permanecer atento a un objeto por lapsos prolongados, concentración); impulsividad motora (actuar sin pensar) e impulsividad no planeada (vivir para el momento o incapacidad para planear acciones futuras). El presente

instrumento tuvo como objetivo de aplicación, cuantificar objetivamente el nivel de impulsividad en la paciente por ser uno de los criterios de mayor importancia dentro del TLP. A continuación, en la Grafica 4, se aprecian los resultados obtenidos.

Gráfica 4

Resultados de la Escala de Impulsividad de Barratt 11 (BIS 11)



Durante el pretest, se obtuvo una puntuación total de 22, 28 y 31 por lo que respecta a la impulsividad cognitiva, motora y no planeada, respectivamente. Se puede observar que los tipos de impulsividad presentan un porcentaje mayor al 50 % respecto al puntaje máximo. Asimismo, la impulsividad motora (70%) está enfocada a la acción, indicando un actuar rápido o en ocasiones precipitado guiado principalmente por los estímulos presentes. Al obtener un puntaje total superior al punto de corte, refleja una impulsividad elevada. Por otro lado, durante el post-test, se puede apreciar una disminución general en los tres tipos de impulsividad representado en el total general, el cual, se encuentra por debajo del punto de corte. Esto implica un nivel de impulsividad controlada o regulada. Asimismo, dentro de los puntajes particulares o específicos, destaca la impulsividad motora con una diferencia del 22.5 %, denotando entonces que ahora la paciente mide con mayor frecuencia la propensión a actuar rápidamente. Relativo a la impulsividad no planeada con una diferencia del 16.67 %, se observa un aumento en la capacidad para planear acciones futuras.

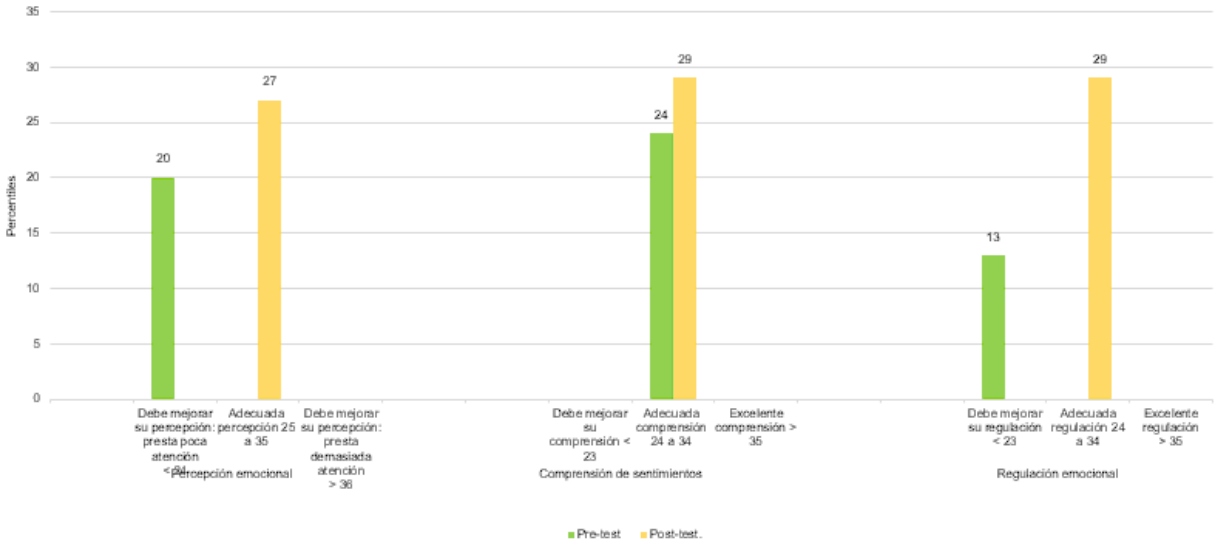
C. Test para evaluar los estados emocionales (TMMS-24).

"La experiencia de una emoción involucra un conjunto de cogniciones, actitudes y creencias sobre el mundo, que utiliza para valorar una situación concreta e influyen en el modo en el que se percibe

dicha situación" (Daco,1980, en Ocaña, et al, 2019, p. 281). Al respecto, las emociones juegan un papel determinante en los seres humanos, ya que, en conjunto con los pensamientos, determinan la conducta del ser humano. Asimismo, cada emoción tiene una función adaptativa que favorece el funcionamiento de las personas. El objetivo de esta aplicación consistió en la evaluación de los estados emocionales, ya que, aunado al hecho de conformarse como uno de los objetivos terapéuticos. La impulsividad, las relaciones interpersonales y el afecto, representan problemas complejos en las personas con diagnóstico de TLP, resultados que pueden apreciarse en la Gráfica 5.

Gráfica 5

Resultados del Test para evaluar los estados emocionales (TMMS-24)



Respecto a los resultados obtenidos en el pre-test se pueden observar puntajes bajos en los campos correspondientes a percepción y regulación emocional. En primer lugar, se refleja una disminución de la atención en sus emociones, lo cual representa un factor de riesgo, ya que incluye aspectos como: "evitar, rehuir, pelearnos con nuestras emociones". Todo esto contribuye a aumentar nuestro malestar a largo plazo. Además, tiene el efecto de impedirnos aprender de ellas, pues este proceso sólo puede ponerse en marcha si comenzamos a aceptarlas" (Kotson, 2019, p.21). Aunado a lo anterior, esta desatención, evitación o desconocimiento de las emociones, forma parte del primer escalón a lo largo de la regulación emocional, evidenciando entonces un déficit en las primeras etapas del procedimiento.

En comparación con el post-test, se aprecia un aumento significativo en los tres campos. Sin embargo, el de mayor significancia estadística corresponde a la regulación emocional, con un avance de 16 puntos.

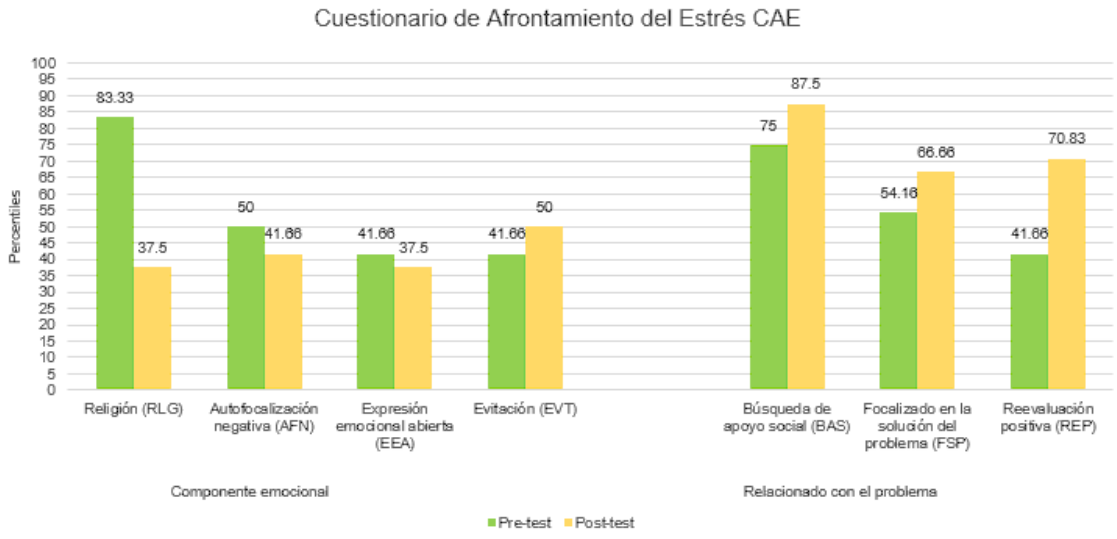
Esto no solo relfeja un aumento en la percepción y comprensión emocional, sino también en su regulación, resultados correlacionados a los descritos en la escala de impulsividad de Barrat. Al disminuir la impulsividad, y aumentar el conocimiento y la comprensión de las emociones, la paciente consiguió un manejo más funcional de las emociones. Es decir, se logró una regulación adecuada, conseguido mediante el empleo de la TDC, específicamente con el segundo módulo (regulación emocional). Con los resultados anteriores, aunados a los resultados conductuales obtenidos en el inventario de depresión de Beck, mediante el empleo de técnicas como la activación conductual y la economía de fichas, se aprecia el fortalecimiento de dos esferas de suma importancia; la esfera conductual y cognitivo-afectiva.

D. Cuestionario de Afrontamiento del Estrés (CAE)

En términos generales el concepto de afrontamiento hace referencia a esfuerzos cognitivos y conductuales, que lleva a cabo el individuo para hacer frente al estrés (Sandín, 1995 en González, et al, 2007, p. 189). En este sentido, la evaluación de los recursos de afrontamiento es de suma importancia, ya que enfatiza el papel activo de la persona ante las dificultades. Asimismo, se pueden identificar y evaluar los déficits y fortalezas con las que cuenta la persona y dirigir el tratamiento hacia ellas. A continuación, en la Gráfica 6 se plasman los resultados obtenidos en este Cuestionario.

Figura 6

Resultados del Cuestionario de Afrontamiento del Estrés (CAE)



En el pre-test se puede observar que la paciente obtuvo puntuaciones equilibradas entre los 2 factores de orden superior, indicando una estabilidad entre ambos. Sin embargo, los puntajes correspondientes a reevaluación positiva, auto focalización negativa, expresión emocional abierta (resultados similares en la prueba TMMS-24 por lo que respecta a la percepción y regulación emocional) y evitación obtienen un porcentaje igual o inferior a la media.

Por su parte, en los resultados post-test se refleja un aumento los puntajes correspondientes al factor relacionado con el problema, indicando con ello, un mayor uso de estrategias orientadas a la solución con un enfoque activo. Por otro lado, el aspecto de religión fue el recurso con mayor diferencia entre puntuaciones pre y post-test (45.83 %). Se logró documentar una disminución, en el presente caso, del pensamiento mágico que estaba orientado al aspecto religión, ya que tras la primera aplicación del instrumento se implementó retroalimentación de los resultados, identificado que la religión, se enfocaba más hacia un pensamiento mágico-paranormal que hacia una religión en sí misma.

Por lo anterior, se aprecia que, al disminuir este aspecto como recurso de afrontamiento, paralelamente el recurso de búsqueda de apoyo social incrementó, indicando entonces, que, en la actualidad, la paciente, en lugar que refugiarse en creencias mágicas, busca ayuda en sus redes de apoyo cercanas. Por otro lado, se observa una disminución en los puntajes de auto focalización negativa (8.34%), es decir, una percepción de incapacidad o inferioridad para afrontar los problemas, en contraparte con un aumento en los puntajes de reevaluación positiva (29.17%), que, cabe agregar, fue de hecho el recurso de afrontamiento con mayor diferencia de puntajes pre y post-test, en otras palabras; “busca aprender de las dificultades al identificar los aspectos positivos del problema” (Pérez, et al, 2011, p. 24).

CONCLUSIONES

El alcance de las intervenciones psicológicas es de suma importancia para evaluar su viabilidad; al respecto, la Terapia Cognitivo Conductual representa una de las opciones con mayor sustento científico, ya que “resulta eficaz clínicamente, y cada vez hay más pruebas que evidencian la estrecha relación entre cambio y mejora clínica” (Moreno de la Torre, et al, 2016, p. 2). Relacionado con lo anterior, el presente estudio, tuvo como objetivo evaluar la efectividad de la Terapia Cognitivo-Conductual en la reducción de la sintomatología del Trastorno Límite de la Personalidad, comórbido con otros trastornos descritos con anterioridad en una paciente de 22 años, mediante 16 sesiones divididas en 3 de

evaluación; 12 de tratamiento y una más de seguimiento, en donde se emplearon las técnicas de detención del pensamiento, activación conductual, economía de fichas y terapia dialéctico conductual.

El Trastorno de la Personalidad Límite (TLP) se define como un "patrón dominante de inestabilidad de las relaciones interpersonales, de la autoimagen y de los afectos, e impulsividad intensa, que comienza en las primeras etapas de la edad adulta y está presente en diversos contextos" (APA, 2013, p. 364). Por ello, la aplicación de instrumentos tales como la Escala de Impulsividad de Barrat (BIS 11) y el Test para evaluar los estados emocionales (TMMS-24) cuyos objetivos son la medición de la impulsividad y los estados emocionales, respectivamente, representan medios para la valoración objetiva de las principales características del TLP. Concerniente a los resultados; en la Escala de Impulsividad se observa una disminución del 22.5 % en la subcategoría de impulsividad motora; 16.67% en la impulsividad no planeada y 12.5 % en la cognitiva; obteniendo una disminución general del 21%. Esto señala, que al final del trataiento, la paciente mide con mayor frecuencia la propensión a actuar rápidamente, sopesando sus acciones futuras.

Asimismo, por lo que respecta al Test para evaluar los estados emocionales se aprecia un aumento del 7 %; 5 % y 16 % en la percepción, comprensión y regulación emocional, respectivamente. Aún cuando el cambio fue menor, existió una diferencia entre las clasificaciones de "debe mejorar su percepción y regulación" hacia "adecuada percepción, comprensión y regulación", lo que significa un incremento en los niveles de comprensión, expresión y regulación de las emociones. Cabe destacar que el impacto en estas variables fue el efecto de técnicas de detección de pensamiento y dialectico conductual.

Otro resultado que destaca fue la disminución de los síntomas conductuales expresados durante la entrevista inicial. Mediante la economía de fichas y activación conductual en donde se observa un incremento de las conductas blanco de un 29 % en la línea base a un 71 % en la última sesión de tratamiento y conservando este avance en la sesión de seguimiento con un 73%. Concluyendo entonces, con un avanece general del 44% a lo largo de la presente intervención. Estos datos, se refuerzan con diferencia entre lo obtenido en el Inventario de Depresión de Beck (BDI), donde se observa una transición de la clasificación de "depresión grave" a "estos altibajos con considerados normales". El termino reforzamiento, se emplea en el sentido que los síntomas conductuales multicitados con anterioridad fungen a manera de variable dependiente y las técnicas de intervención (economía de fichas y activación conductual) como su variable independiente, impactando de forma positiva en la disminución del malestar conductual.

Finalmente, se contempla un aumento general en los recursos de afrontamiento centrados tanto en el componente emocional como en lo relacionado con el problema, ya que, a lo largo de la presente intervención, se ofrecieron un cúmulo de herramientas o estrategias con el objetivo que la paciente emplee para gestionar demandas internas o externas percibidas como estresantes. De esta forma, existió una disminución del pensamiento mágico, un aumento de búsqueda de apoyo social, así como "busca aprender de las dificultades al identificar los aspectos positivos del problema" (Pérez, et al, 2011, p. 24).

Por todo lo antes descrito, se concluye que la Terapia Cognitivo Conductual es eficaz ante la reducción de la sintomatología del Trastorno Límite de la Personalidad. Lo cual resulta concordante a los resultados obtenidos en otros estudios, como el de Rios, Lemus y Becerra (2023), en donde mostraron que una paciente de 16 años logró identificar los síntomas del TLP y ataque de pánico.

Asimismo, se logró un cambio en las cogniciones y reacciones fisiológicas asociadas a la ansiedad por medio de una evaluación conductual y una breve intervención psicoeducativa. También, existe similitud como los resultados de Mendoza, Reyna y González (2024), quienes realizaron una intervención cognitivo-conductual y dialectico-conductual en una paciente de 35 años con TLP, documentando modificaciones en su estilo de vida, creencias funcionales. Además, la paciente aprendió a autorregularse emocionalmente evidenciando respuestas más funcionales ante situaciones de estrés.

REFERENCIAS

Alamo, C., Baader, T., Antúnez, S., Bagladi, V. y Bejer, T. (2019). Escala de desesperanza de Beck como instrumento útil para detectar riesgo de suicidio en universitarios chilenos. *Revista Chilena de Nuero-Psiquiatría*, 57 (2), 167-175. https://www.scielo.cl/pdf/rchnp/v57n2/0717-9227-rchnp-57-02-0167.pdf

Armijos, T.R. y Polo, E.M. (2021). Terapia Cognitivo Conductual en el Pensamiento Dicotómico del Trastorno Límite de la Personalidad (TLP). *Centros: Revista Científica Universitaria*, Ecuador, 11 (1), 189-198. http://portal.amelica.org/ameli/journal/228/2282818013/2282818013.pdf

Asociación Psiquiátrica Americana. (2013). *Manual Diagnóstico y Estadístico de los Trastornos Mentales, DSM-V*. Estados Unidos.

Barraca, J. (2010). Aplicación de la Activación Conductual en un paciente con sintomatología depresiva. *Clínica y Salud*,

21 (2), 183-197. https://doi.org/10.5093/cl2010v21n2a7

Consejo General de Colegios Oficiales de Psicólogos. (2013). *Evaluación del Inventario BDI-II. EFPA*, Madrid, España. https://www.cop.es/uploads/PDF/2013/BDI-II.pdf

De la Vega, I. y Sánchez, S. (2013). Terapia dialéctico conductual para el Trastorno de Personalidad Límite. *Acción Psicológica*, 10 (1), 45-56. https://scielo.isciii.es/pdf/acp/v10n1/monografico5.pdf

Feitosa, L.H., Martins, A.S., Balliari, E., Perrote, G., Ladeira, F., Ventriglio, A., Torales, J. y Cataldelli, J.M. (2023). Prevalencia mundial del trastorno limite de la personalidad: una revisión bibliográfica sistemática y análisis de meta-regresión. *Revista Latinoamericana de Psiquiatría*, 22 (3). https://www.webapal.org/docs/revista/revista_apal323.pdf

Flores, C.M. (2021). *Cambios en la impulsividad y la inflexibilidad psicológica en sujetos dependientes a la nicotina debidos al confinamiento por COVID-19* [Tesis de Maestría]. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. https://repositorioinstitucional.buap.mx/items/07c54264-91a7-4e4b-8237-23ca73c48234

IEPA. (2017). *STOP, BASTA, PARA: La técnica de parada de pensamiento*. Blog Psicología, Madrid. https://iepa.es/parada-pensamiento/

Jurado, S., Villegas, M.E., Méndez, L., Rodríguez, F., Loperena, V. y Varela, R. (1998). La estandarización del Inventario de Depresión de Beck para los residentes de la Ciudad de México. *Salud Mental*, 21 (3), 26-31. https://www.researchgate.net/publication/279618211_Standarization_of_Beck%27s_depression_inventory_for_Mexico_City_inhabitants

Lozano, J.F., Rubio, E.M. y Pérez, M.A. (1999). Eficacia de la Técnica de Detención del Pensamiento en Diferentes Trastornos Psicopatológicos. *Psicología Conductual*, 7 (3), 471-499. https://psicopedia.org/wp-content/uploads/2014/02/Detencion-de-pensamiento.pdf

Martell (2010). *Behavioral Activation for Depression*. A Clinician's Guide. The Guilford Press. https://www.terapia-cognitiva.mx/pdf_files/2Semestre/modificacion-conductual/recursos/Principios%20de%20la%20Activacion%20Conductual.pdf

Mendoza, C.G., Martínez, M.R. y González, J. (2024). Intervención cognitivo conductual y dialectico-conductual en el trastorno limite de la personalidad: estudio de caso. *Revista*

de Psicología de la Universidad Autónoma del Estado de México, 13 (36), 120-144. https://doi.org/10.36677/rpsicologia.v13i36.23109

Moreno de la Torre, V. y Deus, J. (2016). *Evidencia de la eficacia de la terapia cognitivo-conductual, mediante neuroimagen, en trastornos de ansiedad*. [Tesis de Maestría]. Universitat Autónoma de Barcelona. https://ddd.uab.cat/pub/tfg/2016/169278/Informe_Victor_Moreno_1196727_DDD.pdf

Peña, G.S. (2023). Conceptualización y tratamiento del trastorno de personalidad límite: una revisión narrativa. *Persona*, 26 (1), 153-173. https://doi.org/10.26439/persona2023.n26(1).6362

Peña, M.R., Tortosa, F. y Pérez, A. (2017). *El sistema de economía de fichas hoy, tras veinticinco años de aplicación*. Universidad de Valencia, España. https://journals.copmadrid.org/historia/archivos/fichero_salida20220923105933969000.pdf

Pérez, S. (2017). *Adaptación y validación mexicana del instrumento de tamizaje de Mclean para el trastorno límite de la personalidad* [Tesis de Especialidad]. Universidad Autónoma de Nuevo León, México. http://eprints.uanl.mx/17350/1/2013_P%C3%A9rez%20Banuet%20Farell%20Sof%C3%ADa.pdf

Reyes, M.A., Vargas, A.N. y Tena, A. (2015). Modelo Conductual Contextual de la Etiología y Mantenimiento del Trastorno Limite de la Personalidad, *Psicología Iberoamericana*, 23 (2), 66-76. https://www.redalyc.org/pdf/1339/1339442310 08.pdf

Ríos, C.I., Lemus, S.I. y Becerra, A.L. (2023). Evaluación Inicial y Psicoeducación en Adolescente con Trastorno Límite de la Personalidad: Caso Clínico. *Revista Electrónica de Psicología Iztacala*, México, 26 (3), 820-835. https://www.revistas.unam.mx/index.php/repi/article/view/86630

Roales, J. G. y Fernández, A. (1986). La economía de fichas en el tratamiento de pacientes crónicos: el papel del personal institucional. *Revista Latinoamericana de Psicología*, 18 (1), 23-41. https://www.redalyc.org/pdf/805/80518102.pdf

Rodríguez, R. (2020). *Técnicas conductuales: Economía de fichas.* PSIQUION. https://www.psiquion.com/blog/tecnicas-conductuales-economia-fichas

Salinas, P. (2011). Sistema de refuerzo basado en la economía de fichas. *Publicaciones Didácticas*, 10 (1), 100-106. https://core.ac.uk/download/pdf/235866699.pdf

Salvo, L. y Castro, A. (2013). Confiabilidad y validez de la escala de Impulsividad de Barrat (BIS-11) en adolescentes. *Revista Chilena de Neuropsiquiatría*, 52 (4), 245-254. https://www.scielo.cl/pdf/rchnp/v51n4/art03.pdf

Secretaria de Salud. (2018). *Alrededor de 1.5 % de la población padece trastorno límite de la personalidad.* Prensa. https://www.gob.mx/salud/prensa/270-alrededor-de-1-5-de-la-poblacion-padece-trastorno-limite-de-la-personalidad

Soler, J., Elices, M. y Carmona, C. (2016). Terapia Dialéctica Conductual: aplicaciones clínicas y evidencia empírica. *Análisis y Modificación de Conducta*, 42 (165-166), 35-49. https://doi.org/10.33776/amc.v42i165-66.2793

Tulio, R. y Polo, E.M. (2022). Tratamiento Cognitivo-Conductual para la Mejora de las Relaciones Interpersonales en el Trastorno Límite de Personalidad. *Revista Electrónica Entrevista Académica*, 4 (10), 75-90. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8603185

REVISIÓN DOCUMENTAL DE LOS EFECTOS POSITIVOS DE LA TERAPIA COGNITIVO-CONDUCTUAL EN EL TRATAMIENTO PERSONAS CON PSORIASIS

ARTÍCULO

Autoría: Natalia Vázquez Rodríguez
Adscripción: Maestría en Psicología Clínica
Fecha de recepción: 09 enero 2025
Fecha de aceptación: 19 febrero 2025
Fecha de publicación: 28 marzo 2025

RESUMEN

La psoriasis es una enfermedad inflamatoria crónica que conduce a múltiples placas eritematosas y placas de color blanco plateado que involucran más comúnmente superficies extensoras como codos y rodillas (Ratna Dewi, W., Chen, F., 2023), asociada significativamente con la depresión y la ideación suicida. Los factores de riesgo más importantes que se asocian con la depresión son la edad y la gravedad de la psoriasis. El tratamiento de la psoriasis se asocia con una disminución de la intensidad de los síntomas depresivos (Plúa Chipre, C., 2024). El propósito de resaltar la asociación entre la psoriasis y la depresión es que solo se han realizado estudios limitados sobre este tema específico para justificar esta asociación, ya que múltiples estudios muestran una asociación significativa entre la psoriasis y la depresión, aún no están claros la causa y sus efectos (Ratna Dewi, W., Chen, F., 2023). La prevalencia de la psoriasis va en aumento y afecta al 1-3% de la población mundial, que representa casi 125 millones de personas en todo el mundo (OMS, 2023). Según la OMS, la depresión afecta al 3,8% de la población mundial. Aproximadamente 280 millones de personas en todo el mundo sufren de depresión (Ratna Dewi, W., Chen, F., 2023). La depresión mayor se considera una de las principales causas de carga de morbilidad en todo el mundo, afectando a casi el 4,4% de la población mundial (Plúa Chipre, C., 2024). Por lo anterior el objetivo de esta

investigación fue evaluar la eficacia de la Terapia Cognitivo-Conductual en el tratamiento de la psoriasis y su relación con la depresión de acuerdo con la literatura científica internacional publicada entre los años 2019 y 2024. La recolección de información fue documental, con una metodología inductiva y cualitativa, a través del análisis sistemático de una muestra de tres artículos científicos. La investigación evidenció que la Terapia Cognitivo-Conductual (TCC) aplicada durante al menos seis semanas, en combinación con el tratamiento estándar, puede reducir significativamente la gravedad de la psoriasis y los síntomas de depresión, ansiedad y estrés, mejorando así la calidad de vida de los pacientes.

ABSTRACT

Psoriasis is a chronic inflammatory disease that leads to multiple erythematous and silver-white plaques, most commonly affecting extensor surfaces such as elbows and knees (Ratna Dewi, W., Chen, F., 2023) and is significantly associated with depression and suicidal ideation. The most important risk factors for depression are age and the severity of psoriasis. Treating psoriasis is associated with a decrease in the intensity of depressive symptoms (Plúa Chipre, C., 2024). The purpose of highlighting the association between psoriasis and depression lies in the fact that only a limited number of studies have been conducted on this specific topic, and although multiple studies suggest a significant link, the causes and effects remain unclear (Ratna Dewi, W., Chen, F., 2023). Psoriasis affects 1–3% of the global population—nearly 125 million people—while depression affects approximately 3.8% of the population, or 280 million people worldwide (WHO, 2023). Major depression is considered one of the leading causes of morbidity burden globally, affecting nearly 4.4% of the world's population (Plúa Chipre, C., 2024). Based on this, the objective of this research was to evaluate the effectiveness of Cognitive Behavioral Therapy (CBT) in treating psoriasis and its relationship with depression, according to international scientific literature published between 2019 and 2024. The information was collected through a documentary review, using an inductive and qualitative methodology, via the systematic analysis of a sample of three scientific articles. The study showed that Cognitive Behavioral Therapy, when applied for at least six weeks in combination with standard treatment, can significantly reduce the severity of psoriasis and symptoms of depression, anxiety, and stress, thereby improving patients' quality of life.

Palabras clave: Psoriasis, depresión, terapia cognitivo conductual, enfermedad inflamatoria crónica.

Key Words: Keywords: Psoriasis, depression, cognitive behavioral therapy, chronic inflammatory disease.

INTRODUCCIÓN

La psoriasis es una enfermedad inflamatoria crónica que se caracteriza por la inflamación y la proliferación de células epidérmica, la cual conduce a múltiples placas eritematosas y placas de color blanco plateado que involucran más comúnmente superficies extensoras como codos y rodillas (Ratna Dewi, W., Chen, F., 2023). Está asociada significativamente con la depresión y la ideación suicida (Plúa Chipre, C., 2024). La comprensión de esta relación es importante para desarrollar estrategias de tratamiento integral que aborden tanto los síntomas físicos como los emocionales y psicológicos de la enfermedad.

La prevalencia de la psoriasis va en aumento y afecta al 1-3% de la población mundial, que representa casi 125 millones de personas en todo el mundo (OMS, 2023). Según la OMS, la depresión afecta al 3,8% de la población mundial, incluido el 5,0% de los adultos y el 5,7% de los adultos mayores de 60 años. Aproximadamente 280 millones de personas en todo el mundo sufren de depresión (Ratna Dewi, W., Chen, F., 2023). La depresión afecta entre el 9% y el 55% de los pacientes con psoriasis, con una mayor prevalencia en aquellos con enfermedad más grave (Plúa Chipre, C., 2024). La depresión mayor se considera una de las principales causas de morbilidad en todo el mundo, afectando a casi el 4,4% de la población mundial (Plúa Chipre, C., 2024).

El propósito de resaltar la asociación entre la psoriasis y la depresión es que solo se han realizado estudios limitados sobre este tema específico. Aunque estos estudios sugieren una posible relación, las causas y los efectos de dicha asociación aún no están claramente definidos. Los estudios también muestran que el tratamiento eficaz del estrés y la depresión puede conducir a una disminución de la gravedad de la psoriasis. (Ratna Dewi, W., Chen, F., 2023).

Dicho esto, es fundamental estudiar la relación entre la psoriasis y la depresión, ya que la comprensión de esta relación puede ayudar a desarrollar estrategias de tratamiento más efectivas y personalizadas, mejorar la calidad de vida de los pacientes y reducir el impacto negativo de la enfermedad en su bienestar emocional y social.

La investigación que aquí se presenta tuvo como objetivo general:

> Identificar los efectos positivos de la Terapia Cognitivo-Conductual (TCC) en el tratamiento de personas con psoriasis y su relación con la depresión, según la literatura científica internacional publicada entre 2019 y 2024.

En consecuencia, los objetivos específicos fueron:

1. Analizar la relación entre la psoriasis y la depresión, destacando la importancia de abordar esta comorbilidad en el tratamiento.
2. Identificar los mecanismos por los cuales la TCC puede influir en la reducción de los síntomas de la psoriasis y la depresión.
3. Examinar la evidencia científica que respalda la eficacia de la TCC en el tratamiento de personas con psoriasis y depresión.
4. Discutir las implicaciones clínicas y terapéuticas de los hallazgos, destacando la importancia de una atención integral que aborde tanto los aspectos físicos como emocionales y psicológicos de la enfermedad.

La metodología utilizada fue por su propósito de tipo teórica, por su tipo de alcance explicativa, por su tipo de inferencia de tipo inductiva, y por el tipo de datos obtenidos cualitativa. En la primera búsqueda de información documental se obtuvieron documentos de difusión científica internacional en los catálogos: Google Académico, PubMed, NCBI, y Science Direct.

Debido a la falta de literatura mexicana localizada en esta primera búsqueda, se utilizó la literatura internacional; principalmente de las fuentes Google Académico, PubMed, NCBI y Science Direct.

DESARROLLO

Los pacientes con psoriasis pueden experimentar pensamientos negativos y poco realistas, que provocan mayor angustia y distorsionan la forma en que interpretan las situaciones. Un gran estudio multicéntrico demostró que el 25% de los pacientes con psoriasis tienen alexitimia (Plúa Chipre, 2024). La alexitima es una capacidad reducida para reconocer y describir emociones internas, lo que a menudo resulta en una dificultad para identificar sentimientos y distinguirlos de las sensaciones físicas. Los pacientes suelen ser conscientes de que el estrés puede empeorar su psoriasis, lo que puede provocarles aún más ansiedad (Plúa Chipre, 2024).

La TCC tiene como objetivo romper este ciclo ayudando a los pacientes a tomar conciencia de sus pensamientos negativos y ayudarles a desarrollar formas alternativas de pensar y comportarse, reduciendo así su malestar psicológico. Los pacientes con psoriasis se obsesionan con su condición, con distorsiones cognitivas que distorsionan la forma en que se perciben a sí mismos y sus interacciones con los demás. Esto los lleva a una restricción de la interacción social, lo que en última instancia empeora los síntomas de la enfermedad y la reducción de la adherencia a la atención sanitaria estándar (Plúa Chipre, 2024).

Existe evidencia de que solo 6 semanas de sesiones de TCC, además del tratamiento estándar, producen

una mejora significativa en la gravedad clínica de la piel y mejoran los síntomas de ansiedad, depresión, estrés y discapacidad. (Plúa Chipre, 2024). Un estudio muestra que el 64% de los pacientes tratados con TCC y terapias estándar lograron una mejora del 75 % en su psoriasis, y solo el 23 % de los pacientes tratados solo con terapias estándar lograron esta mejora. (Plúa Chipre, 2024).

Ritmo Circadiano

Las exacerbaciones de los episodios de psoriasis suelen ir precedidas de episodios estresantes de la vida. La inflamación sistémica en la psoriasis y la desregulación del ritmo circadiano contribuyen al fallo del sistema nervioso periférico (Maqbool, S. et al, 2021). El ritmo circadiano es el ciclo de cambios físicos, mentales y de comportamiento que experimenta el cuerpo en un periodo de 24 horas.

Está controlado por el reloj biológico del organismo, que se encuentra en el hipotálamo, una región cerebral (Maqbool, S. et al, 2021). La luz y la oscuridad son los principales factores que afectan al ritmo circadiano. El ritmo circadiano del sueño es el más conocido y estudiado: Cuando oscurece, el cuerpo aumenta la temperatura corporal y segrega melatonina, una hormona que provoca sueño. Al exponerse a la luz, los niveles de melatonina disminuyen, lo que provoca el despertar (Maqbool, S. et al, 2021).

Los trastornos del ritmo circadiano pueden provocar:

- Dificultad para conciliar el sueño o mantenerlo
- Somnolencia excesiva durante el día
- Cansancio extremo y agotamiento
- Letargo
- Disminución del estado de alerta
- Dificultades para concentrarse.

Los factores de riesgo más importantes que se asocian con la depresión son la edad y la gravedad de la psoriasis. (Plúa Chipre, C., 2024). Sin embargo, los antecedentes familiares, factores físicos, psicológicos, a veces abstinencia de corticosteroides e infecciones estreptocócicas pueden desarrollarla (Plúa Chipre, C., 2024).

Inflamación y serotonina

La psoriasis y la depresión, ambas están mediada por linfocitos Th1, Th17, los cuales liberan citocinas inflamatorias en la piel, como IL-1 y IL-6 así como el factor de necrosis tumoral alfa (TNFalfa). Estas sustancias promueven una mayor inflamación y proliferación de queratinocitos. Esto provoca un aumento de la actividad de los transportadores de serotonina (5-HTT) y viceversa. (Maqbool, S. et al, 2021).

La serotonina es una hormona y neurotransmisor que tiene muchas funciones en el cuerpo, entre ellas:

- Estado de ánimo: está relacionada con la sensación de bienestar y felicidad.
- Apetito: sensación de saciedad.
- Actividad motora: la percepción y la función cognitiva.
- Sistema vascular
- Cicatrización de heridas: ayuda a sanar las heridas porque las plaquetas la liberan en ellas.
- Coagulación de sangre: hace que los vasos sanguíneos se estrechen y las arteriolas se contraigan, lo que ralentiza el flujo sanguíneo y ayuda a la formación de coágulos.

La serotonina se produce principalmente en el cerebro y el intestino, pero también en pequeñas cantidades en las células cutáneas, pulmonares y gustativas (Maqbool, S. et al, 2021). El tratamiento de la psoriasis se asocia con una disminución de la intensidad de los síntomas depresivos (Plúa Chipre, C., 2024). Esto sugiere que el tratamiento de la inflamación sistémica es importante para tratar el malestar psicológico. (Plúa Chipre, C., 2024).

Los inhibidores del TNF-α como infliximab y etanercept aumentan los niveles de disponibilidad de serotonina en el cuerpo (Maqbool, S. et al, 2021), reduciendo de manera significativa la depresión, independientemente de la gravedad clínica (Plúa Chipre, C., 2024).

Factor Neurotrófico Derivado Del Cerebro (BDNF).

Un mediador clave entre la psoriasis y la depresión es el factor neurotrófico derivado del cerebro (BDNF). El nivel de este se ha encontrado disminuido tanto en la psoriasis como en la depresión, lo que conduce a una reducción de la neurogénesis del hipocampo (Maqbool, S. et al, 2021). Cada día, existen más estudios confirmando una asociación entre la señalización del BDNF y el sistema 5-HT, esta interacción es posiblemente el mecanismo por el cual el BDNF influye en las conductas depresivas (Maqbool, S. et al, 2021).

Figura 1.

Lesiones de psoriasis en la piel, mostrando la aparición típica de placas rojas y escamosas

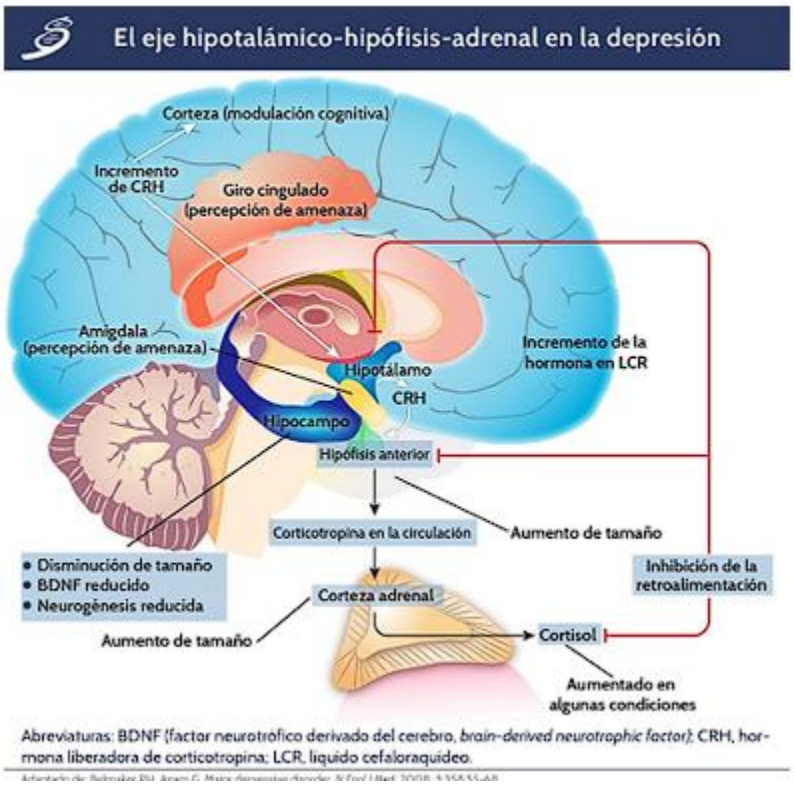
(Clara, 2024)

Eje hipotálamo-hipofisis-adrenal en la depresion y su relación con el BDNF

El incremento de la modulación cognitiva en relación a la depresión, es percibido por la corteza cerebral y la amígdala y se transmite al hipotálamo, donde libera hormona liberadora de corticotropina (CRH), lo que induce a la hipófisis anterior a secretar corticotropina en el torrente sanguíneo, como se muestra en la figura 2. La corticotropina estimula la corteza suprarrenal para secretar la hormona glucocorticoide cortisol. Las líneas rojas muestran que el cortisol, a su vez, induce la inhibición de la retroalimentación en el hipotálamo y la hipófisis, suprimiendo la producción de CRH y corticotropina, respectivamente. El tamaño del hipocampo y el número de neuronas y neuroglia están disminuidos, posiblemente reflejando reducción de la neurogénesis debido a niveles elevados de cortisol o debido a la reducción de BDNF (Maqbool, S. et al, 2021).

Figura 2

Eje hipotálamo-hipófisis-adrenal en respuesta al cortisol secretado en la depresión



(Humbert, D., 2023)

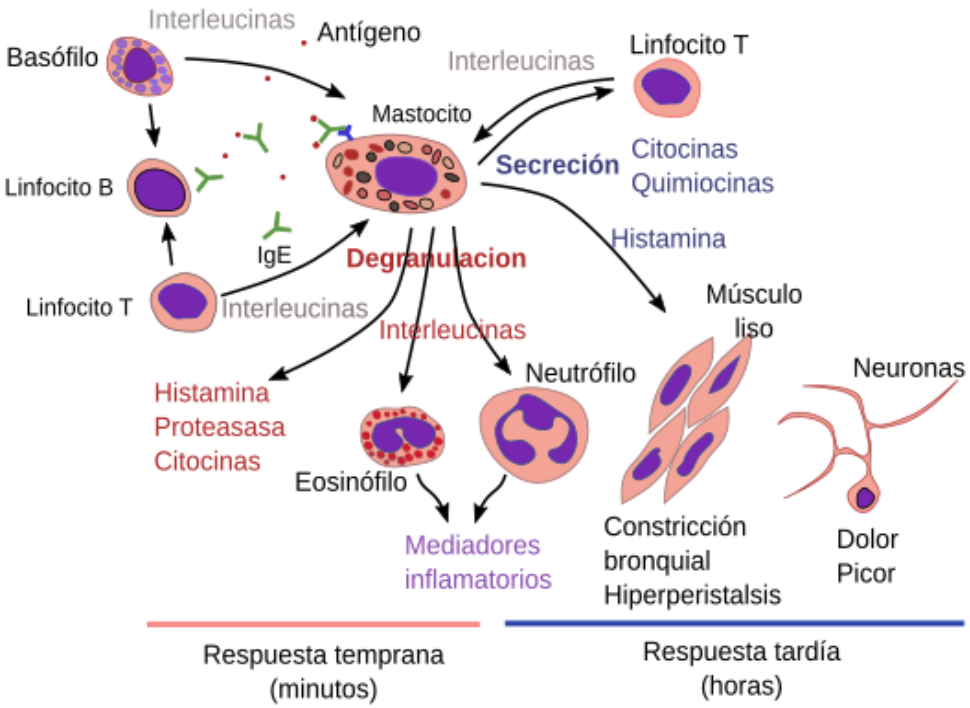
Mastocitos

Los mastocitos desempeñan un papel central en la respuesta cutánea al estrés y pueden considerarse como "centrales" de la inflamación neurogénica, ubicados en la dermis superior, influyendo en la evolución de la placa psoriásica (Maqbool, S. et al, 2021).

La piel libera un neuropeptido llamado sustancia P, y se ha observado que en la depresión existen altos niveles de ella, lo que sugiere que el mecanismo patológico de la depresión se asocia con el mal funcionamiento de las respuestas mediadas por la sustancia P y su receptor (Maqbool, S. et al, 2021).

Figura 3

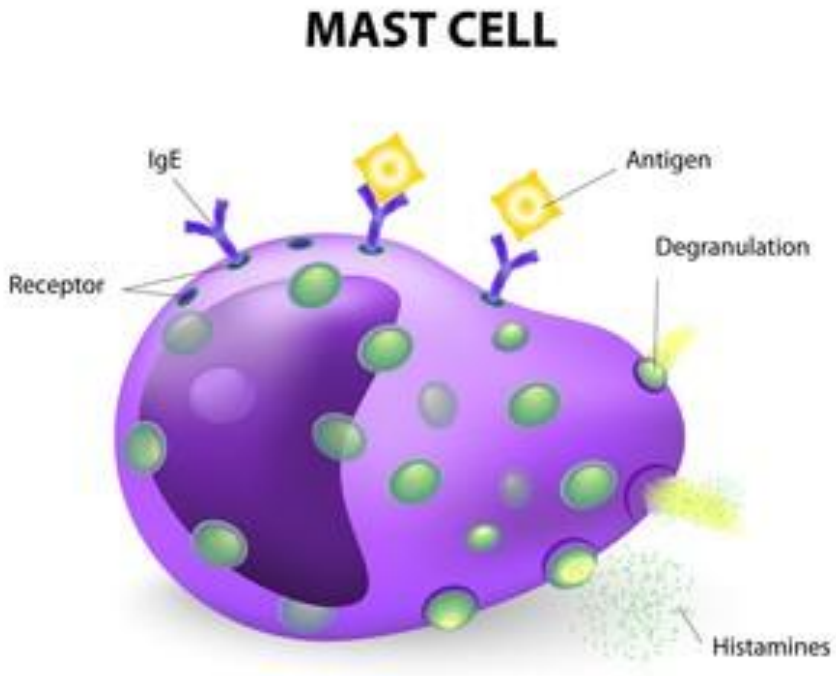
Línea celular involucrada en respuesta a la activación de los mastocitos



(Megías, et al., 2024).

Figura 4

Estructuras que conforman a un mastocito



(Designua, 2014)

Vitamina D y depresión

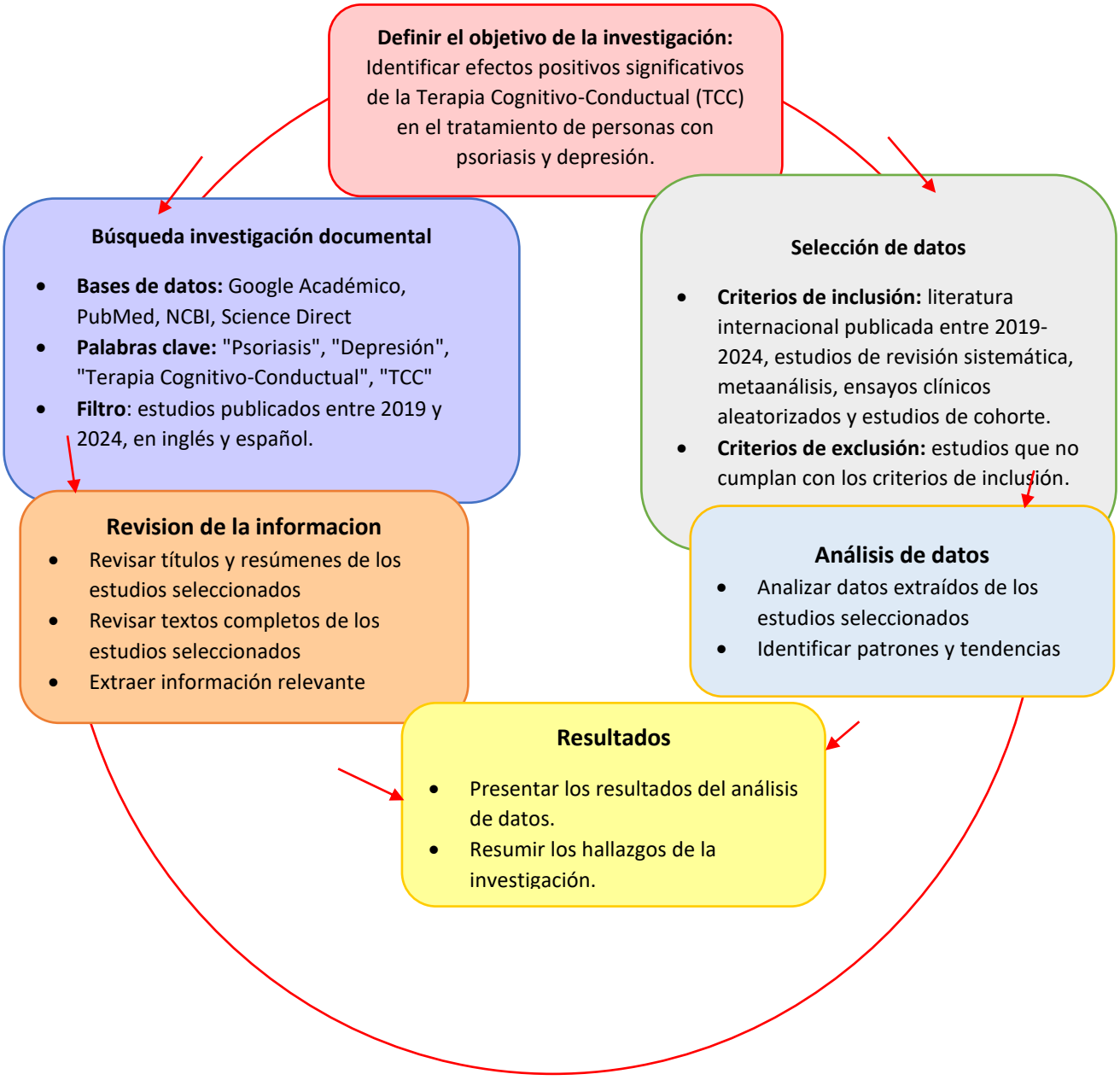
La toma de luz solar es necesaria para la formación de vitamina D en la piel, la cual en altas dosis logra ser eficiente en la erradicación de las placas psoriásicas. Así mismo, las formas activas de la vitamina D regulan la expresión del factor de crecimiento neuronal (NGF) y los neurotransmisores, mejorando así la depresión. (Marek-Jozefowicz, L. et al, 2022).

METODOLOGÍA

Esta investigación se diseñó con un enfoque cualitativo, de tipo teórico y alcance explicativo, utilizando una inferencia inductiva. Se llevó a cabo un análisis documental de literatura científica internacional publicada entre 2019 y 2024, con el objetivo de evaluar la eficacia de la Terapia Cognitivo-Conductual (TCC) en el tratamiento de la psoriasis y su relación con la depresión.

Figura 5

Diseño Metodológico



El esquema muestra las fases que estructuraron la metodología de esta investigación. Se realizó una búsqueda documental en bases de datos científicas internacionales, con criterios de inclusión centrados en literatura publicada entre 2019 y 2024. Se revisaron títulos, resúmenes y textos completos de los estudios seleccionados. Posteriormente, se extrajo la información relevante y se organizaron los datos para facilitar su análisis. A partir

de este proceso fue posible identificar patrones, establecer relaciones conceptuales y estructurar los resultados obtenidos.

RESULTADOS

En las siguientes tablas se integran los resultados derivados del análisis de los artículos científicos seleccionados. El análisis se llevó a cabo a través de las siguientes categorías de análisis: objetivo, objeto de estudio, metodología utilizada por cada una de las investigaciones abordadas.

Tabla 1

Análisis de literatura parte 1

ARTÍCULO 1	ARTÍCULO 2
El impacto de la psoriasis en la salud mental y en el bienestar	Una revisión sistemática de los tratamientos cognitivos y conductuales para personas con psoriasis.
OBJETIVO	
El impacto de la psoriasis en la salud mental y en el bienestar.	La revisión de distintas intervenciones de la aplicación de la TCC en relación a la disminución de la gravedad de la psoriasis.
OBJETO DE ESTUDIO	
Metodología descriptiva, con un enfoque documental, es decir, revisar fuentes disponibles en la red, cuyo contenido sea actual, publicados en revistas de ciencia, disponibles en Google Académico.	En 2019 se realizó una revisión sistemática utilizando las bases de datos PsycINFO, PubMed y SCOPUS para examinar la eficacia de los tratamientos que proporcionaban psicoterapia con un componente cognitivo/conductual importante a los pacientes con psoriasis. Se evaluó la calidad de los estudios incluidos.
METODOLOGÍA Y HALLAZGOS	
Un estudio aleatorizado controlado publicado en 2022 encontró que la TCC basada en la aceptación y el compromiso (ACT) es efectiva para reducir la gravedad de la psoriasis y mejorar la calidad de vida de los pacientes (Plúa Chipre, C., 2024). Se encontró que solo 6 semanas de sesiones de TCC, además del tratamiento estándar, producen una mejora significativa en la gravedad clínica de la piel y mejoran los síntomas de ansiedad, depresión, estrés y discapacidad.	Varios estudios encontraron mejoras después del tratamiento con TCC en variables como la ansiedad, la depresión, el estrés y la calidad de vida. La calidad de vida pareció tener los resultados positivos más consistentes.

Tabla 2

Análisis de literatura parte 2

ARTÍCULO 3
Terapia cognitivo-conductual como tratamiento coadyuvante para la ansiedad y la depresión en pacientes con psoriasis.
OBJETIVO
Resumir los últimos hallazgos sobre la TCC como terapia alternativa en pacientes con psoriasis.
OBJETO DE ESTUDIO
Revisión literaria de bases de datos como NCBI, Science Direct, Elsevier, Mendeley usando criterios predeterminados Las palabras clave utilizadas en la búsqueda bibliográfica fueron: 'Correlación entre la psoriasis y la ansiedad', 'Correlación entre la psoriasis y la depresión', 'Terapia para la psoriasis', 'Terapia cognitivo-conductual' y 'Terapia cognitivo-conductual para la psoriasis'. Criterios de inclusión: (1) revistas de libre acceso en su totalidad; (2) año de publicación de la revista no menor a 2019.
METODOLOGIA
Un metaanálisis publicado en 2020 encontró que la TCC reduce significativamente la gravedad de los síntomas de psoriasis, así como la ansiedad y la depresión asociadas (Ratna Dewi, W., Chen, F., 2023). La TCC puede ser incluida en el tratamiento de psoriasis para obtener resultados terapéuticos positivos de una forma más rápida a través de los métodos terapéuticos empleados para ansiedad y depresión.

Tabla 3

Comparación de los resultados más relevantes

	ARTÍCULO 1	**ARTÍCULO 2**	**ARTÍCULO 3**
MECANISMO DE LA TCC	Uso de 6 sesiones que consisten en: Sesión 1: autopresentación y autoevaluación. Sesión 2: introducción del problema y formación. Sesión 3-6: Sesiones de terapia de entrenamiento a través de diversas actividades acompañadas	Dando información y variedad de personal terapéutico. Sesión 1: Observación e identificación del estilo de vida. Sesión 2: Visitas residenciales e intervenciones a través de educación y asesoramiento.	Por 6 Semanas con la intervención de varios grupos como psicólogos y enfermeras. Los pacientes fueron divididos en 2 grupos con relación a su edad y género, permitiendo usar sus medicamentos habituales.

	ARTÍCULO 1	ARTÍCULO 2	ARTÍCULO 3
	de revisión de cada sesión a modo de evaluación.		
RESULTADOS	El modelo de 8 pasos de Cash: imagen corporal positiva para pacientes, mejoraron su salud mental y autoestima, incrementaron la satisfacción y la calidad en sus relaciones sociables con una vida más disfrutable.	Los pacientes lograron preocuparse más por su enfermedad, y así reduciendo el riesgo de severidad. La intervención se lleva a cabo con la asistencia de la familia.	Apoya la eficacia de las terapias que ayudan a acelerar la curación de la psoriasis.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Discusión

La Terapia Cognitivo-Conductual (TCC) ha demostrado ser una intervención eficaz no solo para reducir la depresión en pacientes con psoriasis, sino también para mitigar la gravedad de sus síntomas. Esta afirmación se basa en la evidencia empírica disponible, que sugiere que la TCC puede tener un impacto significativo en la calidad de vida de los pacientes con psoriasis.

En particular, la TCC puede ayudar a los pacientes a identificar y cambiar patrones de pensamiento y comportamiento negativos que contribuyen a su depresión y ansiedad. Además, la TCC puede enseñar a los pacientes habilidades para manejar el estrés y la ansiedad asociados con la enfermedad, lo que puede reducir la gravedad de sus síntomas.

Es importante destacar que la TCC puede tener un impacto significativo en la calidad de vida de los pacientes con psoriasis en un período de tiempo relativamente corto. En tan solo 6 semanas, se pueden empezar a encontrar cambios importantes en la vida de estos pacientes, como una reducción en la depresión y la ansiedad, y una mejora en su bienestar emocional y psicológico.

Además, la participación de múltiples actores en el proceso de tratamiento puede ser fundamental para

mejorar la calidad de vida de los pacientes con psoriasis. La familia, los enfermeros, los psicólogos y los médicos de base pueden jugar un papel importante en el apoyo emocional y práctico de los pacientes, lo que puede contribuir a una mejoría en su calidad de vida.

En este sentido, es fundamental que los profesionales de la salud trabajen en colaboración con los pacientes y sus familiares para desarrollar un plan de tratamiento integral que aborde las necesidades físicas, emocionales y psicológicas de los pacientes con psoriasis.

Es importante destacar que la TCC no es una cura para la psoriasis, pero puede ser una herramienta valiosa para ayudar a los pacientes a manejar los síntomas de la enfermedad y mejorar su calidad de vida.

Conclusiones

La Terapia Cognitivo-Conductual (TCC) es una intervención eficaz para reducir los síntomas de gravedad de la psoriasis y la depresión en pacientes con esta enfermedad.

Los resultados sugieren que la TCC puede ser una intervención útil en la práctica clínica para reducir los síntomas de gravedad de la psoriasis y la depresión, y mejorar la calidad de vida de los pacientes con esta enfermedad.

La TCC parece ser especialmente eficaz y importante para aumentar la calidad de vida en los pacientes con psoriasis, lo que sugiere que puede ser una intervención fundamental en el tratamiento de esta enfermedad.

Es fundamental realizar futuras investigaciones y estudios para:

- Determinar la eficacia y efectividad a largo plazo de la TCC en el tratamiento de la psoriasis.
- Explorar la relación entre la TCC y otros tratamientos para la psoriasis, como la medicación y la terapia fotodinámica.
- Investigar la efectividad de la TCC en diferentes poblaciones de pacientes con psoriasis, como niños y adultos mayores.
- Desarrollar protocolos de tratamiento personalizados que incorporen la TCC y otros tratamientos para la psoriasis.
- Evaluar la coste-efectividad de la TCC en el tratamiento de la psoriasis.

Estas futuras investigaciones y estudios pueden proporcionar una comprensión más profunda de la eficacia y efectividad de la TCC en el tratamiento de la psoriasis, y pueden ayudar a desarrollar tratamientos más efectivos y personalizados para los pacientes con esta enfermedad.

REFERENCIAS

Clara. (2024). *Esclerodermia o morfea en el cuero cabelludo*. VilanoLabs. https://vilanolabs.com/esclerodermia-morfea-cuero-cabelludo/

Designua. (2014). *Célula de palo o un mastocito, labrocyte*. Dreamstime. https://es.dreamstime.com/fotos-de-archivo-c%C3%A9lula-de-palo-o-un-mastocito-labrocyte-image39386223

Emilia Simon. (2020). *Sol y vitamina D durante la pandemia*. Diario Salud. https://diariosalud.com.ec/2020/04/21/sol-y-vitamina-d-durante-la-pandemia/

Humbert, D. (2023). *Prevenir la depresión*. Dra. Humbert - Psiquiatría. https://www.drahumbert-psiquiatria.es/prevenir-la-depresion/

Iris Sijercic, N. E. & Candice M. M. (2019). *A Systematic Review of Cognitive and Behavioral Treatments for Individuals with Psoriasis*. Journal of Dermatological Treatment, 1471-1753. https://doi.org/10.1080/09546634.2019.1690625

Maqbool, S., Ihtesham, A., Langove, M.N., Jamal, S., Jamal, T., Safian, H.A. (2021). *Neuro-dermatological association between psoriasis and depression: an immune-mediated inflammatory process validating skin-brain axis theory*. Neuroscience, 8(3), 340–354. https://doi.org/10.3934/Neuroscience.2021018

Marek-Jozefowicz, L., Czajkowski, R., Borkowska, A., Nedoszytko, B., Z˙mijewski, M.A., Cubała, W., Slominski, A.T. (2022). *The Brain–Skin Axis in Psoriasis—Psychological, Psychiatric, Hormonal, and Dermatological Aspects*. International Journal of Molecular Science, 23, 669. https://doi.org/10.3390/ijms23020669

Megías M., Molist P., Pombal M.A. (2024). *Tipos celulares. Mastocito*. Atlas de Histología Vegetal y Animal. https://mmegias.webs.uvigo.es/8-tipos-celulares/mastocito.php

Plúa Chipre, C. (2024). *El impacto de la psoriasis en la salud mental y en el bienestar*. Polo del Conocimiento, 9(2), 1–17. https://www.polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/rt/printerFriendly/6508/html

Ratna Dewi, W., Chen, F. (2023). *Cognitive Behavioral Therapy as an adjunctive treatment for anxiety and depression in psoriasis patients*. Journal of Research and Community Service DEVOTION, 4(6), 2797–6068. https://www.devotion.greenvest.co.id

TALLERES PARA FOMENTAR LOS SEMILLEROS BIOÉTICOS

ARTÍCULO

Autoría: Paola Pérez-Polanco
Adscripción: Escuela de Medicina
Fecha de recepción: 04 agosto 2024
Fecha de aceptación: 20 enero 2025
Fecha de publicación: 28 marzo 2025

RESUMEN

La bioética, como principal objetivo, busca promover las prácticas responsables y justas tanto en la práctica médica como en la investigación. Es por ello que todas las instituciones dedicadas a la formación de profesionales de la salud buscan incrementar en los estudiantes el perfil bioético. Para lograr esto, se han creado varias estrategias de aprendizaje, como es el insertar la materia de bioética en los currículos. Una estrategia más que se propone en este artículo es crear semilleros de bioética a través de un diagnóstico del interés hacia la bioética que muestran los estudiantes de primer año de la Escuela de Medicina de la Universidad Justo Sierra, utilizando como instrumento de medición la revisión de un caso clínico.

Los resultados que se encontraron fueron que los estudiantes presentan mayor interés en aprender la fisiopatología, diagnóstico y terapéutica de las patologías, reflejando un bajo interés por la bioética. En conclusión, para incrementar el perfil bioético de estudiantes en los ciclos básicos de sus estudios, es necesario fomentar la discusión y la reflexión de situaciones bioéticas que les permitan construirse una postura y toma de decisiones.

ABSTRACT

Bioethics, as its main objective, seeks to promote responsible and fair practices both in medical practice and in research. This is why all institutions dedicated to the training of health professionals seek to increase the bioethical profile of students. To achieve this, several learning strategies have been created, such as inserting the subject of

bioethics into the curricula. One additional strategy proposed in this article is to create bioethics seedbeds through a diagnosis of the interest in bioethics shown by first-year students at the School of Medicine of Justo Sierra University, using the review of a clinical case as a measurement tool.

The results found were that students show greater interest in learning the pathophysiology, diagnosis, and therapy of pathologies, reflecting a low interest in bioethics. In conclusion, to increase the bioethical profile of students in the basic cycles of their studies, it is necessary to encourage discussion and reflection on bioethical situations that allow them to build a position and make decisions.

Palabras clave: Bioética, semilleros de bioética, estrategia de aprendizaje.

Key Words: Bioethics, bioethics seed, learning strategy.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, nos ha tocado ser partícipes de los grandes avances científicos y tecnológicos. Asimismo, la bioética ha emergido con mayor fuerza para guiar y evaluar los dilemas morales que han surgido en el área de las ciencias de la vida y la salud (Bermúdez, 2006; Ladrière, 2002; Remolina & Umaña, 2001). Es en la universidad donde se potencia la razón práctica como fundamento de la determinación de la voluntad, o del querer, y por consiguiente, de la dimensión ética y moral del ser humano. ¿Cómo incide todo esto en cuestiones bioéticas?

La bioética es un término que, al analizar su formación derivada de los vocablos griegos *bios* (vida) y *ethos* (ética), nos parecería evidente en qué consiste su estudio o aplicación. Sin embargo, conjuntar la ética y la vida no resulta tan evidente cuando buscamos los diferentes significados de bioética en la literatura. Por ejemplo, la Real Academia Española la define como la aplicación de la ética a las ciencias de la vida (Real Academia Española, 2001).

El diccionario Larousse del español la define como un conjunto de principios y normas que regulan la actuación humana con respecto a los seres vivos (Larousse, 2004). La *Enciclopedia de Bioética* la define como el estudio sistemático de la conducta humana en el ámbito de las ciencias de la vida y de la salud, analizada a la luz de los valores y principios morales (Reich, 1978). Este término nació cuando Van Rensselaer Potter, en un trabajo que realizaba en 1971, la definió como el estudio sistemático de la conducta humana en el área de las ciencias humanas y de la atención sanitaria.

En la actualidad, se tiene un concepto más amplio de la bioética. Se le atribuyen cualidades como la de

ser laica, pluralista, autónoma, racional, filosófica y discursiva, universal, interdisciplinaria, intermediadora y regulatoria. Asimismo, es importante recordar que actualmente se fundamenta en cuatro principios: autonomía, beneficencia, justicia y no maleficencia. Con estas características, la bioética logra fomentar la reflexión ética sobre diversos problemas, entre los cuales están: el medio ambiente, la calidad de vida, el costo de las intervenciones sanitarias, la justicia sanitaria, el genoma humano, entre muchos otros más. En particular, el avance biotecnológico, así como el acceso a los servicios de salud y las enfermedades emergentes que se presentan tanto en países desarrollados como en países en vías de desarrollo, son fuente real y potencial de dilemas bioéticos.

Una de las tantas preocupaciones entre las cuales la bioética pone mucha atención es en la manera de cómo se brinda la atención médica en los centros de salud y en cómo se proporcionan elementos para que se eduque al personal sanitario en una cultura de respeto y derecho, libre de discriminación en sus áreas de trabajo (Potter, 1970; García, 1987; Arizmendi, 1997; Williams, 2009). En 2006, Bermúdez de Caicedo insiste en que debe enseñarse la bioética en las universidades contemplando todas las carreras que se impartan, al igual que la Asociación Médica Mundial propone que debe insertarse una materia de bioética en el plan de estudios (Bermúdez, 2006).

Kottow, en 2009, realizó una comparación de los diferentes programas de bioética que se tienen en las universidades y encontró que no se fomenta la discusión y reflexión de situaciones bioéticas (Kottow, 2009).

García, en 2003, hace la propuesta de crear semilleros de investigación para fomentar el interés, precisamente, por la investigación en los estudiantes de pregrado y posgrado. Esto es, sembrarles una semilla que, con el tiempo y ayuda de los docentes, logren fortalecer su formación en esta actividad (García, 2003).

En este mismo sentido, se propone fomentar los semilleros bioéticos, definidos como un espacio de reflexión sobre dilemas bioéticos. Este espacio estará dirigido principalmente a estudiantes de ciclos básicos (primero a cuarto semestre) de medicina y profesores pertenecientes al comité de bioética de la institución. El objetivo que se pretende alcanzar con estos semilleros es incrementar el perfil bioético en estudiantes de medicina y que tengan la capacidad de reflexionar y decidir ante los diferentes dilemas que se les presentarán en el futuro.

DESARROLLO

Metodología

El objetivo de la investigación que aquí se expone fue:

> Fomentar los semilleros de bioética a través de un taller que trata sobre el diagnóstico del interés hacia la bioética que muestran los estudiantes de primer año de la Escuela de Medicina de la Universidad Justo Sierra utilizando como instrumento de medición la revisión de un caso clínico.

Se realizó el estudio de un caso clínico tomado del Centro de la Ética de la Universidad de Chile.13 Las preguntas del caso fueron modificadas y adaptadas para los fines de este trabajo. Este estudio fue descriptivo con un abordaje cualitativo y cuantitativo. El universo estuvo constituido por 100 estudiantes de primer semestre de ciclos básicos de la Escuela de Medicina de la Universidad Justo Sierra.

La metodología que se utilizó se dividió en dos fases:

Fase 1: Se invitó a los estudiantes a la revisión del caso clínico titulado “Control prenatal”. Dos días antes de la discusión del caso se les entregó por escrito dicho caso para que lo leyeran, respondieran 4 preguntas de conocimientos básicos y 3 preguntas de bioética. El caso clínico con las preguntas que se realizaron fueron las siguientes:

Caso clínico: Una mujer de 37 años, cursando un embarazo de 13 semanas es llevada al servicio de urgencia en la noche. Su marido, al llegar, la encuentra muy alterada, llorando porque en la ecografía que se le realizó en su control de embarazo, le dijeron que tenía un riesgo alto de tener un hijo con Síndrome de Down. La paciente no solicitó que se le 5 practicara ningún examen especial durante la ecografía ni se le pidió su consentimiento a ser informada.

El consultorio al que asiste tiene un ecógrafo nuevo, con un grupo de médicos muy competentes y en constante perfeccionamiento en un centro de referencia de medicina materno-fetal universitario.

Preguntas:

1. ¿Qué es el síndrome de Down?
2. ¿Cuáles son los factores de riesgo del síndrome de Down?
3. ¿Cuáles son las herramientas de diagnóstico que permiten predecir el síndrome de Down?
4. ¿En qué semana de gestación se pueden realizar el diagnóstico?
5. ¿Qué es el consentimiento informado?
6. ¿En qué condiciones debe usarse el consentimiento informado?
7. ¿Crees que el comentario del médico fue correcto con las evidencias mostradas?

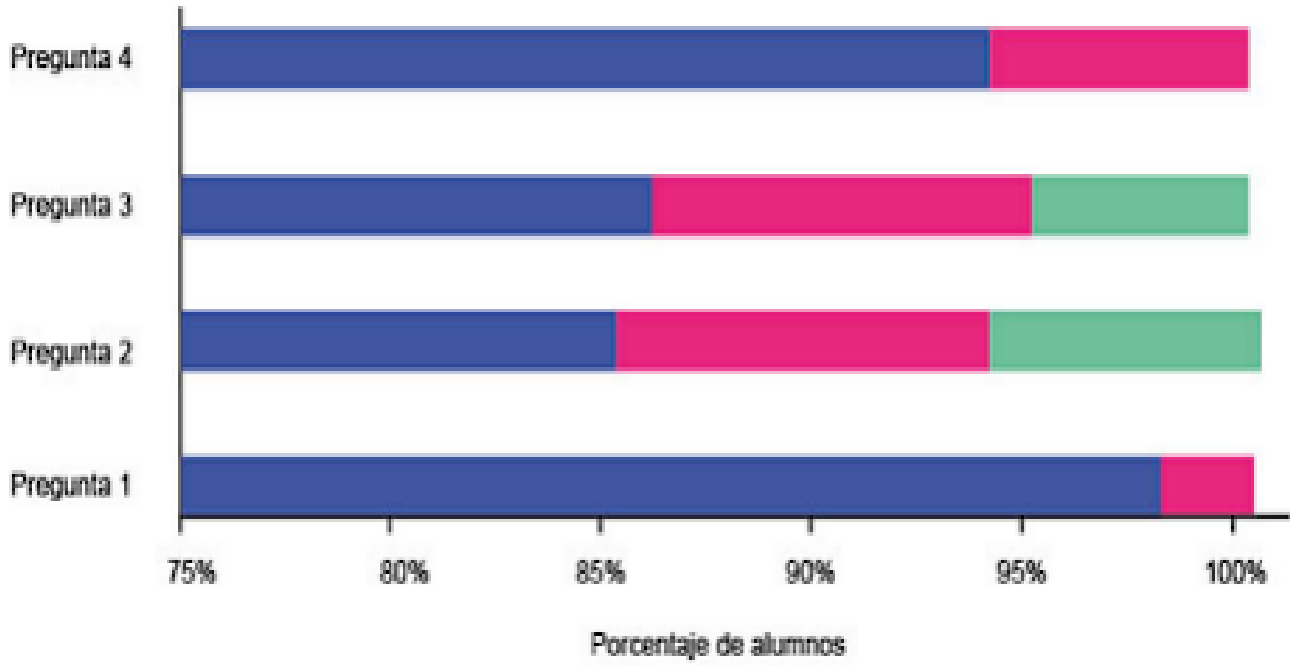
Fase 2: se realizó el taller de resolución del caso clínico en el que 3 alumnos de primer semestre fueron asesorados por 3 Profesoras que forman parte del comité de bioética de la Escuela de Medicina de la Universidad Justo Sierra y llevaron a cabo la discusión del dilema bioético que surgió con este caso.

RESULTADOS

Las primeras preguntas del cuestionario que respondieron los estudiantes de primer semestre de la Escuela de Medicina son conceptos básicos que les permitirían conocer el tema. En la figura 1 se muestran que la primera pregunta de conocimientos básicos fue saber qué es Síndrome de Down. Se observó que el 98% de los estudiantes investigaron en libros ya que la mayoría de las respuestas coincidieron que es una alteración genética producida por la presencia de un cromosoma extra (o una parte de él) en la pareja cromosómica 21, de tal forma que las células de estas personas tienen 47 cromosomas con tres cromosomas en dicho par (de ahí el nombre de trisomía 21), cuando lo habitual es que sólo existan dos. El 2% de 6 los estudiantes escribieron que ellos creen que el Síndrome de Down es la trisomía 21 sin explicar más detalles.

Figura 1

Gráfica representativa del porcentaje de respuestas de los estudiantes que asistieron al taller del caso clínico: Síndrome de Down

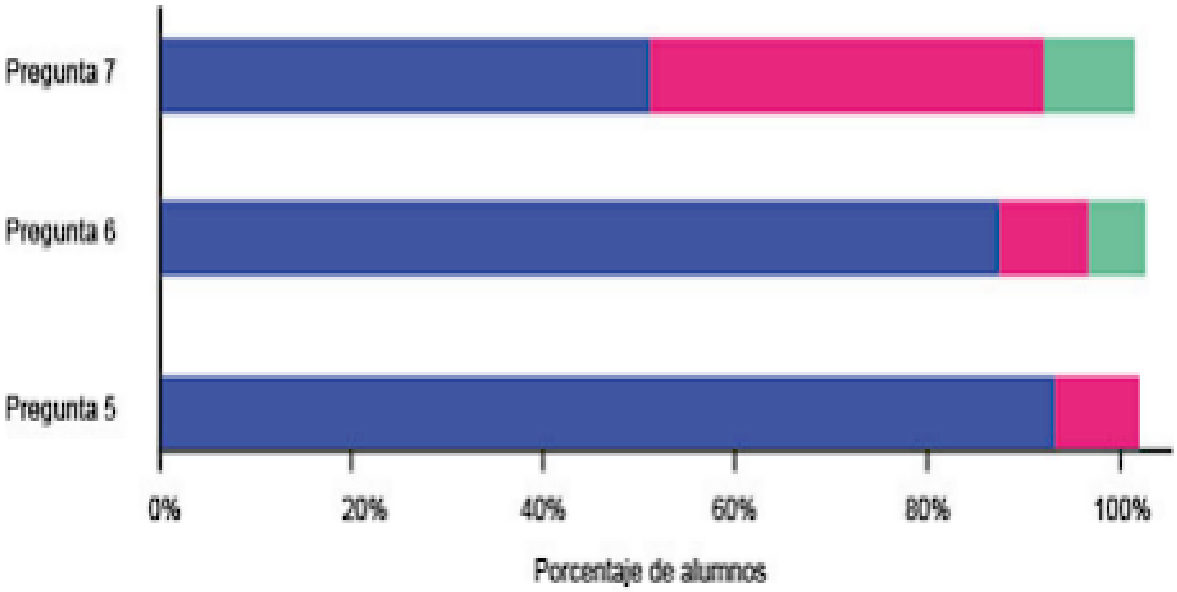


En la Figura 1 se puede apreciar que el color azul de la gráfica muestra el porcentaje de estudiantes que realizó una buena búsqueda. El color rojo muestra el porcentaje de estudiantes que no se esforzó por realizar una búsqueda bibliográfica para responder las preguntas. El color verde en la gráfica muestra la falta de interés que tuvieron los estudiantes en responder las preguntas.

La segunda pregunta sobre cuáles son los factores de riesgo del Síndrome de Down. El 85% de los estudiantes refirió que pueden presentarse al menos 3 factores como son: antecedentes familiares, mujeres que se embarazan teniendo más de 35 (también llamadas mujeres añosas) o menos de 18 años, y genéticos; el 9% de los estudiantes sólo mencionó que el principal factor de riesgo es la edad y el 6% de los estudiantes no respondió esta pregunta.

Figura 2

Gráfica representativa del porcentaje de las respuestas de los estudiantes en las preguntas de perfil bioético



En la Figura 2 el color azul en la gráfica muestra el interés que mostraron los estudiantes en conocer que es el conocimiento informado, cuando usarse, así como mencionar que la opinión del médico fue incorrecta con las evidencias que tenía en ese momento. El color rojo muestra el porcentaje de estudiantes que no realizaron una buena búsqueda bibliográfica para saber que es el consentimiento informado, cuando usarse y su opinión fue que la respuesta del médico fue correcta. El color verde en la gráfica refiere al porcentaje de alumnos que no respondieron cuando debe usarse el consentimiento informado y no dieron su opinión acerca del comportamiento del médico con la paciente.

La tercera pregunta fue referente a las herramientas diagnósticas que permiten predecir el Síndrome de Down. El 86% de los estudiantes refieren que existe más de 5 técnicas que le permitirán al médico tener un mejor diagnóstico, el 9% de los estudiantes hicieron una escasa búsqueda bibliográfica ya que mencionaron sólo 2 herramientas y 5% de los estudiantes no respondieron esta pregunta.

La cuarta pregunta de conocimientos básicos se refiere a la semana de gestación a la cual se puede realizar el diagnóstico de Síndrome de Down. El 94% de los estudiantes mencionaron que a partir de la semana 11 y el 6% no respondió esta pregunta.

Las primeras 4 preguntas del caso clínico nos dan una idea del gran interés que tienen los estudiantes por conocer qué es la enfermedad, cómo se diagnostica, y principalmente nos habla del interés que presentan los estudiantes hacia el campo clínico.

Para conocer el perfil bioético de los estudiantes en el caso clínico se realizaron 3 preguntas y los resultados pueden observarse en la figura 2. En la primera pregunta del perfil bioético que se refiere al conocimiento del consentimiento informado el 93% de los estudiantes refieren que es la expresión tangible del respeto a la autonomía de las personas, es la manifestación de la actitud responsable y bioética del personal médico o de investigación en salud, que eleva la calidad de los servicios y que garantiza el respeto a la dignidad y a la autonomía de las personas. El 7% de los estudiantes 8 mencionaron que es un documento que debe darse a los pacientes si es que necesitan realizarles un procedimiento invasivo.

La segunda pregunta que se les realizó tiene que ver con el conocimiento de cuándo debe utilizarse el consentimiento informado. El 84% de los estudiantes mencionó más de 5 usos del consentimiento informado refiriendo los procedimientos invasivos, de diagnóstico o terapéuticos, para control de fertilidad, intervención quirúrgica y en protocolos de investigación entre los más importantes. El 9% de los estudiantes sólo refirió que se usa en procedimientos invasivos, para control de la fertilidad e intervención quirúrgica. El 7% no respondió esta pregunta.

La tercera pregunta corresponde a conocer qué es lo que piensan acerca de si el comentario del médico fue correcto con las evidencias que él tenía. Esta pregunta fue muy controversial ya que 41% de los estudiantes refieren que fue correcta la respuesta que dio el médico a la paciente, sin embargo, el 51% de los estudiantes mencionaron que no estuvo bien la respuesta que le dio el médico a la paciente, el 8% de los estudiantes no respondió esta pregunta.

Al resolver el caso clínico con los estudiantes, de acuerdo a lo publicado en Bioética Clínica de la Universidad de Chile, se les indicó que el haber hecho pasar a la madre por un examen no solicitado por ella cuyo resultado

podría no haber sido el deseado, fue una falta a un principio bioético: la autonomía de los padres. El segundo punto que se tomó en cuenta como parte importante de su formación médica es la comunicación que se tiene con el paciente, ya que en el caso clínico es probable que la madre no entendió que el médico solo menciono que existía una posibilidad de que su futuro hijo presentará Síndrome de Down, ya que existe una probabilidad de que fuera normal en el caso de que el pliegue retronucal fuera menor de 6.5 mm. Asimismo, si los padres no solicitaron realizar el examen para conocer de la existencia del Síndrome Down se le está generando una situación de angustia que impactará en su entorno familiar y emocional, esta situación se puede evitar si se tiene una adecuada conversación de consejería previa al examen. Es importante mantener una adecuada relación médico – paciente para generar un ambiente de confianza y credibilidad ante su paciente.

Los resultados obtenidos en las respuestas de los cuestionarios así como en la resolución del caso clínico nos llevaron a reflexionar sobre la gran necesidad que existe en crear espacios de reflexión en donde los estudiantes puedan expresar sus opiniones acerca de los diferentes 9 dilemas bioéticos, así como buscar la mejor solución para tratarlos o resolverlos con ayuda de sus profesores. Los espacios reflexivos que se están creando en la Escuela de Medicina de la Universidad Justo Sierra son semilleros bioéticos que ayudarán a solventar esta necesidad al promover la discusión y tomar alguna postura ante los diferentes dilemas bioéticos.

DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Discusión

La bioética se caracteriza por: análisis racional de situaciones conflictivas, utilización correcta de la información, trabajo interdisciplinario, consenso y responsabilidad (Vitier, 1996; Molina, Pérez, Suárez & Rodríguez, 2008). El bioeticista se caracteriza por tener una actitud de apertura, voluntad de diálogo, trabajo en equipo, estudio sistemático, responsabilidad y disposición a recomenzar el análisis.

No hay duda de que es en los centros de educación superior, como las universidades, donde se fomentan con mayor fuerza las aptitudes hacia una actitud bioética deseable. Los grandes retos que se presentan en la enseñanza de la bioética son lograr transmitir conocimientos, actitudes y valores. Los valores se aprenden, por tanto, son educables. Es por ello que la estrategia del profesor para formar valores en los estudiantes incluye: conocimiento del desempeño profesional que tendrán los estudiantes, así como del plan de estudios. En cuanto a este último punto, se debe tener una correspondencia

entre las asignaturas, definición de objetivos y formas de evaluación; conocimiento de las características de los estudiantes y la relación de las asignaturas con los problemas del mundo real.

Los talleres de bioética ofrecen una oportunidad para que los participantes se familiaricen con los principios y teorías fundamentales de la bioética. Conceptos como la autonomía, la justicia, la beneficencia y la no maleficencia son fundamentales para la práctica ética en la investigación y el cuidado de la salud. Estos talleres proporcionan una base teórica sólida, que es esencial para comprender las implicaciones éticas de las decisiones y acciones en estos campos.

En este trabajo se reportó la necesidad de realizar más discusiones sistematizadas sobre los aspectos éticos y bioéticos integrados a las actividades prácticas para estimular y fortalecer la reflexión ética de los estudiantes. Principalmente, proponemos la formación de semilleros en bioética como un espacio extracurricular creado por los profesores integrados en el comité de bioética de la institución, y sean quienes organicen la presentación, análisis y discusión de casos clínicos, cine-debates, comentarios de noticias publicadas, entre otras estrategias pedagógicas existentes para ayudar a incrementar el perfil bioético requerido en los egresados del sector salud.

Hoy en día se tienen muchas estrategias grupales de enseñanza-aprendizaje (debate, simposio, mesa redonda, seminario, taller, cine-debate, etc.) que se pueden utilizar e implementar en los semilleros bioéticos para conseguir una educación continua en bioética, ya que las clases de bioética que se tienen integradas en su plan de estudios ayudan a transmitir conocimientos sobre ética, deontología profesional y legislación, así como sobre ética clínica y ética global. Pero para cambiar sus actitudes y transmitir valores, resulta bastante menos eficaz la clase magistral; es por ello que es necesario tener un espacio como los semilleros bioéticos (León, 2008).

Es importante que los comités de bioética institucionales intervengan y promuevan este tipo de actividades para fomentar la bioética desde los primeros años de las carreras, para que así el egresado sea capaz y competente en emitir opiniones y recomendaciones sobre situaciones éticas surgidas principalmente en la práctica clínica médica, y responda a las demandas de nuestra sociedad.

Conclusión

Ser un médico con principios científicos, bioéticos y humanistas es un perfil de egresado que cumple las demandas que requiere la sociedad. Para lograr cumplir este perfil es importante que las instituciones formadoras de profesionistas de la

salud fomenten también el carácter bioético en los estudiantes de medicina desde el primer semestre de la carrera. Una propuesta para llevar a cabo este objetivo es a través de la generación de semilleros bioéticos que le permita al docente guiar al estudiante ante estos dilemas que existen en la actualidad. Esta estrategia ayudará a que tengan un buen criterio y sobre todo tengan la capacidad de opinar y resolver estos problemas que se presentan día con día. Una estrategia de enseñanza–aprendizaje de la bioética es el estudio de casos donde se fomenten la opinión e investigación de dichos temas, como se realizó en esta investigación.

REFERENCIAS

Arizmendi, O. (1997). La formación ética en la educación superior. *Revista Educación y Educadores, 1*, 33–36.

Bermúdez, C. (2006). Necesidad de la bioética en la educación superior. *Acta Bioethica, 12*(1), 35–40.

Bioética Clínica. (2010). *Centro de Ética - Bioética en gineco-obstetricia y pediatría*. Universidad de Chile. http://centrodelaetica.wordpress.com/

García, C. (2003). *Los semilleros de investigación: Hacia la reflexión pedagógica en la educación superior*. Medellín: Fondo Editorial Biogénesis.

García, D. (1987). La bioética, una nueva disciplina académica. *Revista JANO, 33*(781), 69–74.

Kottow, M. (2009). Enseñanza de la bioética: una síntesis. *Revista Brasileira de Educação Médica, 33*(4), 658–663.

Ladrière, J. (2002). ¿Por qué una ética de la vida? *Revista Latinoamericana de Bioética, 3*, 64.

Larousse. (2004). *Pequeño Larousse Ilustrado*. México D.F., México: Larousse.

León, F. (2008). Enseñar bioética: cómo transmitir conocimientos, actitudes y valores. *Acta Bioethica*.

Molina, L., Pérez, S., Suárez, A., & Rodríguez, W. (2008). La importancia de formar en valores en la educación superior. *Acta Odontológica Venezolana, 46*(1), 1–14.

Potter, V. (1970). Bioethics: The science of survival. *Perspectives in Biology and Medicine*. New York.

Real Academia Española. (2001). *Diccionario de la lengua española* (22ª ed.). Madrid, España.

Reich, W. (1978). *Encyclopedia of Bioethics*. New York.

Remolina, N., & Umaña, Y. (2001). *Aporte de la bioética a la educación de ciudadanos*

del mundo [Tesis de grado, Instituto de Bioética, Pontificia Universidad Javeriana].

Vitier, C. (1996). *La formación de valores en las nuevas generaciones* (pp. 20–29). La Habana: Editora Política.

Williams, J. (2009). *Manual de ética médica*. Asociación Médica Mundial. http://www.wma.net/es/30publications/30ethicsmanual/pdf/ethics_manual_es.pdf

FLUJO DIGITAL EN ESTOMATOLOGÍA

ARTÍCULO

Autoría: María del Rocío Ayala González
Adscripción: Escuela de Estomatología
Fecha de recepción: 04 agosto 2024
Fecha de aceptación: 20 enero 2025
Fecha de publicación: 28 marzo 2025

RESUMEN

La práctica clínica estomatológica ha tenido muchos avances desde hace 20 años, en donde se han tratado de reducir los tiempos de trabajo y mejorar la calidad en los tratamientos, por lo que se han incluido herramientas digitales en los tratamientos estomatológicos y en los laboratorios dentales, cambiando los procedimientos manuales a los digitalizados, logrando tener un control de calidad que antes solo dependía del estomatólogo o del técnico dental.

En la actualidad, el entorno digital ha evolucionado en el mundo, y en el caso de Estomatología no es una excepción, por lo que se han incluido herramientas digitales que son de gran utilidad tanto para el estomatólogo como para el paciente. Estas se aplican desde la elaboración de expedientes digitales para el diagnóstico y plan de tratamiento, la obtención de radiografías en 3D de gran calidad por medio de la Tomografía Cone Beam, la elaboración de restauraciones protésicas que reducen el tiempo y mejoran la calidad de su elaboración, superando las técnicas convencionales de fabricación de las prótesis y restauraciones con el uso de la tecnología CAD-CAM y la colocación de implantes. A estos métodos llevados a cabo por recursos digitales se les conoce como Flujo Digital, con la finalidad de optimizar el trabajo clínico.

Estas tecnologías han tenido gran impacto y, aunque se han utilizado en otros momentos otras herramientas como la cámara digital para los tratamientos de ortodoncia, las herramientas actuales se han dirigido al desarrollo y avance en los tratamientos estomatológicos.

ABSTRACT

Stomatological clinical practice has had many advances in the last 20 years, where it has sought to reduce work times and improve the quality of treatments, so digital tools have been included in stomatological treatments and dental laboratories, changing manual procedures to digitized ones, achieving quality control which previously only depended on the stomatologist or the dental technician. Nowadays, the digital environment has evolved worldwide, and in the case of Stomatology, it is no exception. Digital tools have been included, which are very useful both for the stomatologist and for the patient. These are applied from the preparation of digital files for diagnosis and treatment planning, obtaining high-quality 3D X-rays by means of Cone Beam Tomography, and the development of prosthetic restorations that reduce time and improve the quality of their fabrication, surpassing conventional techniques for the production of prostheses and restorations using CAD-CAM technology and implant placement. These methods, carried out through digital resources, are known as Digital Workflow, aimed at optimizing clinical work.

These technologies have had a great impact, and although other tools such as digital cameras for orthodontic treatments have been used in the past, current tools have focused on the development and advancement of dental treatments.

Palabras clave: Tomografía Computarizada de Haz Cónico, Tomografía Cone Beam, CAD-CAM- El CAD Diseño asistido por computadora.

Key Words: Cone Beam Computed Tomography, Tomografía Cone Beam, CAD computer-aided design y CAM computer- aided manufacturing.

INTRODUCCIÓN

Los avances en Estomatología se realizan para lograr un mejor trabajo clínico. Han sido diseñados para el diagnóstico y plan de tratamiento hasta la elaboración de restauraciones, ofreciendo más información, más facilidad de trabajo y más precisión, ofreciendo así mejores resultados a los pacientes.

El flujo de trabajo en Estomatología Digital no solo consiste en emplear gran cantidad de tecnología en la práctica estomatológica, ya que también es importante usar un proceso que mejore la velocidad y la precisión del tratamiento.

La tecnología digital es un avance con tecnologías innovadoras que tiene como objetivo realizar el diagnóstico y el plan de tratamiento a través de un software 100 % digital, para obtener los registros virtuales del paciente con el escáner intraoral y el 3D, y para la fabricación de prótesis en el laboratorio mediante tecnología CAD-CAM Dental.

DESARROLLO

El término flujo digital en Estomatología lo podemos definir como un proceso de trabajo en el cual cada fase de diagnóstico, plan de tratamiento y realización del tratamiento se lleva a cabo mediante un proceso digital, desde la evaluación inicial hasta la planificación y ejecución del tratamiento.

Evaluación y diagnóstico

Mediante la obtención de imágenes 3D de radiografías digitales, se puede hacer una evaluación más precisa de la estructura dental y ósea, y el uso de los sistemas CAD-CAM nos permite diseñar y realizar restauraciones en forma digitalizada.

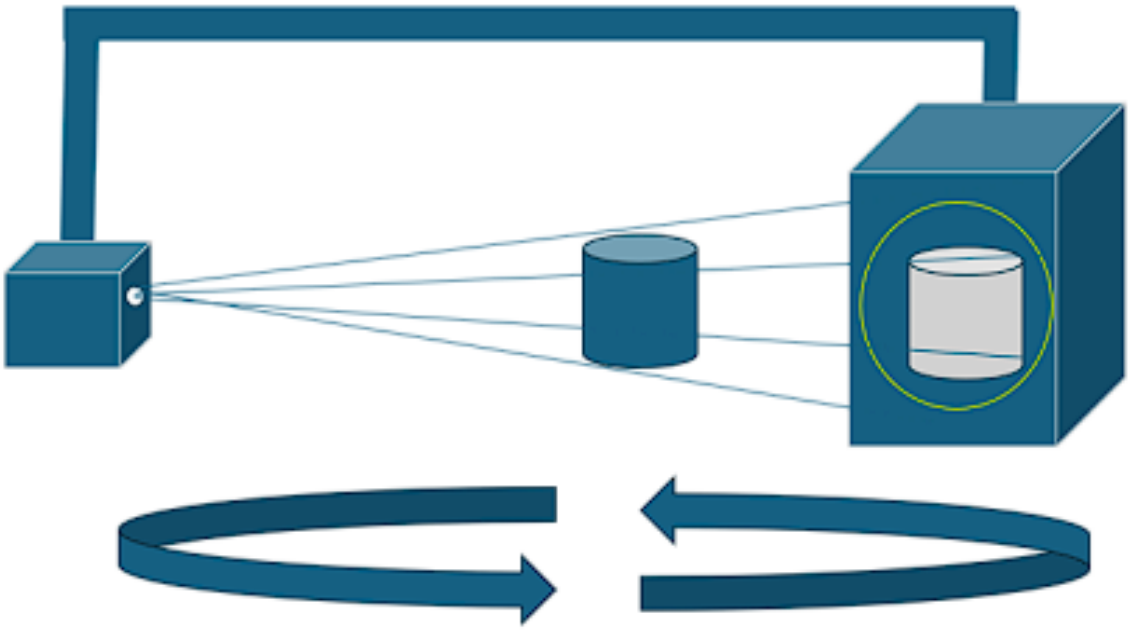
Las imágenes en 3D se obtienen mediante Tomografías Cone Beam (CBCT, por sus siglas en inglés *Cone Beam Computed Tomography*), las cuales nos proporcionan imágenes en tercera dimensión, obtenidas de la misma manera que una radiografía convencional, pero empleando la tecnología en la adquisición de imagen del haz cónico de rayos X. Este permite que la imagen sea adquirida como un volumen y no en un plano.

El tomógrafo Cone Beam emite los haces de rayo X en forma cónica, por lo que se obtiene una imagen más real en comparación con las radiografías en las que el aparato de rayos X emite solo un rayo dirigido al punto a observar. Debemos mencionar que las radiografías convencionales o análogas tienen algunas limitaciones, ya que son imágenes en 2 dimensiones y no podemos determinar la posición exacta de un órgano dentario, algún objeto o lesión que se encuentre en la boca del paciente, lo cual sí es posible con la nueva tecnología digital Cone Beam Computed Tomography. Es decir, con este tipo de tecnología se logra obtener una imagen completa y en cualquier plano de la cabeza del paciente, pudiendo enfocar el área de interés en cualquier plano.

La dosis de radiación que se emplea durante la CBCT es hasta un 90 % menor que en otras pruebas similares, como la tomografía axial computarizada, y aunque las dosis son mayores a las de las radiografías convencionales, la imagen diagnóstica es superior para poder realizar un excelente diagnóstico. En comparación con las radiografías convencionales, la dosis de radiación de la *Cone Beam Computed Tomography* (CBCT) se presenta similar a la del examen periapical de toda la boca o equivale aproximadamente de 4 a 15 veces la dosis de una radiografía panorámica.

Figura 1

Tomografía Cone Beam



Otro avance en la tecnología digital es el CAD-CAM, el cual permite diseñar y fabricar objetos en 3D por medio de una computadora. En Estomatología se emplea principalmente para trabajos de restauración dental, aunque también es muy utilizada en otro tipo de tratamientos como implantes, fabricación de guías para ortodoncia y en cirugía para ver cómo se va a realizar una intervención quirúrgica.

El sistema consta de dos fases: la fase CAD (*Computer Aided Design*), encargada de diseñar las prótesis dentales que queremos elaborar. Lo hace basándose en una imagen digital, animada, en 3D de la dentadura del paciente. Esta imagen se obtiene escaneando el interior de su boca o tomando impresiones de manera convencional para digitalizarlas después.

Existen dos tipos de escáneres: El escáner extraoral, usado por los técnicos dentales o bien en los laboratorios, se emplea escaneando un modelo tradicional obtenido con silicona o alginato. Estos permiten transformar los moldes tradicionales en un archivo 3D interpretable por los softwares de diseño CAD. Los escáneres extraorales se usan en los laboratorios y pueden digitalizar los modelos tradicionales mediante dos sistemas:

- Escáner de palpación táctil
- Escáner óptico

Los escáneres de palpación táctil son muy precisos, requieren más tiempo de escaneo que los de registro óptico y dependen del tamaño del palpador.

El escáner de palpación táctil también se usa en la clínica para obtener imágenes directamente de la boca del paciente mediante una cámara muy pequeña, obteniendo un archivo digital que se abre directamente en los softwares de diseño del laboratorio.

El diseño CAD (*Computer Aided Design*) muestra imágenes de la anatomía del órgano dentario y el espacio, y también del color del mismo, para encontrar una congruencia restauradora y estética para el paciente.El escaneo óptico se realiza por medio de la utilización de rayos láser, los cuales sirven como fuente de iluminación. De esta manera, se obtiene una estructura en 3D mediante un proceso llamado “proceso de triangulación”. La luz y la unidad receptora se encuentran entre ellas con un ángulo definido, y se obtienen los datos por medio de líneas, imágenes o puntos que crean una matriz de puntos. El escaneo óptico también utiliza una cámara intraoral, la cual registra y transmite una imagen del diente preparado y de las estructuras anatómicas del paciente.

Para la planificación del tratamiento se emplea un software de diseño asistido por computadora (CAD), utilizado para planificar procedimientos como implantes, coronas y puentes. Permite a los estomatólogos y pacientes visualizar el resultado esperado antes de comenzar el tratamiento. Mediante la toma de impresiones digitales de la boca del paciente se obtiene una vista tridimensional de la cavidad bucal. Generalmente, los estomatólogos utilizan materiales de impresión convencionales, lo que resulta incómodo para el paciente, y este proceso elimina el uso de estos materiales. Al obtener digitalmente las características de las piezas dentales, permite al estomatólogo crear restauraciones indirectas precisas gracias al proceso de tallado mecanizado o mediante impresión 3D.

También se logra reducir el tiempo de elaboración de las restauraciones o prótesis dentales, porque de esta forma se agiliza el envío de las impresiones al laboratorio.

Para la fabricación de prótesis y aparatos se requiere la impresión 3D, utilizada para crear modelos, guías quirúrgicas, prótesis y aparatos ortodónticos personalizados, y fresadoras para la fabricación precisa de coronas, puentes y otros dispositivos dentales.

La prótesis se fabrica mediante un software y se elabora a partir del diseño de la prótesis. Después de realizar el diseño de una prótesis, para su fabricación se requiere un sistema de fresado: CAM (fabricación asistida por medio de una computadora). Para esto se requieren dos procesos:

- Programación por software del Nesting: es la colocación de las piezas a ser fresadas dentro del bloque o disco del material que se ocupa de alojar espacialmente la pieza a ser producida en el lugar concreto del bloque o disco de material que se va a utilizar.

- Programación de la estrategia de fresado: se encarga de dar las instrucciones concretas a la máquina para determinar la fresa que se va a utilizar y el número de pasadas que va a dar.

Después de la fase de diseño, llega la fase de fabricación o producción de las prótesis. Después de haber obtenido el archivo digital 3D mediante los softwares de diseño, debe ser producido. Para ello, hay dos formas de tecnologías de fabricación disponibles en la actualidad: las técnicas de fabricación por adición y las técnicas de fabricación por sustracción.

Técnicas de fabricación por sustracción: son conocidas como fabricación sustractiva, principalmente el mecanizado por fresado:

- Fresado

- Electroerosión

- Ablación láser

Técnicas de fabricación por adición:

- SLA (*Estereolitografía*): es la polimerización continua por medio de rayo láser de una resina especial. Una vez que la capa se solidifica, el láser continúa con un baño de resina líquida, calentándola para polimerizarla y endurecerla hasta que, después de varias capas, se forma el objeto completo.

- FDM (*Modelado por deposición fundida*): procedimiento físico mediante el cual la impresora deposita filamentos de polímero termoplástico calentado a su temperatura de plastificación, capa por capa, mediante una boquilla, para formar el objeto esperado (*"CAD/CAM: imprescindible en la odontología moderna - Owandy Radiology"*).

- DMD (*Deposición directa de metal*).

- SLM: procedimiento físico en el cual la computadora deposita capas sucesivas de polvo metálico mediante un láser que recorre un lecho para fundirlo hasta la formación de la pieza metálica.

- EBM (*Fundido selectivo por haz de electrones*).

En Odontología, hasta hace pocos años, los procesos de fabricación CAM se fundamentaban casi únicamente en protocolos de sustracción por fresado mediante máquinas CNC (de control numérico por ordenador).

La evolución del CAD/CAM se muestra con tres métodos diferentes:

CAD/CAM directo

El estomatólogo realiza la prótesis en una única sesión. Todas las etapas se realizan en el consultorio.

CAD/CAM semidirecto

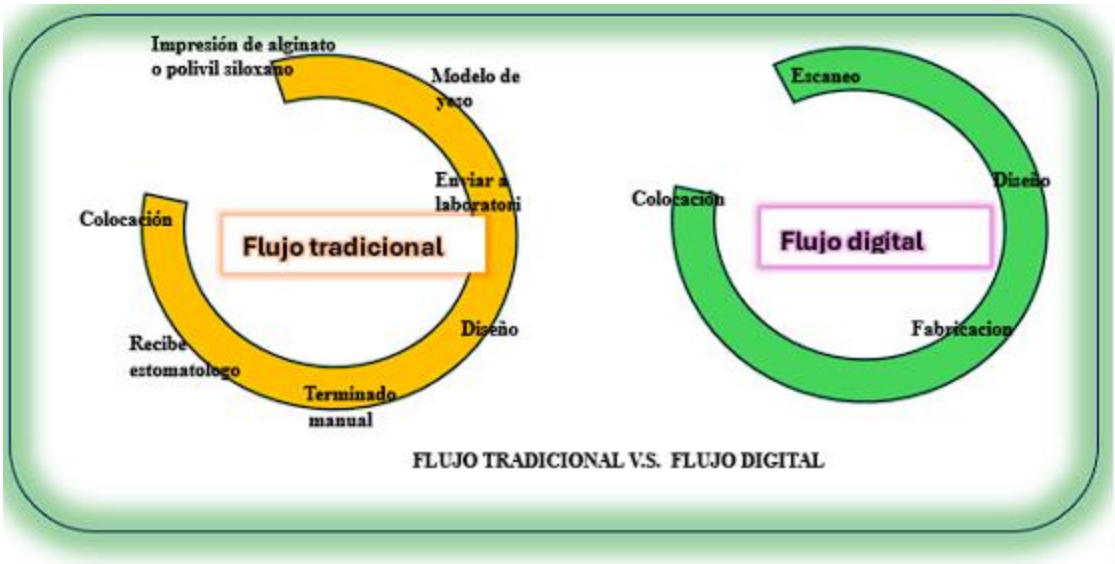
Por lo menos una etapa se realiza en el consultorio dental; la adquisición realizada por el especialista puede tratarse en el consultorio para realizar el CAD, o puede enviarse a un laboratorio en tiempo real, lo cual permite la interacción directa e inmediata con el técnico de laboratorio para la realización del dispositivo, así como del cosmético.

CAD/CAM indirecto

El estomatólogo realiza una impresión con materiales como alginato o silicón, que enviará al laboratorio dental.

Figura 2

Flujo tradicional vs Flujo digital



El flujo digital no solo mejora la precisión y eficiencia de los tratamientos dentales, sino que también puede mejorar la experiencia del paciente al reducir el tiempo de espera y aumentar el confort. Estas tecnologías están transformando la práctica odontológica, permitiendo tratamientos más personalizados y resultados predecibles, ofreciendo una serie de ventajas:

1. Gracias a esta tecnología, podemos lograr la planificación del tratamiento en 3D por computadora desde el inicio, logrando un procedimiento predecible basado en un diagnóstico preciso, empleando tecnología como el CAD-CAM Dental.

2. Claridad para el paciente, ya que puede visualizar de manera dinámica todo su tratamiento.

3. Disminución de errores en la fabricación, lo que supone menos citas para el paciente y una adaptación más adecuada.

4. Emplear una tecnología precisa y confiable que nos permita lograr, a través de esta, el diseño y fabricación de la prótesis, reduciendo la posibilidad de equivocaciones o errores.

5. Operaciones guiadas y menos invasivas. En cirugía, el CAD-CAM facilita la planificación de las intervenciones, ya que las podemos simular en pantalla, con lo que también evitamos molestias innecesarias para el paciente.

6. Ahorro en tiempo y mayor precisión para el odontólogo, sustituyendo los modelos de yeso por el escáner intraoral, disminuyendo los tiempos de producción y eliminando los envíos de modelos físicos a los laboratorios dentales.

En resumen, el flujo digital completo consta de tres fases:

1. Digitalización
2. Diseño
3. Producción

En Periodoncia, este flujo digital es de gran ayuda para observar los sitios quirúrgicos a operar, haciendo la cirugía más precisa, predecible y segura para el paciente.

En la odontología pediátrica y ortopedia maxilar, esta tecnología digital se emplea en el diagnóstico y tratamiento de pacientes con labio y paladar fisurado, y se evita el uso de materiales de impresión como el hidrocoloide irreversible (alginato), aumentando la comodidad de los pacientes en la elaboración de sus reconstrucciones.

En ortodoncia se utiliza para personalizar los *brackets* de los pacientes; de esta manera, se controlan las fuerzas ortodóncicas y se aumenta la eficacia del movimiento dental, logrando que la tasa de reabsorción radicular sea menor, al igual que el tiempo del tratamiento ortodóncico.

CONCLUSIONES

La digitalización es una nueva forma de trabajar que ofrece mayor predictibilidad y precisión, más ágil y dinámica, además de mejorar la experiencia del paciente, haciendo más cómoda la toma de impresión tanto para el paciente como para el profesional.

Las impresiones 3D generadas a partir de la información proporcionada por un escáner intraoral o una tomografía nos permiten mostrarle al paciente la relación entre el diagnóstico y el plan de tratamiento elegido, y el paciente puede ser consciente de la evolución del tratamiento.

Con la tecnología del CAD/CAM, el mundo de la odontología ha revolucionado, ya que ha permitido abrir nuevas posibilidades en los tratamientos, así como el desarrollo de nuevos materiales.

REFERENCIAS

Cruz, E. A. (2018). Digital dentistry: The future is now. *Revista Estomatología, 25*(2), 8–9. https://doi.org/10.25100/re.v25i2.6484

González García, E. (2014). *Tomografía Cone Beam 3D: Atlas de aplicación en Odontología* (2.ª ed.). AMOLCA.

Olarte-Sarmiento, J. M., & Castro-Osorno, S. (2021). Odontología digital. *CES Odontología, 34*(2), 1–2. https://doi.org/10.21615/cesodon.6539

Owandy Radiology. (2020). *CAD/CAM: Imprescindible en la odontología moderna*.

Pradíes Ramiro, G. (s.f.). Soluciones clínicas en odontología. *Revista SCO*.

Saludate. (s.f.). ¿Qué es el flujo digital en la clínica y laboratorio dental? *Guía Médica Saludate*. https://www.guiamedicasaludate.com/articulo/82/qu-es-el-flujo-digital-en-la-clnica-y-laboratorio-dental

Sánchez Durán, A. (s.f.). Odontología digital: El futuro es ahora. *Revista SCO: Odontología Digital*.

Wanschka, P. I. (2011). Variedad de materiales en la tecnología CAD/CAM. *Elsevier, 22*(6), 367–373. https://www.elsevier.es/es-exportar-rif-X1130533911238388

RESPONSABILIDAD SOCIAL Y RECREACIÓN COMO MOTORES DE LA FORMACIÓN INTEGRAL UNIVERSITARIA: EL CASO DE LA DONACIÓN DE ALIMENTO A UN ALBERGUE CANINO

ARTÍCULO

Autoría: *Rogelio Arteaga Tlecuitl, Luz Flores Martínez, Óscar Coronado Rosas y Alejandro Alvear Orozco*
Adscripción: *Dirección de Extensión Universitaria*
Fecha de recepción: *28 julio 2024*
Fecha de aceptación: *21 octubre 2024*
Fecha de publicación: *28 marzo 2025*

RESUMEN

La Formación Integral en la Universidad busca el desarrollo completo del estudiante, combinando conocimientos teóricos, habilidades prácticas, competencias socioemocionales y valores éticos. Este modelo promueve el aprendizaje activo y colaborativo, la resolución de problemas y la Responsabilidad Social, se basa en teorías pedagógicas como el constructivismo, el aprendizaje basado en problemas, la pedagogía crítica y el aprendizaje colaborativo; acordé al modelo Humanista de la Universidad Justo Sierra. En el presente trabajo, se investigó cómo la donación de alimentos y la convivencia con perros del Albergue Xollin, junto con Actividades Deportivo-Recreativas que promueven la Responsabilidad Social y la Formación Integral de los universitarios. Se organizaron dos jornadas con 50 estudiantes cada una realizadas el 4 de mayo y el 1 de junio de 2024. Esta experiencia sensibilizó a los estudiantes sobre la situación de los perros callejeros y la adopción responsable. Se creó un collage de fotos del evento, compartido en redes sociales, que reforzó la memoria de la actividad. Una encuesta reveló que los estudiantes consideraron la actividad importante y memorable, destacando su impacto positivo en la cohesión social y el sentido de pertenencia universitaria.

ABSTRACT

Integral education at the university aims for the complete development of the student by combining theoretical knowledge, practical skills, socio-emotional competencies, and ethical values. This model promotes active and collaborative learning, problem-solving, and social responsibility. It is based on pedagogical theories such as constructivism, problem-based learning, critical pedagogy, and collaborative learning. In this study, the impact of food donations and interactions with dogs at the Xollin Shelter, along with recreational activities, on promoting social responsibility and integral university education was investigated. Two sessions were organized, each with 50 students, held on May 4 and June 1, 2024. This experience raised students' awareness about the situation of stray dogs and responsible adoption. A photo collage of the event was created and shared on social media, reinforcing the memory of the activity. A survey revealed that students found the activity important and memorable, highlighting its positive impact on social cohesion and the sense of university belonging.

Palabras clave: Formación integral, Responsabilidad social, Actividades Recreativas y Culturales, Albergue canino.

Key Words: Comprehensive training, Social responsibility, Recreational activities, Dog shelter.

INTRODUCCIÓN

La idea de la formación integral tiene raíces profundas en la historia de la educación, desde la antigua Grecia, filósofos como Platón y Aristóteles promovieron la educación holística que abarcaba tanto el desarrollo intelectual como moral y físico del individuo (Ponce, 2016). En la Edad Media, las universidades europeas adoptaron un enfoque similar con el *trivium* y el *quadrivium*, que integraban disciplinas como la gramática, la retórica, la lógica, la aritmética, la geometría, la música y la astronomía (Le Goff, 2017). En el Renacimiento, la educación humanista defendió la formación integral basada en el estudio de las artes liberales y las ciencias, con la creencia de que un individuo bien educado debe poseer un conocimiento amplio y equilibrado (Núñez, 2018). En el siglo XIX, el modelo prusiano de educación y las reformas educativas de John Dewey en Estados Unidos promovieron una educación más práctica e integral, enfocada en el desarrollo de habilidades para la vida y la participación ciudadana (Gutek, 2014).

La formación integral en el ámbito universitario se caracteriza por un enfoque multidisciplinario y holístico que busca el desarrollo completo del estudiante (Cortina, 2016), lo incluye no solo la adquisición de conocimientos teóricos, sino también el desarrollo de habilidades prácticas conocido como aprendizaje significativo (Ausubel, 2000),

competencias socioemocionales y valores éticos (González y Wagner, 2019). Este modelo educativo promueve el aprendizaje activo y colaborativo (Tobón, 2008), la resolución de problemas, el pensamiento crítico y creativo, y la responsabilidad social (Nuñez y Sanz, 2017).

Por otro lado, la responsabilidad social es un concepto que ha adquirido una importancia creciente en la sociedad contemporánea. En el ámbito de la protección y bienestar animal, los albergues caninos son fundamentales para la protección y el bienestar de los perros sin hogar. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), existen millones de perros callejeros en todo el mundo, muchos de los cuales sufren de hambre, enfermedades y abuso (OMS, 2018). Los albergues proporcionan un lugar seguro donde estos animales pueden recibir atención veterinaria, alimentación adecuada y la posibilidad de ser adoptados por familias responsables. Además, estos refugios realizan campañas de esterilización y vacunación que son esenciales para controlar la población canina y prevenir enfermedades zoonóticas (Houlihan, 2020). Uno de los aspectos más destacados de la labor de los albergues caninos es su papel en la educación de la comunidad. Estas instituciones organizan talleres y campañas informativas para sensibilizar a la población sobre la importancia de la adopción, la esterilización y el cuidado responsable de los animales de compañía. Según un estudio de McMillan *et al*. (2015), los programas educativos implementados por los albergues tienen un impacto significativo en la reducción del abandono y maltrato animal, ya que fomentan una mayor conciencia y empatía hacia los animales. Los albergues caninos también contribuyen al desarrollo social y económico de las comunidades. En muchos casos, los albergues funcionan como centros de voluntariado, donde las personas pueden involucrarse en actividades que promueven el bienestar animal y fortalecen el tejido social. Un informe de la Sociedad Americana para la Prevención de la Crueldad hacia los Animales (ASPCA, por sus siglas en inglés) destaca que los albergues generan empleos y movilizan recursos que benefician a la economía local (ASPCA, 2019).

Además, al reducir el número de animales callejeros, los albergues ayudan a minimizar los costos asociados con los servicios de control animal y la atención médica derivada de mordeduras y otras incidencias. La responsabilidad social corporativa (RSC) también está estrechamente vinculada con el apoyo a los albergues caninos. Muchas empresas han adoptado políticas de RSC que incluyen la donación de recursos financieros, alimentos y suministros para los refugios de animales. Según un informe de Garriga y Melé (2004), las empresas que se involucran en causas sociales como el bienestar animal no solo mejoran su reputación, sino que también fortalecen su

relación con la comunidad y sus clientes. Este apoyo corporativo es vital para la sostenibilidad de los albergues, que a menudo dependen de donaciones para operar. El compromiso de los estudiantes universitarios con la responsabilidad social tiene un impacto directo y positivo en la sociedad. Un estudio de Colby *et al*. (2003) destaca que los proyectos comunitarios realizados por estudiantes universitarios contribuyen a la resolución de problemas locales, mejorando la calidad de vida de las comunidades involucradas.

Por otro lado, estas iniciativas fomentan la colaboración entre la universidad y la comunidad, creando redes de apoyo y recursos compartidos que benefician a ambas partes. Las actividades de responsabilidad social permiten a los estudiantes desarrollar habilidades de liderazgo y promover la innovación social. Según Astin y Astin (2000), los estudiantes que participan en programas de servicio comunitario adquieren una mayor capacidad para liderar y gestionar proyectos, así como para desarrollar soluciones innovadoras a problemas sociales complejos. Estas experiencias preparan a los estudiantes para convertirse en agentes de cambio en sus futuras carreras y en sus comunidades.

Se ha observado que la participación en actividades recreativas tiene un impacto positivo significativo en la salud física de los estudiantes universitarios. Según un estudio de Haskell *et al*. (2007), la actividad física regular está asociada con una serie de beneficios para la salud, incluyendo la reducción del riesgo de enfermedades crónicas como la obesidad, la diabetes y las enfermedades cardiovasculares. Esto implica que fomentar la participación en actividades recreativas no solo beneficia a los estudiantes durante sus años universitarios, sino que también puede tener un impacto positivo en su salud y bienestar a lo largo de su vida.

En el presente trabajo se investigó de manera exploratoria cómo la donación de alimento y la convivencia con la manada canina del Albergue Xollin compuesta por alrededor de 350 perros puede actuar como un agente de responsabilidad social, promoviendo valores éticos y contribuyendo al bienestar de la comunidad; así como la combinación de actividades recreativas de manera específica la caminata en la zona arqueológica de Teotihuacan y la convivencia en un restaurante pueden coadyuvar para una mejor cohesión social de la comunidad estudiantil así como en la mejora del sentido de pertenencia universitaria Justo Sierra.

DESARROLLO

Los fundamentos pedagógicos de la formación integral son variados entre los principales encontramos el constructivismo, teoría que sostiene que el aprendizaje es un proceso activo en el que los

estudiantes construyen su propio conocimiento a través de experiencias (Piaget, 1952; Vygotsky, 1978); aprendizaje basado en problemas (ABP), método que utiliza problemas reales como contexto para que los estudiantes desarrollen habilidades de investigación y solución de problemas (Barrows, 1986); pedagogía crítica, la cual promueve la reflexión crítica sobre la realidad social y la acción transformadora (Freire, 1970); aprendizaje colaborativo, que fomenta la interacción entre los estudiantes para alcanzar objetivos comunes y desarrollar habilidades sociales (Johnson & Johnson, 1989). Las ventajas qué brinda la formación integral universitaria tales como el desarrollo holístico, la preparación para la vida y la responsabilidad social (Hernández, 2015; González y Wagner, 2019; Nuñez y Sanz, 2017) podrían ser el factor de cambio más relevante en un contexto social mecanicista pragmático, como el que caracteriza a un sector de la sociedad contemporánea el cuál ha sido criticado por su falta de empatía y humanismo.

Existen numerosos ejemplos de la puesta en funcionamiento de la formación integral en diversas universidades nacionales e internacionales como Universidad de Harvard qué ofrece un programa de artes liberales que integra conocimientos de ciencias naturales, sociales, humanidades y artes para formar profesionales completos (Harvard University, 2023), Universidad de Stanford que implementa el "Stanford 2025" que incluye el enfoque en experiencias prácticas y proyectos interdisciplinarios (Stanford University, 2023), Universidad de Waterloo, conocida por su programa de educación cooperativa que combina estudios académicos con experiencia laboral (University of Waterloo, 2023); en México, algunas universidades que destacan en la implementación de la formación integral son la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM) que ha desarrollado programas que integran actividades culturales, deportivas y de servicio social como parte de la formación académica (UNAM, 2023), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey (ITESM) que ofrece el Modelo Tec21, el cual promueve el aprendizaje basado en retos, la flexibilidad curricular y la internacionalización (ITESM, 2023); la Universidad Iberoamericana que implementa un enfoque humanista que integra la formación académica con el desarrollo personal y social (Universidad Iberoamericana, 2023); y la Universidad Justo Sierra, qué desde sus inicios ha colocado a la formación integral de la comunidad universitaria como eje rector de su actividades, esto se puede encontrar en la Misión y Visión de dónde se puede destacar los principios axiológicos universitarios “Bien, Verdad y Justicia” además del lema “Educar para la Vida”. Lo anterior resume las características esenciales de la formación integral universitaria qué se describieron en los párrafos iniciales; todo esto sustentado en el Reglamento

General Universitario 2024 (Universidad Justo Sierra, 2024) y la Línea Estratégica que rige a la Dirección de Extensión Universitaria. A pesar de los esfuerzos de dichas instituciones universitarias existen dificultades para la implementación del desarrollo integral, tales como una planificación y coordinación cuidadosa entre diferentes áreas y disciplinas (Tobón, 2008), la evaluación de competencias transversales y valores éticos puede ser subjetiva y desafiante (Cortina, 2016) y la resistencia tanto de docentes como de instituciones a cambiar metodologías tradicionales (Freire, 1970).

La inclusión de la responsabilidad social en el currículo universitario fomenta el desarrollo de competencias éticas y valores ciudadanos en los estudiantes. Según un estudio de Bringle y Hatcher (2009), las experiencias de aprendizaje-servicio, donde los estudiantes participan en proyectos comunitarios como parte de su formación académica, contribuyen significativamente a la comprensión y aplicación de conceptos éticos y morales. Estas actividades permiten a los estudiantes experimentar de primera mano las realidades sociales, desarrollando empatía y compromiso cívico. La participación en actividades de responsabilidad social también se ha asociado con mejoras en el rendimiento académico y el desarrollo profesional de los estudiantes. Eyler y Giles (1999) encontraron que los estudiantes involucrados en programas de aprendizaje-servicio tienden a mostrar un mayor compromiso con sus estudios y a desarrollar habilidades clave como el trabajo en equipo, la comunicación y la resolución de problemas. Estas competencias no solo son valoradas en el ámbito académico, sino que también son cruciales para el éxito profesional en el mercado laboral. La responsabilidad social universitaria refuerza el sentido de pertenencia y comunidad entre los estudiantes.

Según un informe de la *Association of American Colleges and Universities* (AAC&U, 2012), las instituciones que promueven la responsabilidad social logran crear un ambiente más inclusivo y cohesivo. Los estudiantes que participan en actividades comunitarias desarrollan un mayor sentido de identidad y conexión con su universidad, lo que a su vez reduce las tasas de deserción y aumenta la satisfacción estudiantil.

En el contexto universitario, los programas de deportes y ejercicio ayudan a los estudiantes a mantener un peso saludable, mejorar la condición física y aumentar sus niveles de energía. Las actividades recreativas también juegan un papel crucial en el bienestar mental de los estudiantes. El estrés académico es un problema común entre los universitarios, y la participación en actividades recreativas puede ser una herramienta eficaz para su manejo. Según un estudio de Raglin (1990), la actividad física regular reduce los niveles de

ansiedad y depresión, y mejora el estado de ánimo general. Asimismo, investigaciones de Kull (2002) indican que las actividades recreativas, como el ejercicio y los deportes, liberan endorfinas que actúan como analgésicos naturales y elevadores del estado de ánimo. Las actividades recreativas facilitan el desarrollo social y la creación de redes entre los estudiantes universitarios.

Según Astin (1993), la participación en actividades extracurriculares, incluidas las recreativas, está positivamente correlacionada con la satisfacción general del estudiante con la experiencia universitaria y con la construcción de una red de apoyo social. Las actividades recreativas, como los deportes de equipo y los clubes, permiten a los estudiantes interactuar y colaborar con sus compañeros, fomentando el desarrollo de habilidades interpersonales y de trabajo en equipo.

Aunque podría parecer que las actividades recreativas desvían la atención del estudio, varios estudios han demostrado que en realidad pueden mejorar el rendimiento académico. Según un estudio de Field *et al*. (2001), los estudiantes que participan en actividades físicas regulares tienden a tener un mejor rendimiento académico en comparación con aquellos que no lo hacen. La explicación radica en que el ejercicio mejora la concentración, la memoria y la capacidad cognitiva, lo que puede traducirse en un mejor desempeño en los estudios. La participación en actividades recreativas también contribuye a fortalecer la identidad y el sentido de pertenencia de los estudiantes universitarios. Según un estudio de Cheng (2004), los estudiantes que participan en actividades recreativas desarrollan un mayor sentido de identidad y conexión con su institución. Según un estudio de Sallis *et al*. (2000), los hábitos de ejercicio y recreación desarrollados durante la juventud tienden a mantenerse en la vida adulta.

Se desarrolló una actividad de responsabilidad social y recreativa para impulsar el desarrollo integral universitario, esta se llevó a cabo en dos fechas con dos grupos de 50 estudiantes cada uno, esto debido a las dificultades logísticas que implica el trasladar grupos grandes a las instalaciones del albergue por seguridad y comodidad de los universitarios y de los canes. La actividad fue titulada "Entrega de croquetas en el Albergue de perros Xollin y Caminata en Teotihuacan" y se describe a continuación:

El pasado sábado 4 de mayo y 1 de junio de 2024 parte de la Comunidad Universitaria Justo Sierra conformada por estudiantes de diferentes disciplinas y estudiantes con discapacidad motriz, entre otros, participaron en una jornada de actividades enmarcadas en la responsabilidad social, el desarrollo humano y la recreación. La primera parte de la jornada se llevó a cabo en el Albergue de

Perros Xollin, asociación con más de 15 de años de actividad, aquí los estudiantes entregaron alrededor de 2000 kg croquetas a perros abandonados, jugaron y convivieron con los más de 350 canes que integran la población del albergue; además se entrevistaron con la Lic. Rosa María Segura Alcántara, fundadora y directora del albergue, así como con los trabajadores del mismo establecimiento, con lo cual conocieron las difíciles condiciones económicas, sociales y logísticas bajo las que trabajan este tipo de albergues. Esta actividad no solo tuvo un impacto positivo en la alimentación de estos animales, sino que también permitió sensibilizar a los universitarios sobre la situación de los perros callejeros y la importancia de la adopción responsable. Posteriormente, el grupo se trasladó a la zona arqueológica de Teotihuacan, donde disfrutaron de una caminata cultural de aproximadamente 2 horas. Durante el recorrido de aproximadamente 6 km, los estudiantes tuvieron la oportunidad de aprender sobre la historia y la cultura de esta antigua ciudad prehispánica, así como de disfrutar de las impresionantes vistas que ofrece el lugar. Al finalizar la jornada, los participantes compartieron un buffet mexicano - internacional enmarcado por la tematización del "Restaurante Gran Teocalli" ubicado en las cercanías de la zona arqueológica donde tuvieron la oportunidad de disfrutar de una danza prehispánica y en la sobremesa se reflexionó sobre las experiencias vividas durante la jornada, fortaleciendo los lazos de amistad y compañerismo.

Como se puede observar la jornada del 4 de mayo y 1 de junio de 2024 combinó actividades de responsabilidad social, desarrollo humano y recreativas, brindando a los estudiantes una experiencia enriquecedora y significativa.

Resultados

Se puede destacar que esta actividad fue reseñada en el número 316 correspondiente a junio de 2024 de la revista de tiraje nacional **Panorama Universitario** la cual al ser consultada por los estudiantes que asistieron a la misma fue bien recibida y se sintieron orgullosos de haber participado, de acuerdo a los comentarios que los integrantes de la Dirección de Extensión Universitaria (DEU) recibieron por parte de la comunidad, lo que los llevó a tomar mayor conciencia del impacto de la actividad en la cual habían participado semanas antes.

Como se comentó en párrafos anteriores a lo largo de la visita y como parte de la *memorabilia* del viaje se tomó por parte del equipo de la DEU y de los estudiantes asistentes una serie de fotografías que se emplearon para la construcción de un *collage* (Fig. 1); estas imágenes fueron enviadas por correo electrónico a través del canal de

información oficial de la universidad “Justo te Informa” y de las redes sociales de la sociedad de estudiantes Facebook e Instagram, con lo cual se logró dejar una impronta iconográfica de dicho viaje en los asistentes y en toda la comunidad en general.

Figura 1

Collage realizado con las imágenes más representativas de las actividades realizadas durante la jornada de donación en el Albergue Xollin y en la zona arqueológicas de Teotihuacan

Con el objetivo de determinar la importancia de este tipo de actividades, durante el camino de regreso a la Universidad aún en el autobús en el cual se sentía un ambiente festivo se les pidió a los estudiantes que respondieran una serie de preguntas relacionadas con la actividad realizada, en un formulario de *Microsoft Forms*, a partir del cual se extrajo la información resumida en la Tabla 1; ésta muestra información que ayuda a reafirmar la importancia de la actividad para los participantes.

Tabla 1

Evaluación de la actividad por parte de los estudiantes y comentarios principales

Evalúa los siguientes aspectos de la actividad del 1 al 10	**Calificación**
¿Qué tan agradable e interesante fue el evento?	9.86
¿Cómo fue la organización y calidad del evento?	9.70
¿Cómo calificas el programa y las actividades del evento?	9.70
¿Qué tan identificado te sientes con las actividades realizadas el día de hoy?	9.81
¿Qué tanto te gusta participar en las actividades organizadas por la Universidad?	9.64
Principales comentarios	
"Una actividad muy bien organizada y estructurada, por más paseos así"	
"Esta es la mejor actividad que han hecho, muy completa, muy económico y muy entretenida, hagan más así por favor"	
"Muy bien paseo, me hubiera gustado que durará más"	
"Actividades muy padres y didácticas"	
"Muy bonita experiencia"	
"Fue una experiencia muy agradable"	

CONCLUSIONES

La actividad desarrollada fue exitosa ya que al visitar el Albergue de Perros Xollin y realizar una donación significativa de alimentos, los estudiantes no solo ayudaron a mejorar la calidad de vida de más de 350 perros, sino que también se sensibilizaron sobre la importancia de la adopción responsable y la problemática de los perros callejeros.

La interacción directa con los animales y el personal del albergue proporcionó una perspectiva valiosa sobre las dificultades económicas y de logística que enfrentan este tipo de organizaciones, así mismo la caminata en la zona arqueológica de Teotihuacan, seguida de una convivencia en el restaurante, permitió a los estudiantes disfrutar de un entorno histórico y cultural, fortaleciendo el sentido de pertenencia y cohesión social entre ellos.

Por último, la documentación de la actividad a través de fotografías y su difusión en redes sociales y medios institucionales dejó una huella memorable tanto en los asistentes como en la comunidad universitaria en general. La evaluación reflejó una alta satisfacción por parte de los estudiantes y su orgullo de haber participado demuestran el impacto significativo de la jornada.

Como reflexión final por parte del comité organizador es justo resaltar que los resultados estuvieron por encima de lo esperado por lo cual se recomienda que este tipo de vivencias sean compartidas no solo por la comunidad estudiantil, sino también por profesores, directivos, administrativos, etc. Involucrando así a toda la comunidad Justo Sierra.

Es así como la combinación de responsabilidad social, desarrollo humano y actividades recreativas ofrece a los estudiantes una experiencia integral y significativa, promoviendo valores éticos y un mayor sentido de pertenencia a la Universidad Justo Sierra.

REFERENCIAS

ASPCA. (2019). *Annual Report*. Retrieved from https://www.aspca.org/about-us/annual-report

Association of American Colleges and Universities (AAC&U). (2012). *A Crucible Moment: College Learning & Democracy's Future*. Washington, DC: AAC&U.

Astin, A. W. (1993). *What Matters in College? Four Critical Years Revisited*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.

Astin, A. W., & Astin, H. S. (2000). *Leadership Reconsidered: Engaging Higher Education in Social Change*. Battle Creek, MI: W.K. Kellogg Foundation.

Ausubel, D. P. (2000). *The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view*. Springer.

Barrows, H. S. (1986). *A taxonomy of problem-based learning methods*. Medical Education.

Bringle, R. G., & Hatcher, J. A. (2009). Innovative practices in service-learning and curricular engagement. *New Directions for Higher Education*, 2009(147), 37-46.

Cheng, D. X. (2004). Students' sense of campus community: What it means, and what to do about it. *NASPA Journal*, 41(2), 216-234.

Colby, A., Ehrlich, T., Beaumont, E., & Stephens, J. (2003). *Educating Citizens: Preparing America's Undergraduates for Lives of Moral and Civic Responsibility*. San Francisco, CA: Jossey-Bass.

Cortina, A. (2016). *Ética aplicada y democracia radical*. Tecnos.

Eyler, J., & Giles, D. E. (1999). *Where's the Learning in Service-Learning?* San Francisco, CA: Jossey-Bass.

Field, T., Diego, M., & Sanders, C. E. (2001). Exercise is positively related to adolescents' relationships and academics. *Adolescence*, 36(141), 105-110.

Freire, P. (1970). *Pedagogía del oprimido*. Siglo XXI.

Garriga, E., & Melé, D. (2004). Corporate social responsibility theories: Mapping the territory. *Journal of Business Ethics*, 53(1-2), 51-71.

González, M., & Wagner, K. (2019). *Educación integral: Un enfoque multidimensional*. Editorial La Muralla.

Gutek, G. L. (2014). *A history of the Western educational experience*. Waveland Press.

Houlihan, C. (2020). The impact of sterilization programs on stray dog populations. *Journal of Animal Science*, 98(5), skaa008.

Harvard University. (2023). *Liberal Arts & Sciences*.

Haskell, W. L., Lee, I. M., Pate, R. R., Powell, K. E., Blair, S. N., Franklin, B. A., ... & Bauman, A. (2007). Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39(8), 1423-1434.

Hernández, R. (2015). *Metodología de la investigación*. McGraw-Hill.

ITESM. (2023). *Modelo Educativo Tec21*.

Johnson, D. W., & Johnson, R. T. (1989). *Cooperation and competition: Theory and research*. Interaction Book Company.

Kull, M. (2002). The relationships between physical activity, health status and psychological well-being of fertility-aged women. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 12(4), 241-247.

Le Goff, J. (2017). *La Edad Media y el nacimiento de la universidad*. Crítica.

McMillan, F. D., Serpell, J. A., Duffy, D. L., Masaoud, E., & Dohoo, I. R. (2015). Factors influencing adoption of shelter dogs: A survey of dog adopters from a US shelter. *Journal of Applied Animal Welfare Science*, 18(2), 97-110.

Núñez, J. (2018). *La educación en el Renacimiento: Humanismo y enseñanza*. Alianza Editorial.

Nuñez, C., & Sanz, E. (2017). *Formación en valores y responsabilidad social*. Revista Iberoamericana de Educación.

Organización Mundial de la Salud. (2018). *Control de la población canina: Una guía para la gestión*. Ginebra: OMS.

Piaget, J. (1952). *The origins of intelligence in children*. International Universities Press.

Ponce, A. (2016). *Historia de la educación y la pedagogía*. Editorial Kapelusz.

Raglin, J. S. (1990). Exercise and mental health. *Sports Medicine*, 9(6), 323-329.

Responsabilidad Social y Desarrollo Humano, Ejes fundamentales de la educación en la Universidad Justo Sierra. (2024). *Panorama Universitario*. No. 316

Sallis, J. F., Prochaska, J. J., & Taylor, W. C. (2000). A review of correlates of physical activity of children and adolescents. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 32(5), 963-975.

Stanford University. (2023). *Stanford 2025*.

Tobón, S. (2008). *Competencias en la educación superior*. Pearson Educación.

UNAM. (2023). *Modelos Educativos*.

University of Waterloo. (2023). *Co-operative Education*.

Universidad Iberoamericana. (2023). *Modelo Educativo*.

Universidad Justo Sierra. (2024). Reglamento general.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press.