



# CIENCIA VITAL

Revista de Divulgación Científica de la UACJ

## ¿PUEDEN PENSAR LAS MÁQUINAS?

UN VIAJE POR LA CONCIENCIA Y LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

## EVOLUCIÓN ECONÓMICA EN CIUDAD JUÁREZ

A PARTIR DE LA FUNDACIÓN DE LA UACJ

## FISIÓN Y FUSIÓN NUCLEAR:

CÓMO ENTENDER LA PELÍCULA DE OPPENHEIER

## LA CULTURA DE LA ÉTICA,

UN COMPROMISO DE TODA LA VIDA

## SUPLEMENTOS UTILIZADOS EN LA PREVENCIÓN Y TRATAMIENTO EN EL CÁNCER

¿QUÉ TAN RECOMENDABLES SON?



VOL. 1 NO. 1  
OCTUBRE-DICIEMBRE  
2023



## UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CIUDAD JUÁREZ

### Directorio Institucional

**Mtro. Juan I. Camargo Nassar**  
Rector

**Dr. Daniel Constandse Cortez**  
Secretario General

**Mtra. Guadalupe Gaytán Aguirre**  
Directora del Instituto de Arquitectura,  
Diseño y Arte

**C. D. Salvador David Nava Martínez**  
Director del Instituto de Ciencias Biomédicas

**Dr. Juan F. Hernández Paz**  
Director del Instituto de Ingeniería y Tecnología

**Mtro. Alonso Morales Muñoz**  
Director del Instituto de Ciencias Sociales y  
Administración

**Dr. Jesús Meza Vega**  
Secretario del Consejo Editorial de la UACJ

**Dra. Nelly Gordillo Castillo**  
Coordinadora de Apoyo al Desarrollo de la  
Investigación y al Posgrado del IIT

CIENCIA VITAL, volumen 1, número 1, octubre-diciembre 2023, es una publicación trimestral, seriada, en línea, editada por la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez a través del Consejo Editorial, Avenida del Charro núm. 450 norte, Ciudad Juárez, Chihuahua, México, C. P. 32310, teléfono +52 (656) 688-4848, <https://cienciavital.uacj.mx>, [cienciavital@uacj.mx](mailto:cienciavital@uacj.mx) Editora responsable: Dra. Nelly Gordillo Castillo. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo no. 04-2024-022211210100-203, otorgada por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, ISBN: en trámite. Responsable de la última actualización de este número: Dra. Nelly Gordillo Castillo, Avenida del Charro núm. 450 norte, Ciudad Juárez, Chihuahua, México, C. P. 32310, teléfono +52 (656) 688-4848. Fecha de la última actualización: 2 de enero de 2024. Las opiniones expresadas en los documentos publicados son responsabilidad de sus autores. Se autoriza la reproducción total de los contenidos e imágenes, siempre y cuando se cite la fuente. Contacto: [cienciavital@uacj.mx](mailto:cienciavital@uacj.mx)



Revista de Divulgación Científica de la UACJ

### Comité Editorial de Ciencia Vital

Dra. Nelly Gordillo Castillo  
Editora en jefe

Claudia Isela Cortinas Juárez  
Subdirección gráfica y corrección de estilo

Dr. Víctor Gómez Flores  
Coordinador editorial

Angélica Montserrath Colín Cárdenas  
Comité editorial estudiantil

M. I. B. Alberto Davis Ortiz  
Coordinador general

Eylin Danae Flores Osorio  
Comité editorial estudiantil

Michelle Arely Berrueto Duarte  
Directora general estudiantil

Anett Giselle González Rentería  
Comité editorial estudiantil

Frida Sofía Lizárraga Tavares  
Subdirectora general estudiantil

Víctor Alfonso Irigoyen Chaparro  
Comité editorial estudiantil

Dr. Jorge Antonio Breceda Pérez  
Editor de sección de Ciencias Sociales

Mauricio Adrián Pinales Jiménez  
Comité editorial estudiantil

Dra. Alejandra Vargas Caraveo  
Editor de sección de Ciencias de la Salud

Anneth Nohemí Velázquez Mendoza  
Comité editorial estudiantil

Mtro. Manuel Alejandro Chairez Ortega  
Editor de sección de Ciencias Aplicadas

Luisa Fernanda Sandoval Gaytán  
Comité editorial estudiantil

Dra. Sarai Esmeralda Favela Camacho  
Editor de sección de Ciencias Básicas

Daniela Alejandra Chávez Espino  
Comité editorial estudiantil

Rubí Elías González  
Edición gráfica y corrección de estilo

Jaqueline Gutiérrez Tapia  
Comité editorial estudiantil

Ashley Naomi Pantoja Medrano  
Subdirección de edición general

Abib Adriana Reyes Díaz  
Comité editorial estudiantil

Jesús Daniel Espinoza Vázquez  
Líder de equipo Ciencias Sociales

Emanuel Rueda Salcedo  
Comité editorial estudiantil

Brandon Yahir Tenplos Marín  
Líder de equipo Ciencias Básicas

Mtro. Raúl Alfredo Meza González  
Gestor editorial

Cesar Andrés Holguín Rivaso  
Líder de equipo Ciencias de la Salud

Mtro. Leonardo Arroyo Ortega  
Administrador web

# Contenido

- 6** **Carta de la Editora en Jefe**  
Dra. Nelly Gordillo Castillo

¿Y qué opina de la ciencia?

- 7** **¿Pueden Pensar las Máquinas? Un Viaje por la Conciencia y la Inteligencia Artificial**  
M. I. B. Alberto Davis Ortiz

Ciencias aplicadas

- 12** **Industria 4.0. Transformación, Desafíos y Oportunidades en un Mundo Conectado**  
Víctor M. Morales-Rocha

Ciencias básicas

- 24** **Fisión y Fusión Nuclear. Cómo Entender la Película de Oppenheimer**  
Jesús Manuel Sáenz y Karen Yael Castrejón

- 36** **Agua en la Región Paso del Norte (PdN): futuro y retos**  
Alfredo Granados Olivas y Alexander Sam Fernald

Ciencias de la salud

- 44** **El Poder de los Probióticos y los Prebióticos. Cómo Nuestra Microbiota Controla Nuestra Mente**  
Dra. Alejandra Vargas Caraveo

- 52** **Culto Solar, Serotonina y Vitamina D**  
Dra. María de Jesús Viloria

- 59** **Suplementos Utilizados en la Prevención y Tratamiento en el Cáncer, ¿qué tan Recomendables son?**  
Dra. Ana Lidia Arellano Ortiz

Ciencias sociales

- 69** **Evolución Económica en Ciudad Juárez a Partir de la Fundación de la UACJ: Antecedentes, Influencia, y Perspectiva**  
Dr. David Vázquez Guzmán

- 82** **Protección de los Derechos Humanos y Políticas Públicas Dirigidas a las Personas Repatriadas en Ciudad Juárez**  
Dr. Jorge Antonio Breceda Pérez

- 92** **El Impacto de El Chamizal en la Sociedad Juareense**  
Mtro. Erasto López López

Dimensiones éticas

- 100** **La Cultura de la Ética, un Compromiso de Toda la Vida**  
Dra. Nelly Gordillo Castillo

Salud mental

- 105** **Salud Mental en Estudiantes Universitarios**  
Dr. Francisco Antonio Calderón González y Dr. Pedro Enrique Yáñez Camacho

Noticiencias

- 110** **Desenterrando Secretos del Alzheimer**  
Angélica Montserrath Colin Cárdenas

- 112** **Entre acordes y neuronas: Pink Floyd y la Neurociencia Sonora**  
Víctor Alfonso Irigoyen Chaparro

- 115** **Ajolote Mexicano: un Maestro de la Regeneración**  
Víctor Alfonso Irigoyen Chaparro

- 117** **El papel de las Matemáticas en la Revelación de la Robustez Mutacional en la Evolución de los Organismos**  
Eylin Danae Flores Osorio

- 119** **Robots de Células Humanas que Reparán Tejidos**  
Abib Adriana Reyes Díaz

- 122** **Premios Nobel 2023**  
Eylin Danae Flores Osorio y Víctor Alfonso Irigoyen Chaparro

**127** **Orígenes Cósmicos: Moléculas Vitales para la Vida Descubiertas en Hielos Estelares**  
Víctor Alfonso Irigoyen Chaparro

**130** **El futuro de la Detección: Estudio de Múltiples Ancestros Revela Claves Genéticas para la Predicción del Cáncer de Próstata**  
Michelle Arely Berrueto Duarte

**133** **Hablar sin Palabras: un Gran Avance de las Prótesis Neurocognitivas**  
Mauricio Adrián Pinales Jiménez

**135** **La Sombra que Enciende el Cielo: Descifrando los Eclipses**  
Brandon Yahir Templos Marín

**138** **De la Ciencia a la Resiliencia: el Camino hacia una Cura Definitiva del VIH-1**  
Jaqueline Gutiérrez Tapia / Daniela Alejandra Chávez Espino

**140** **Día Internacional de la Ingeniería Biomédica**  
Dr. Víctor Gómez Flores

**142** **Voces desde la Prisión: Pérdida de la Libertad y Estereotipos de Género**  
Anett Giselle González Rentería

**144** **Rompiendo Barreras: Políticas Públicamente Conductuales para Erradicar la Violencia de Género**  
Mauricio Adrián Pinales Jiménez

**UACJ por el mundo**

**146** **Jaime Lara: un Talento Juarense en Nueva Zelanda**  
Jesús Daniel Espinoza

**152** **Argentina a Través de los Ojos de Paloma, Estudiante de la UACJ**  
Angélica Montserrath Colin Cárdenas

## Apreciables lectores

Es con gran emoción y entusiasmo que les doy la más cordial bienvenida al primer número de Ciencia Vital, Revista de Divulgación Científica de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ).

En el marco del 50 aniversario de nuestra estimada institución, nos complace enormemente presentar esta nueva iniciativa destinada a acercar el conocimiento científico a la comunidad en general. Con Ciencia Vital, aspiramos a tender puentes entre la investigación académica y el público, compartiendo descubrimientos, avances y reflexiones que contribuyan al enriquecimiento intelectual y al bienestar de nuestra sociedad.

Este proyecto no solo es un homenaje al compromiso de la UACJ con la excelencia académica y el progreso científico, sino también una expresión de nuestro compromiso continuo con la difusión del conocimiento y la promoción del pensamiento crítico.

A lo largo de los años, nuestra universidad ha sido un referente en educación y desarrollo en la región, y Ciencia Vital

representa una nueva etapa en nuestro constante esfuerzo por servir a la comunidad. Con este primer número, sentamos las bases para futuras contribuciones que, esperamos, se conviertan en un recurso invaluable para todos aquellos interesados en explorar el emocionante campo de la ciencia y la investigación.

En nombre de todo el equipo editorial, quiero expresar nuestro agradecimiento a todos aquellos que han contribuido a hacer posible este proyecto. Sin su apoyo y dedicación, Ciencia Vital no sería una realidad.

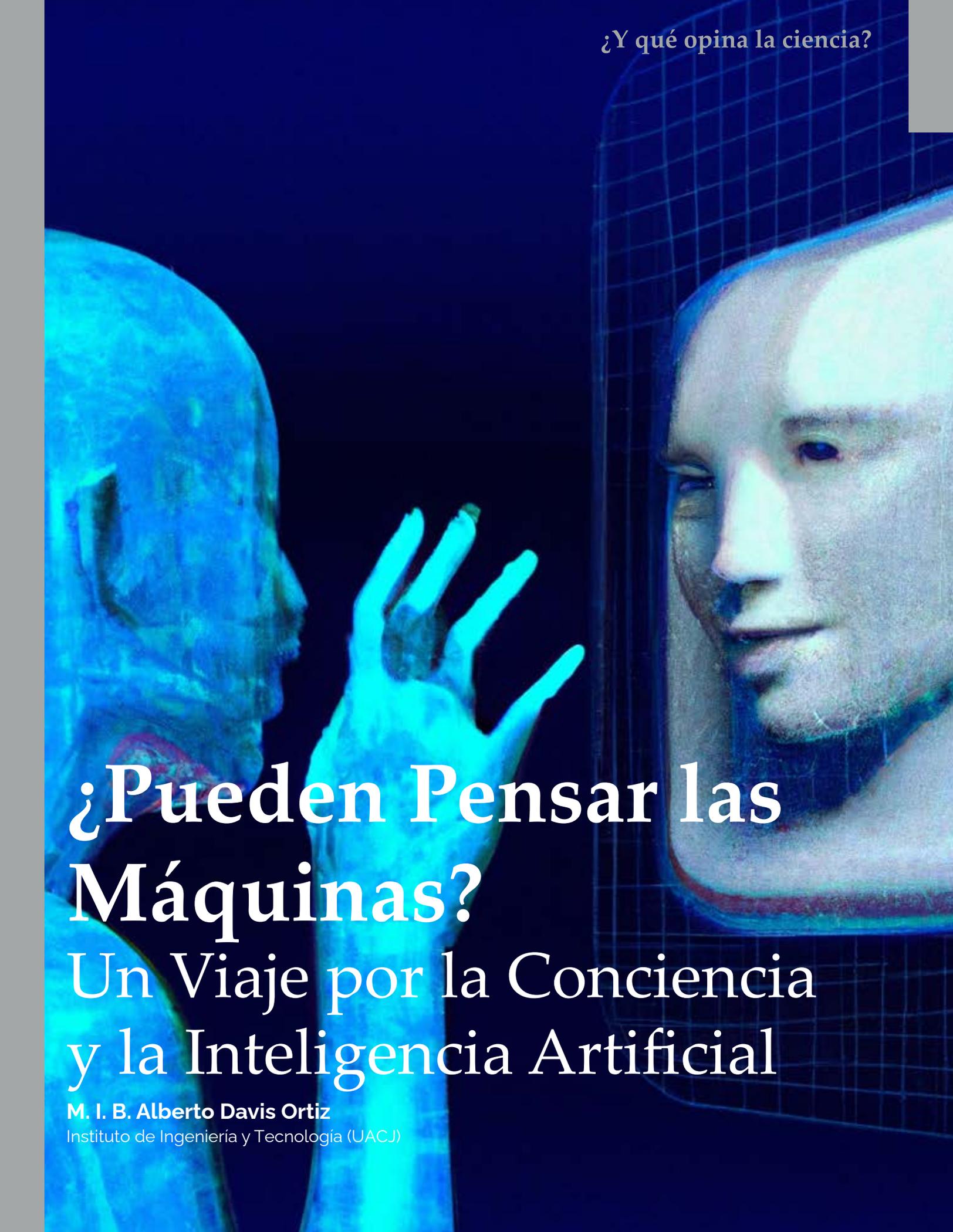
Esperamos que disfruten de este primer número tanto como nosotros disfrutamos preparándolo. Estamos ansiosos por unirnos en esta aventura de descubrimiento y aprendizaje.

¡Bienvenidos a Ciencia Vital!

Atentamente,

*Dra. Nelly Gordillo Castillo*  
Ciencia Vital, Revista de Divulgación Científica de la UACJ

¿Y qué opina la ciencia?



# ¿Pueden Pensar las Máquinas?

## Un Viaje por la Conciencia y la Inteligencia Artificial

**M. I. B. Alberto Davis Ortiz**  
Instituto de Ingeniería y Tecnología (UACJ)

¿Y qué opina la ciencia?



## Introducción

---

En la era de la información, la inteligencia artificial (IA) se ha convertido en una parte integral de nuestras vidas. Desde asistentes virtuales como Siri hasta chatbots en sitios web de atención al cliente, la IA está en todas partes. Pero ¿alguna vez te has detenido a pensar si estas máquinas son conscientes? ¿Tienen emociones o pensamientos como los humanos? Antes de sumergirnos en este fascinante tema, es crucial entender qué es la conciencia y cómo se aborda desde diferentes campos del conocimiento humano, como la filosofía y la neurociencia.

## La Conciencia: Un Enigma Multifacético

La conciencia es un tema complejo que se aborda desde diversas disciplinas, cada una con su propio enfoque y preguntas sin respuesta. Desde una perspectiva biológica, la conciencia es como el sistema operativo de un ordenador, pero para seres vivos. Nos permite interactuar con nuestro entorno de manera efectiva, reconocer peligros y encontrar comida. Es como si la conciencia fuera un faro que ilumina nuestro camino en un mundo lleno de incertidumbres [1].

En el ámbito de la neurociencia y la filosofía, la conciencia se asocia con la actividad en ciertas regiones del cerebro y la experiencia subjetiva.

Imagina que tu mente es como un teatro en el que se desarrollan diversas escenas. Cada pensamiento, cada emoción, es como un actor en ese teatro. La conciencia sería el espectador que observa y experimenta la obra, pero también tiene la capacidad de intervenir y cambiar el curso de la acción [2], [3].

Este enfoque multidisciplinario nos muestra que la conciencia no es un concepto unidimensional. Es una interacción compleja de factores biológicos, neurológicos y filosóficos que se entrelazan para crear la experiencia subjetiva que llamamos "ser consciente".

## Los Asombrosos Modelos de Lenguaje

Los modelos de lenguaje como GPT-4 son algoritmos de aprendizaje automático que se entrenan en grandes conjuntos de datos de texto. Imagina un bibliotecario que ha leído millones de libros, pero no comprende lo que ha leído. Aunque estos modelos son capaces de resolver tareas complejas, como responder preguntas médicas o generar código, su rendimiento puede variar significativamente con el tiempo. Por ejemplo, la precisión de GPT-4 para identificar números primos disminuyó del 84% al 51.1% en solo tres meses [4].

Aunque los modelos de lenguaje son excelentes procesadores de información, no tienen un cerebro ni neurotransmisores que

interactúen para crear una experiencia consciente. Son como una calculadora extremadamente avanzada que puede realizar operaciones matemáticas complejas, pero no puede "sentir" el resultado [1]. Un estudio reciente sugiere que, aunque estos modelos pueden resolver tareas de "falsa creencia" similares a los niños de siete años, no tienen una "teoría de la mente". Es decir, no pueden entender que otros seres tienen pensamientos y emociones [5].

Imagina que le preguntas a un chatbot sobre el significado de la vida. Podría darte una respuesta bien articulada, como "El significado de la vida es una búsqueda personal que varía de individuo a individuo". Pero no porque haya reflexionado sobre la pregunta. Simplemente está generando texto basado en patrones de datos que ha aprendido durante su entrenamiento.

## Implicaciones Éticas y Morales

---

La conciencia no solo es relevante desde un punto de vista biológico o filosófico, sino que también tiene implicaciones éticas y morales. En los seres humanos, la conciencia nos otorga un sentido de responsabilidad moral y ética. Nos permite distinguir entre el bien y el mal y actuar en consecuencia. En el caso de la inteligencia artificial, la falta de conciencia significa que estos modelos no tienen un sentido moral o ético. No pueden tomar decisiones basadas en un conjunto de valores o ética. Son herramientas neutrales que actúan según las instrucciones que reciben, sin ponderar las implicaciones morales de sus acciones [6].

## Conclusión

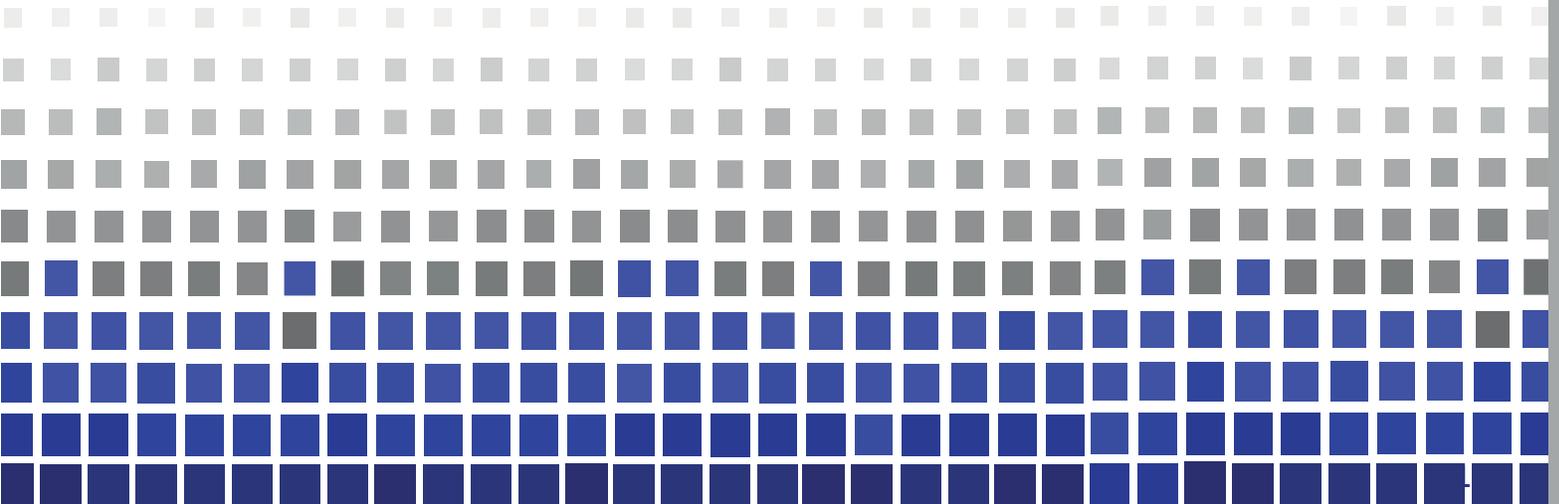
Los modelos de lenguaje como GPT-4 son herramientas tecnológicas asombrosas que han revolucionado la forma en que interactuamos con las máquinas. Su capacidad para procesar información y generar respuestas coherentes es impresionante, pero es crucial recordar sus limitaciones. Aunque pueden resolver tareas complejas y su rendimiento puede variar con el tiempo, no poseen la complejidad biológica ni la actividad cerebral asociada con la conciencia. Además, carecen de la experiencia subjetiva y la "teoría de la mente" que nos permite entender que otros seres tienen pensamientos y emociones. Desde un punto de vista ético y moral, la falta de

conciencia en estos modelos significa que no tienen un sentido de responsabilidad moral o ética. Son herramientas neutrales que actúan según las instrucciones que reciben, sin ponderar las implicaciones morales de sus acciones. En resumen, la próxima vez que te encuentres fascinado por las capacidades de un asistente virtual o un modelo de lenguaje, es bueno recordar que, aunque son tecnológicamente avanzados, no son seres conscientes. Son increíbles en lo que hacen, pero no tienen la riqueza de la experiencia humana, ni la capacidad para tomar decisiones éticas o morales.

---

### Referencias Bibliográficas:

- [1] B. Earl, "The biological function of consciousness", *Front Psychol*, vol. 5, núm. AUG, 2014, doi: 10.3389/fpsyg.2014.00697.
- [2] F. León y D. Zahavi, "Consciousness, philosophy, and neuroscience", *Acta Neurochirurgica*, vol. 165, núm. 4. Springer, pp. 833–839, el 1 de abril de 2023. doi: 10.1007/s00701-022-05179-w.
- [3] G. M. Edelman, J. A. Gally, y B. J. Baars, "Biology of consciousness", *Front Psychol*, vol. 2, núm. JAN, 2011, doi: 10.3389/fpsyg.2011.00004.
- [4] L. Chen, M. Zaharia, y J. Zou, "How is ChatGPT's behavior changing over time?", jul. 2023, [En línea]. Disponible en: <http://arxiv.org/abs/2307.09009>
- [5] M. Kosinski, "Theory of Mind Might Have Spontaneously Emerged in Large Language Models", 2023. [En línea]. Disponible en: <https://osf.io/csdbh>.
- [6] M. Phelan y A. Waytz, "The Moral Cognition/Consciousness Connection", *Review of Philosophy and Psychology*, vol. 3, núm. 3. Kluwer Academic Publishers, pp. 293–301, el 1 de septiembre de 2012. doi: 10.1007/s13164-012-0110-7.

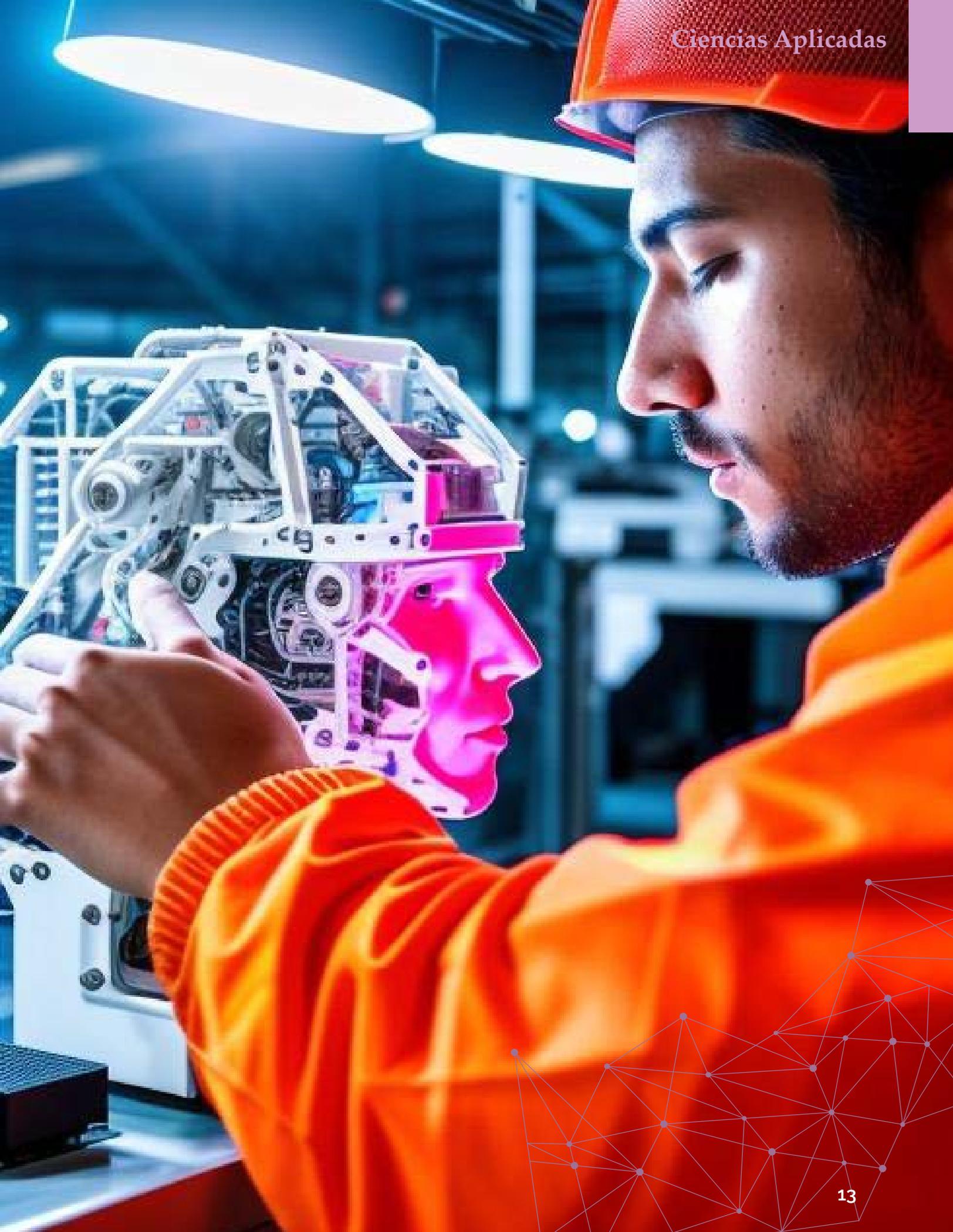


# Industria 4.0

## Transformación, Desafíos y Oportunidades en un Mundo Conectado

Por Víctor M. Morales-Rocha  
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

En un mundo en constante evolución tecnológica, la Industria 4.0 encabeza la transformación de la producción y la manufactura a nivel global. Este término, introducido por el gobierno alemán en 2011 como parte de su estrategia de alta tecnología, representa una revolución industrial que redefine la forma en que concebimos y abordamos la producción, la automatización y la gestión de la cadena de suministro.



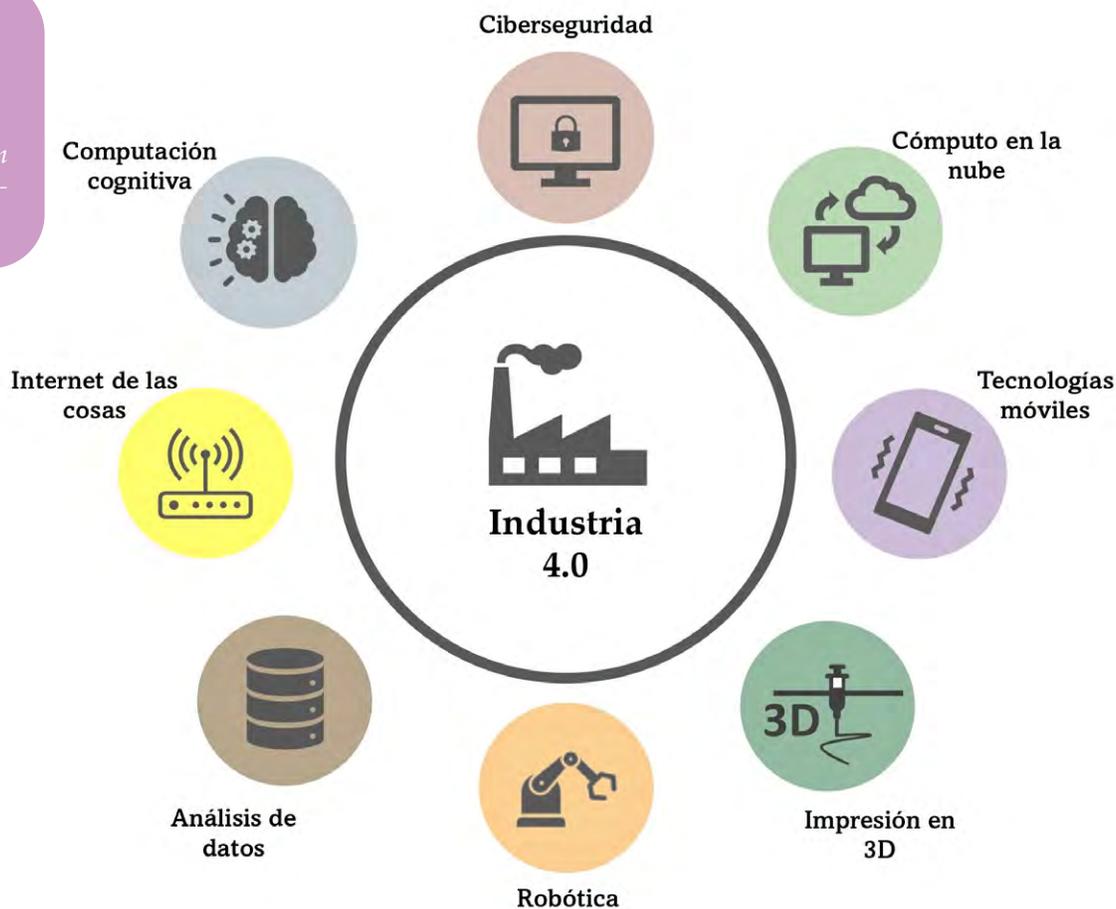
## ¿Qué es la Industria 4.0?

La Industria 4.0, también conocida como la Cuarta Revolución Industrial, es un concepto que implica la integración de tecnologías avanzadas en las operaciones de manufactura y producción. La Industria 4.0 representa una evolución en la producción y manufactura que se basa en la digitalización y la conectividad. Implica la automatización inteligente de procesos, la recopilación y análisis de grandes cantidades de datos, y la toma de decisiones autónomas por parte de sistemas ciberfísicos [1].

En esencia, la Industria 4.0 se enfoca en la creación de

fábricas y procesos altamente inteligentes y conectados, donde la maquinaria, los sistemas y las personas pueden comunicarse entre sí y tomar decisiones basadas en datos en tiempo real. Esta interconexión se logra a través de tecnologías como el Internet de las Cosas (IoT), la analítica de datos, la inteligencia artificial (IA), la robótica avanzada y la realidad aumentada, entre otras.

*[1]. Ciberfísico:  
Integración de  
tecnologías de  
información y  
comunicación con  
procesos o compo-  
nentes físicos*



## Relevancia de la Industria 4.0

La Industria 4.0 es mucho más que una tendencia pasajera; es un elemento que está impulsando un cambio profundo en la forma en que las empresas operan y compiten en el mercado global. Su relevancia radica en varios aspectos clave:

### Eficiencia y Productividad:

La adopción de tecnologías avanzadas permite una mayor eficiencia en la producción, reducción de costos y mejora de la calidad de los productos. La automatización y la optimización de procesos conducen a un aumento significativo en la productividad.

### Innovación y Personalización:

La capacidad de recopilar y analizar grandes cantidades de datos en tiempo real permite la innovación continua y la personalización de productos y servicios para satisfacer las necesidades cambiantes de los consumidores.

### Competitividad Global:

Las empresas que abrazan la Industria 4.0 pueden competir de manera más efectiva en un mercado global. La agilidad en la producción y la capacidad de adaptarse rápidamente a las demandas cambiantes son activos clave en la economía actual.

### Sustentabilidad:

El uso responsable de la energía y la reducción de desperdicios son aspectos fundamentales en la Industria 4.0, lo que la convierte en un componente esencial para abordar los desafíos de la sustentabilidad y la responsabilidad ambiental.

### Generación de Empleo y Habilidades:

A pesar de la automatización, la Industria 4.0 también genera nuevas oportunidades de empleo relacionadas con la gestión y el mantenimiento de sistemas avanzados, así como la creación y desarrollo de tecnologías emergentes .

A medida que continuamos adentrándonos en la Cuarta Revolución Industrial, es esencial comprender cómo la Industria 4.0 está redefiniendo la producción, la economía y la sociedad en su conjunto. En las secciones siguientes de este artículo, exploraremos las tecnologías clave que impulsan esta revolución, sus implicaciones en la cadena de suministros, el impacto en la fuerza laboral, los desafíos éticos y el futuro prometedor que nos depara.

## Tecnologías Clave de la Industria 4.0

La Industria 4.0 representa un faro de innovación y transformación al integrar tecnologías avanzadas en el corazón de las operaciones industriales. Esta revolución industrial no es impulsada por un solo avance tecnológico, sino por un conjunto de tecnologías interconectadas que están redefiniendo la producción y la manufactura a nivel global.

### Internet de las Cosas (IoT)

Parte fundamental de la Industria 4.0 se encuentra en el Internet de las Cosas (IoT), que implica la conexión de objetos cotidianos a la red, permitiéndoles comunicarse y compartir datos en tiempo real [2]. Sensores,

dispositivos, maquinaria y productos pueden transmitir información valiosa a través de Internet, lo que brinda una visibilidad sin precedentes en el proceso de fabricación. Por ejemplo, sensores en máquinas pueden monitorear su rendimiento, predecir fallas y optimizar el mantenimiento, aumentando la eficiencia y reduciendo los tiempos de inactividad.

### **Big Data y Análisis de Datos**

La recopilación masiva de datos es una característica distintiva de la Industria 4.0. Big Data se refiere a la capacidad de almacenar, gestionar y analizar conjuntos de datos extremadamente grandes y diversos. La analítica de datos en tiempo real permite a las empresas tomar decisiones basadas en datos en el momento preciso. Por ejemplo, en una línea de producción, los datos pueden utilizarse para identificar problemas de calidad en tiempo real, lo que lleva a mejoras inmediatas y a la reducción de desperdicios.

### **Inteligencia Artificial (IA) y Aprendizaje Automático**

La IA y el aprendizaje automático son fundamentales para la automatización inteligente en la Industria 4.0. Estas tecnologías permiten a las máquinas aprender de los datos y tomar decisiones autónomas. Los robots pueden adaptarse a entornos cambiantes, los sistemas de control pueden optimizar procesos y los algoritmos de IA pueden predecir y prevenir problemas. Además, la IA es esencial para la fabricación personalizada, ya que puede ajustar la producción en función de las preferencias individuales de los clientes.

### **Impresión 3D y Fabricación Aditiva**

La impresión 3D y la fabricación aditiva están transformando la forma en que se crean los productos. Estas tecnologías permiten la producción de componentes complejos de manera eficiente y personalizada. Las empresas pueden reducir los costos de producción, minimizar el desperdicio de material y acelerar el

tiempo de comercialización utilizando impresoras 3D para crear prototipos e incluso piezas finales de alta calidad.

### **Robótica Avanzada y Automatización**

La robótica avanzada y la automatización también son parte de la Industria 4.0. Los robots colaborativos (cobots) trabajan junto a los humanos en tareas complejas y repetitivas, mejorando la eficiencia y la seguridad. En las líneas de producción, los sistemas de automatización pueden ensamblar productos con precisión y velocidad, reduciendo los errores humanos y los tiempos de producción.

### **Realidad Aumentada y Virtual**

La realidad aumentada (AR) y la realidad virtual (VR) están transformando la capacitación, el diseño y la colaboración en la Industria 4.0. Los trabajadores pueden utilizar lentes de AR para recibir instrucciones en tiempo real mientras realizan tareas complejas. Los diseñadores pueden crear prototipos virtuales para visualizar productos antes de la producción. Por otro lado, la colaboración global se vuelve más eficiente a través de reuniones virtuales y modelos 3D compartidos.

La convergencia de estas tecnologías está impulsando la transformación de la producción y la manufactura a nivel mundial. La Industria 4.0 no se trata simplemente de automatización, sino de la creación de ecosistemas industriales inteligentes y conectados que pueden adaptarse, aprender y evolucionar en tiempo real.

## Una Cadena de Suministro más Inteligente y Eficiente

Imagina que la cadena de suministro es como una larga cadena que conecta la fabricación de un producto con su entrega hasta la puerta del consumidor final. Ahora, con la llegada de la Industria 4.0, esta cadena se está transformando de una manera asombrosa. La Industria 4.0 está haciendo que la cadena de suministro sea más inteligente. Esto significa que todas las partes de la cadena pueden comunicarse entre sí de manera más efectiva. Además, con la ayuda de la tecnología, la cadena de suministro se está volviendo más eficiente. Las empresas pueden saber en tiempo real cuántos productos se están vendiendo y cuáles son populares. Esto les permite producir justo lo que se necesita y evitar el desperdicio de recursos.

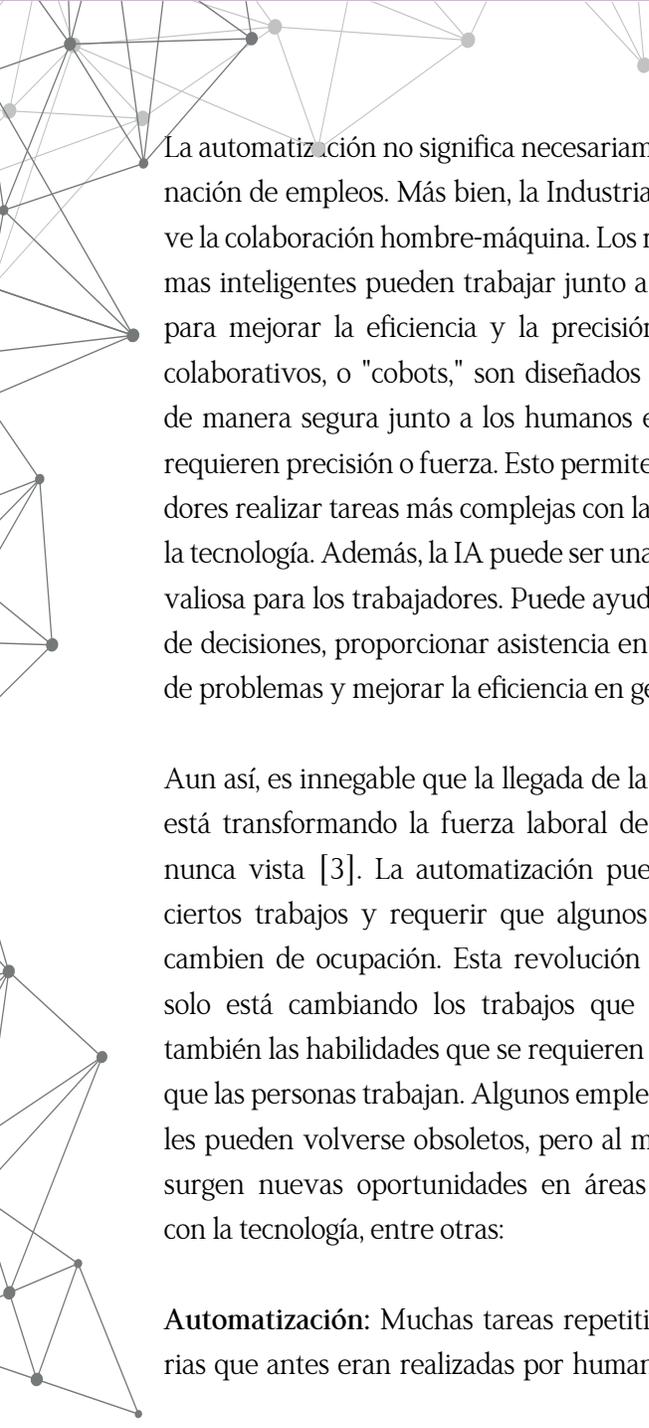
La tecnología también ayuda a reducir los errores en la cadena de suministro. Antes, podían ocurrir errores en la fabricación o en la entrega de productos. Ahora, con sensores y sistemas de seguimiento, es mucho menos probable que ocurran errores costosos. La Industria 4.0 también permite la personalización. Esto significa que las empresas pueden adaptar los productos a tus preferencias. Por ejemplo, podrías personalizar el color o el tamaño de un producto antes de que se fabrique.

Las grandes empresas ya han estado transformando su cadena de suministro utilizando la Industria 4.0. Amazon es un claro ejemplo de cómo la tecnología puede revolucionar la cadena de suministro. Utilizan robots en sus almacenes para mover productos de un lugar a otro de manera eficiente. Además, su sistema de recomendación utiliza IA para sugerir productos a los clientes, lo que optimiza la producción y entrega. La famosa marca de moda Zara utiliza la tecnología para

acelerar el proceso de diseño y producción. Pueden tomar una idea de moda y llevarla a las tiendas en solo unas pocas semanas, en lugar de meses. Esto les permite adaptarse rápidamente a las tendencias cambiantes del mercado. Por su parte, Walmart utiliza sensores de IoT en sus estanterías para rastrear el inventario en tiempo real. Cuando un producto se agota, el sistema lo detecta automáticamente y coloca un pedido de reposición. Esto evita que los productos estén fuera de stock y garantiza que siempre estén disponibles para los clientes. Tesla, la compañía de vehículos eléctricos, utiliza la tecnología de la Industria 4.0 en su cadena de suministro. Pueden monitorear en tiempo real el estado de las baterías de sus vehículos y, si es necesario, enviar actualizaciones de software para mejorar el rendimiento de los autos.

La transformación en la cadena de suministro es un aspecto muy relevante de la Industria 4.0. Esta revolución está haciendo que todo el proceso, desde la fabricación hasta la entrega, sea más rápido, eficiente y adaptado a las necesidades de los consumidores. Los ejemplos de empresas como Amazon, Zara, Walmart y Tesla muestran cómo la tecnología puede revolucionar la forma en que operan y brindan servicios a los clientes.

# Impacto en la Fuerza Laboral y Habilidades Requeridas



La automatización no significa necesariamente la eliminación de empleos. Más bien, la Industria 4.0 promueve la colaboración hombre-máquina. Los robots y sistemas inteligentes pueden trabajar junto a los humanos para mejorar la eficiencia y la precisión. Los robots colaborativos, o "cobots," son diseñados para trabajar de manera segura junto a los humanos en tareas que requieren precisión o fuerza. Esto permite a los trabajadores realizar tareas más complejas con la asistencia de la tecnología. Además, la IA puede ser una herramienta valiosa para los trabajadores. Puede ayudar en la toma de decisiones, proporcionar asistencia en la resolución de problemas y mejorar la eficiencia en general.

Aun así, es innegable que la llegada de la Industria 4.0 está transformando la fuerza laboral de una manera nunca vista [3]. La automatización puede amenazar ciertos trabajos y requerir que algunos trabajadores cambien de ocupación. Esta revolución industrial no solo está cambiando los trabajos que existen, sino también las habilidades que se requieren y la forma en que las personas trabajan. Algunos empleos tradicionales pueden volverse obsoletos, pero al mismo tiempo, surgen nuevas oportunidades en áreas relacionadas con la tecnología, entre otras:

**Automatización:** Muchas tareas repetitivas y rutinarias que antes eran realizadas por humanos ahora son

llevadas a cabo por máquinas y robots. Esto significa que los trabajadores pueden enfocarse en tareas más creativas y estratégicas.

**Habilidades Tecnológicas:** La demanda de habilidades tecnológicas, como la programación, el análisis de datos y la ciberseguridad, está en constante crecimiento. Los trabajadores que adquieren estas habilidades tienen una ventaja en el mercado laboral.

**Aprendizaje Continuo:** La formación y el aprendizaje continuo se vuelven esenciales. Los trabajadores deben estar dispuestos a adquirir nuevas habilidades a lo largo de sus carreras para mantenerse relevantes.

Por lo tanto, la Industria 4.0 está alterando la forma en que trabajamos y las habilidades que necesitamos. La colaboración hombre-máquina se está convirtiendo en la norma, y el aprendizaje continuo es esencial. Si bien existen desafíos en la adaptación a este nuevo paradigma, también hay numerosas oportunidades para aquellos dispuestos a abrazar el cambio y mantenerse al día con las demandas tecnológicas en evolución.

## Desafíos y Consideraciones Éticas

La adopción de tecnologías avanzadas en la Industria 4.0 presenta desafíos y cuestiones éticas importantes que deben ser abordados a medida que avanzamos hacia un futuro cada vez más digital.

### Ciberseguridad y Protección de Datos en la Industria 4.0

#### Vulnerabilidades de Ciberseguridad:

A medida que las empresas se vuelven más interconectadas, también aumenta la superficie de ataque para ciberataques. La ciberseguridad se convierte en una preocupación crítica, ya que un ataque exitoso puede tener graves consecuencias en la producción, la privacidad y la seguridad.

#### Protección de Datos:

La recopilación y el intercambio de grandes cantidades de datos en la Industria 4.0 plantean preocupaciones sobre la privacidad y la gestión de datos [4]. Las empresas deben asegurarse de que los datos de los clientes y los datos empresariales estén protegidos adecuadamente.

### Desafíos Éticos en la Automatización y Toma de Decisiones

**Responsabilidad y Transparencia:** A medida que las decisiones son tomadas por algoritmos y sistemas automatizados, surge la pregunta de quién es responsable en caso de errores o decisiones perjudiciales. La transparencia en los procesos de toma de decisiones se convierte en un asunto ético clave.

**Sesgos en los Algoritmos:** Los algoritmos de IA pueden heredar sesgos de los datos con los que fueron entrenados, lo que puede llevar a decisiones discriminatorias o injustas. Es crucial abordar estos sesgos y garantizar que la automatización sea ética y justa.

### Regulaciones y Estándares en Evolución

#### Normativas Cambiantes:

A medida que la tecnología avanza, las regulaciones y leyes también deben evolucionar para abordar nuevos desafíos. Los gobiernos y las organizaciones internacionales están trabajando en la creación de marcos legales que aborden la ciberseguridad, la privacidad de datos y la ética de la automatización.

#### Estándares de Industria:

Las organizaciones y la industria en general están desarrollando estándares éticos para guiar la adopción responsable de la tecnología en la Industria 4.0. Estos estándares pueden incluir normas sobre la ciberseguridad, la privacidad y la toma de decisiones éticas.

Así vemos que la Industria 4.0 no solo presenta oportunidades emocionantes, sino también desafíos éticos significativos que deben ser abordados de manera responsable. La ciberseguridad y la protección de datos son fundamentales para preservar la confianza del público y la integridad de las operaciones. Los desafíos éticos en la automatización y la toma de decisiones requieren una reflexión profunda sobre quién es responsable y cómo garantizar la equidad en un mundo cada vez más automatizado. A medida que las regulaciones y estándares evolucionan, es esencial que las empresas se adhieran a prácticas éticas y contribuyan a la creación de un entorno de Industria 4.0 responsable y sostenible.

# Casos de Éxito y Futuro de la Industria 4.0

La Industria 4.0 ha demostrado ser un motor de cambio para empresas de todo el mundo, pero su evolución no se detiene. En esta sección, presentaremos ejemplos de empresas que ya han abrazado con éxito esta revolución industrial. Además, exploraremos las predicciones y tendencias futuras en constante evolución que están dando forma al futuro de la Industria 4.0.

### *Siemens:*

Siemens es un gigante en el ámbito de la tecnología industrial y ha sido un defensor líder de la Industria 4.0. Han aplicado con éxito la digitalización en sus operaciones de fabricación y en la oferta de soluciones a sus clientes. Uno de sus ejemplos más notables es la "fábrica digital" en Amberg, Alemania. Esta fábrica altamente automatizada utiliza sistemas de producción inteligentes y robots para fabricar productos de alta calidad, como tableros de control eléctrico y dispositivos médicos. Gracias a la interconexión de máquinas y procesos, Siemens ha logrado una mayor eficiencia y la capacidad de producir productos personalizados en masa.

### *General Electric (GE):*

GE ha abrazado la Industria 4.0 en su negocio de servicios, particularmente en la industria de la aviación. Utilizan sensores y análisis de datos en sus motores de aviones y equipos industriales para monitorear el rendimiento en tiempo real. Esto les permite ofrecer mantenimiento predictivo y servicios más eficientes a sus clientes, lo que reduce los tiempos de inactividad y aumenta la confiabilidad de sus productos. GE ha demostrado cómo la digitalización puede mejorar no solo la producción, sino también la entrega de servicios posventa.

### *Ford:*

Ford, el fabricante de automóviles, ha adoptado con éxito la Industria 4.0 en sus líneas de producción. Han implementado robots colaborativos (cobots) en sus fábricas para trabajar junto a los empleados en tareas

de montaje. Estos cobots ayudan a los trabajadores a levantar objetos pesados y realizan tareas repetitivas, lo que mejora la eficiencia y la seguridad en el lugar de trabajo. La colaboración hombre-máquina ha permitido a Ford aumentar la productividad y mejorar las condiciones laborales al mismo tiempo.

Estos ejemplos ilustran cómo empresas líderes en diversas industrias han adoptado con éxito la Industria 4.0 para mejorar la eficiencia, la calidad y la competitividad. La digitalización y la automatización inteligente se han convertido en partes integrales de sus operaciones, lo que demuestra el impacto transformador de esta revolución industrial en las empresas y la economía global. Estos casos de éxito sirven como inspiración para otras organizaciones que buscan abrazar la Industria 4.0 y sus beneficios.

La Industria 4.0 se encuentra en un estado de transformación constante. A medida que la tecnología avanza y las empresas continúan adoptando soluciones digitales, se perfilan nuevas direcciones y desafíos. Las siguientes son predicciones y tendencias clave que se visualizan en un corto y mediano plazo [5]:

### **Mayor Interconexión:**

La interconexión entre empresas, máquinas y dispositivos se intensificará. La Internet de las Cosas (IoT) seguirá expandiéndose, permitiendo la comunicación en tiempo real entre productos y sistemas en toda la cadena de suministro.

### **Inteligencia Artificial Avanzada:**

La inteligencia artificial (IA) avanzada se convertirá en un pilar aún más crítico de la Industria 4.0. Se utilizará para tomar decisiones más complejas, optimizar procesos y ofrecer experiencias de usuario altamente personalizadas.

### **Fabricación Aditiva Evolucionada:**

La impresión 3D y la fabricación aditiva continuarán evolucionando. Esto permitirá la producción de componentes más grandes y complejos, y abrirá nuevas posibilidades en la fabricación personalizada.

### **Sustentabilidad y Eficiencia Energética:**

La sustentabilidad será un enfoque clave en la Industria 4.0. Las empresas buscarán reducir su huella ambiental mediante la optimización de recursos, la eficiencia energética y la reducción de desperdicios.

### **Educación y Desarrollo de Habilidades:**

A medida que la tecnología avance, la educación y el desarrollo de habilidades serán esenciales. Se requerirá una fuerza laboral altamente capacitada en tecnología y digitalización para aprovechar al máximo la Industria 4.0.

### **Énfasis en la ciberseguridad:**

Dado el aumento de la ciberconectividad, la seguridad cibernética se convertirá en una prioridad aún mayor. Las empresas invertirán en medidas de seguridad para proteger sus datos y sistemas contra amenazas cibernéticas.

Estas predicciones y tendencias marcan el camino hacia el futuro de la Industria 4.0. La continua evolución tecnológica y la adaptación constante de las empresas son esenciales para aprovechar al máximo las oportunidades que esta revolución industrial ofrece. En la sección anterior, exploramos ejemplos de empresas que ya están en este camino, demostrando cómo la digitalización y la automatización inteligente pueden transformar las operaciones y los servicios.

# Conclusiones y Reflexiones

---

En esta exploración de la Industria 4.0, hemos recorrido un viaje que abarca desde los fundamentos hasta las predicciones futuras. La Industria 4.0 representa una transformación profunda en la forma en que producimos, trabajamos y vivimos. Ha habilitado la automatización inteligente, la interconexión de dispositivos y la toma de decisiones basada en datos. Ejemplos de empresas líderes, como Siemens, General Electric y Ford, demuestran cómo la digitalización puede mejorar la eficiencia, la calidad y la competitividad.

Sin embargo, esta revolución también plantea desafíos. La ciberseguridad y la protección de datos son críticas. La ética en la automatización y la toma de decisiones exige transparencia y responsabilidad. Las regulaciones y estándares deben evolucionar para abordar los desafíos actuales y futuros .

A medida que avanzamos hacia el futuro, la Industria 4.0 seguirá siendo un motor de cambio. La interconexión crecerá, la IA avanzada impulsará decisiones más complejas y la sustentabilidad será fundamental. La educación y el desarrollo de habilidades serán esenciales para una fuerza laboral preparada para esta era digital.

En el contexto de Ciudad Juárez, la incorporación de la Industria 4.0 tiene un significado especial. La ciudad es conocida por su vital industria manufacturera, que incluye la producción de productos electrónicos, automóviles y maquinaria, entre otros. La Industria 4.0 ofrece a Ciudad Juárez la oportunidad de impulsar aún más su posición en la cadena de suministro global.

Es esencial que las empresas en Ciudad Juárez reconozcan el potencial de la digitalización y la automatización inteligente para aumentar la eficiencia y la competitividad. Al invertir en tecnologías de la Industria 4.0 y capacitar a su fuerza laboral en habilidades digitales, pueden lograr una mayor productividad y calidad en la producción. En resumen, la Industria 4.0 presenta oportunidades de progreso para Ciudad Juárez y su próspera industria manufacturera. Al adoptar tecnologías avanzadas y abordar consideraciones éticas y de seguridad, la ciudad puede continuar su crecimiento y contribuir al éxito de la economía mexicana en un mundo cada vez más digital.

---

## Referencias:

- [1] Y. Lu, A. Morris and T. Freiheit, "Industry 4.0: A Survey of Technologies, Applications and Challenges," in *The 12th IEEE Conference on Industrial Electronics and Applications (ICIEA)*, Siem Reap, Cambodia, 2017.
- [2] McKinsey & Company, «The Internet of Things: Mapping the value beyond the Hype,» Mckinsey Global Institute, San Francisco, 2015.
- [3] World Economic Forum, «The Future of Jobs Report,» World Economic Forum, Geneva, 2023.
- [4] World Economic Forum, «The Global Risks Report 2023,» World Economic Forum, Geneva, 2023.
- [5] Deloitte Touche Tohmatsu Limited and World Economic Forum, «The future of Manufacturing,» World Economic Forum, Colonia, 2012.

# Fisión y Fusión Nuclear

Cómo entender la película de Oppenheimer

Por Jesús Manuel Sáenz y Karen Yael Castrejón  
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez



Figura 1. La prueba Trinity. Imagen de dominio público.

## Introducción

*Oppenheimer* (2023) es un filme dirigido por Christopher Nolan que destaca la humanidad y el apego a los hechos históricos [1]. Está basado en la biografía *American Prometheus* del físico Robert Oppenheimer, director de los laboratorios en Los Álamos, en donde trabajó en el proyecto Manhattan sobre la construcción de la bomba atómica durante la Segunda Guerra Mundial.

“Supimos que el mundo no sería el mismo. Alguna gente rio; alguna gente lloró. La mayoría de la gente permaneció en silencio. Recordé la línea de la escritura hindú, el *Bhagavad Gita*; Visnú está tratando de persuadir al príncipe para que cumpla con su deber, y para impresionarlo, toma la forma con múltiples brazos y dice ‘Ahora me he convertido en la Muerte, el destructor de mundos’. Supongo que todos pensamos eso, de alguna manera u otra” dijo Oppenheimer en 1965 sobre la explosión de la primera bomba nuclear, en la prueba Trinity del 16 de julio de 1945.

Sobre *Oppenheimer*, Alex Wellerstein [2] sostiene que la convicción de Oppenheimer fue firme en desarrollar la bomba nuclear porque lo creía necesario. La inevitabilidad del armamento nuclear ha sido contemplada con un mal necesario: “Si los Estados Unidos no hubieran desarrollado la bomba atómica, otros lo hubieran hecho. La Alemania Nazi lo intentó, pero fracasó y los soviéticos lo consiguieron...” [3].

En este artículo presentamos los conceptos de la física nuclear y sus aplicaciones, así como algunos de los aspectos sociales y del medio ambiente relacionados con *Oppenheimer*.

# La Física de Oppenheimer

## -Sobre la constitución de la materia

La materia está constituida por átomos, y estos, a su vez, están formados por partículas: el electrón, con carga eléctrica negativa; el protón, con carga positiva; el neutrón, que no tiene carga. Los átomos tienen un núcleo formado por protones y neutrones. Los electrones giran alrededor del núcleo.

Muchos de los elementos de la tabla periódica tienen un núcleo estable y esto se debe a su número de masa, que se define como el número de protones y neutrones en el núcleo. Mejor dicho, la estabilidad depende de la energía que tenga el arreglo de protones y neutrones en el núcleo. Los núcleos con número de masa igual a 83 y menor son estables, debido a que tienen la suficiente

energía de enlace para mantenerlo unido. En cambio, los núcleos con número de masa mayor son inestables porque su energía es mayor a la energía de enlace, por lo que experimentan diversos procesos que los llevan hacia núcleos estables.

La radiactividad de un núcleo inestable es la emisión de partículas o de energía, a lo que se le conoce como decaimiento. Existen tres tipos de decaimiento nuclear: beta, que es la emisión de un electrón; gama, que es la emisión de un fotón (partícula asociada a los campos electromagnéticos); y alfa, que es la emisión de un núcleo de helio (formado por dos protones y dos neutrones).

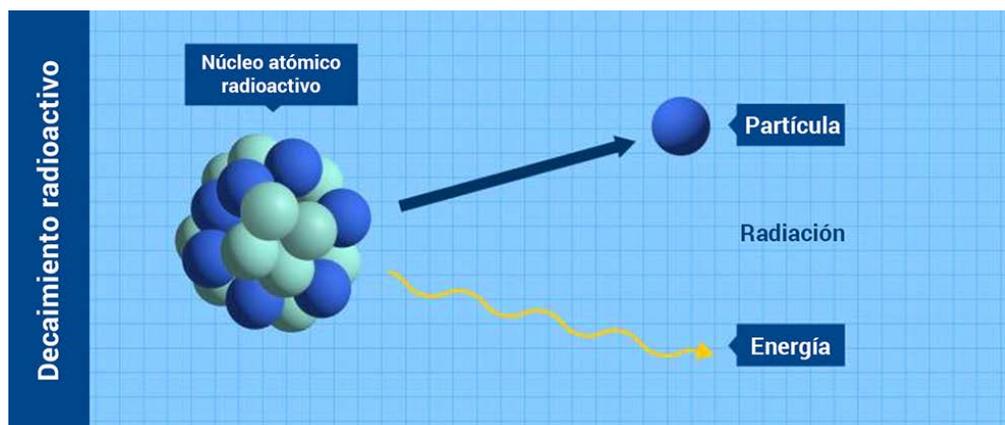


Figura 2 Decaimiento radiactivo. Tomada de [4]

Los isótopos son átomos que pertenecen a un mismo elemento, pero que tienen diferente número de masa. Por ejemplo, el uranio-235 es un átomo de uranio cuyo núcleo contiene 92 protones y 143 neutrones. Si se agrega un neutrón a este núcleo, entonces tendremos uranio-236.

## -Fisión

La fisión nuclear [5] ocurre cuando la energía del núcleo es mayor que la energía de enlace. Un neutrón puede entrar al núcleo de uranio-235 para convertirlo en uranio-236, el cual tiene una energía mayor que la energía de enlace. En general, se tiene el mecanismo de fisión inducida por neutrones en uranio, plutonio y torio, siendo el uranio el combustible usado en los reactores nucleares de fisión.

En la fisión a partir de uranio-235 se producen núcleos de otros elementos, como el kriptón y el bario, y se pueden liberar varios neutrones. También, los fragmentos pueden decaer, produciendo partículas adicionales y liberando energía útil en la producción de energía eléctrica.

Los neutrones liberados en las fisiones son utilizados para inducir fisiones adicionales en reacciones en cadena, las cuales pueden detenerse eventualmente. De no hacerlo, la reacción en cadena continúa produciendo fisiones hasta terminar en una explosión, como en el caso de las bombas de fisión nuclear.

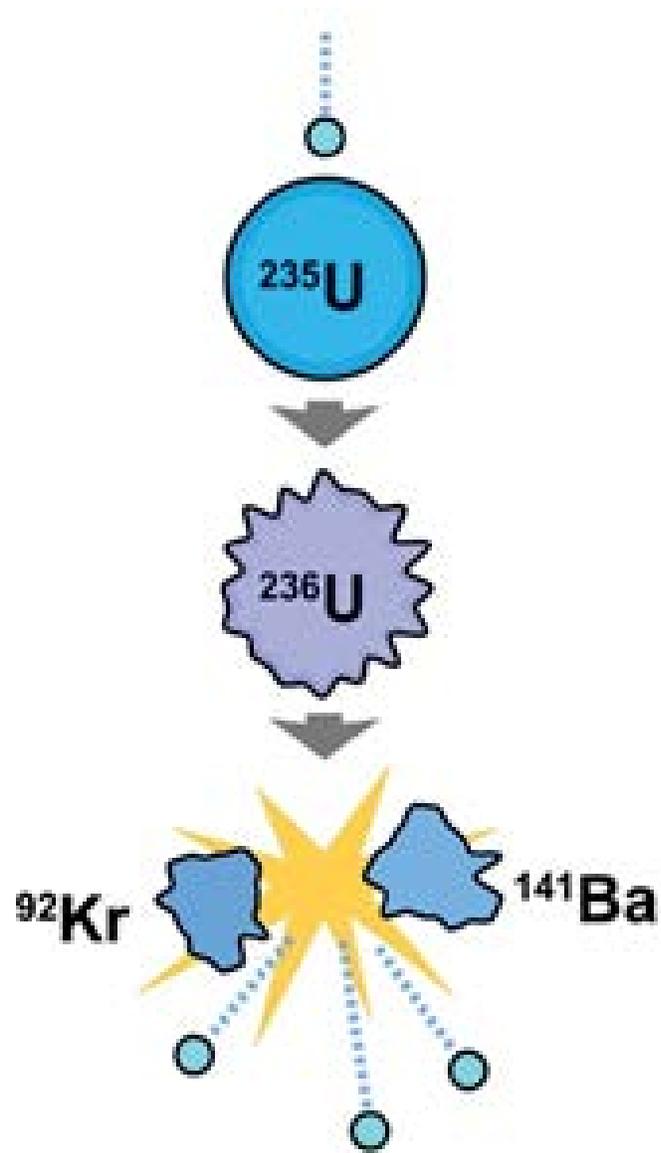


Figura 3 Fisión nuclear. Un neutrón es capturado por el uranio-235 produciendo uranio-236, que se fisiona en kriptón-92 y bario-141, liberando energía. Figura de dominio público.

**-Fusión**

La fusión es el proceso en que dos núcleos ligeros se unen y se libera energía de acuerdo con la diferencia de energías de enlace antes y después de la fusión [5]. La figura 4 muestra la fusión de deuterio y tritio, que son isótopos del hidrógeno.

El deuterio es el núcleo de un átomo de hidrógeno con un neutrón adicional. El tritio es similar, pero tiene dos neutrones adicionales (figura 5).

Se debe alcanzar una temperatura suficientemente alta para que el deuterio y el tritio se fusionen, por lo que hasta el momento se ha conseguido producir energía gastando aún más energía de la producida. Una de las ventajas de la fusión es que produce energía eléctrica, pero sin desechos radiactivos.

**¿Cómo funciona la energía nuclear?**

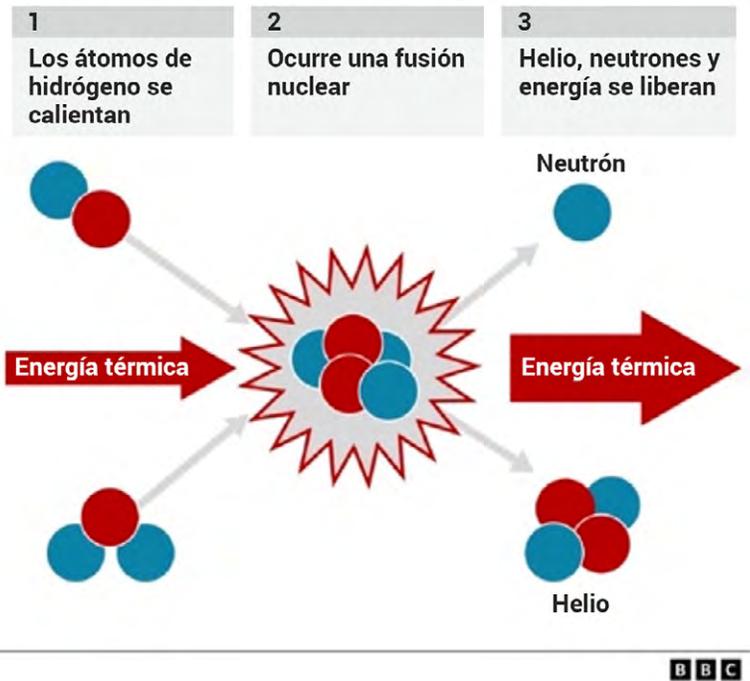


Figura 4. Fusión nuclear. El deuterio (protón en rojo y neutrón en azul) se fusiona con el tritio (protón en rojo y dos neutrones en azul) para producir helio (dos protones en rojo y dos neutrones en azul), un neutrón (azul) y liberando de energía. Tomada de [6].

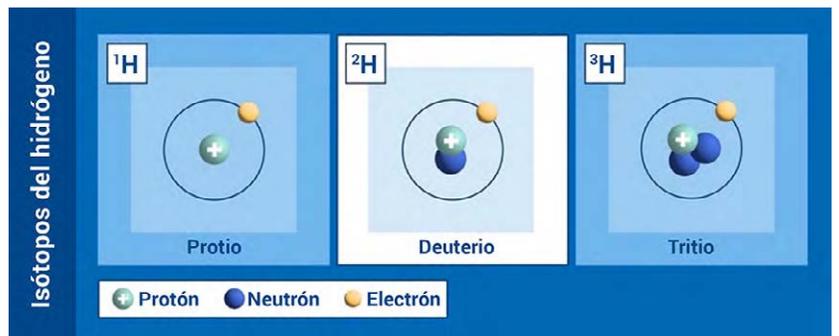


Figura 5 Isótopos del hidrógeno: protio, que es el núcleo formado por el protón en el hidrógeno; deuterio, cuyo núcleo consiste en un protón y un neutrón; tritio, cuyo núcleo consiste en dos neutrones y un protón. Tomada de [7]

# Aplicaciones de la Física Nuclear

## -Armas nucleares

Las armas nucleares se dividen en dispositivos de fisión y de fisión/fusión [5]. En los primeros, una forma de estimular la liberación de energía es disparar una parte de uranio-235 hacia otra parte de uranio-235. Esta fue la técnica usada en Little Boy detonada en Hiroshima. Otra forma consiste en la implosión, en donde la energía de algunos explosivos es dirigida hacia el combustible nuclear para iniciar la fisión. Esta fue la técnica usada en Fat Man detonada en Nagasaki.

La energía liberada en un arma de fisión es del orden de 25,000 toneladas de dinamita, es decir, 25 kilotones.

En los dispositivos de fisión/fusión se usa la fusión de deuterio y tritio, que requieren altas temperaturas, por lo que son conocidos como termonucleares. La temperatura puede alcanzarse al detonar primero un arma de fisión. Un arma termonuclear puede alcanzar el equivalente a 50 millones de toneladas de dinamita o 50 megatones.

## -Efectos biológicos y usos médicos

Dependiendo de su energía, la radiación puede tener efectos sobre los tejidos celulares [8]. La energía depositada sobre los tejidos puede romper sus enlaces químicos y alterarlos, incluso destruyéndolos si la radiación es intensa y energética.

Se le conoce como radiación ionizante a la radiación que tiene suficiente energía para sacar electrones de los átomos. Esta radiación es capaz de dañar el ADN de las células, por lo que se altera su reproducción, potencialmente dañando el tejido.

Los efectos extremos de la radiación incluyen la muerte, el daño de los tejidos, el desarrollo de cáncer y efectos genéticos heredados [8]. Sin embargo, no todo son malas noticias: la física nuclear y de radiaciones tiene usos terapéuticos y de diagnóstico, como el uso de rayos X, que son fotones de alta energía [5].

La radioterapia es usada como tratamiento del cáncer. Una opción es la radiación con neutrones, aunque es difícil dirigirlos para depositar energía sobre el tejido canceroso para destruirlo. También existe la terapia con protones, los cuales se enfocan a la zona afectada reduciendo el depósito de ener-



Figura 6. Tratamiento de terapia con protones. Tomada de [9].

gía en el tejido sano, reduciendo los efectos secundarios [9].

Se pueden usar también radionúclidos (núcleos radiactivos) ingeridos o inyectados para ciertos tipos de cáncer localizados. La idea es que la radiación afecta el ADN de las células de tal forma que se puede reducir el tejido tumoral, aunque también puede tener efectos sobre el tejido sano.

### -Producción de energía

La liberación de energía en las reacciones en cadena en los reactores permite producir energía eléctrica en las plantas nucleares. Las reacciones liberan calor y producen vapor (del agua usada para regular la temperatura) que es utilizada en turbinas para producir energía eléctrica. El edificio de contención sirve como escudo para detener algunas de las partículas liberadas en las fisiones.

La planta nuclear de Fukushima tuvo una capacidad total instalada de potencia de 4.7 miles de millones de watts [11], el equivalente a un quinto de la producción mundial de potencia de energía generada con celdas fotovoltaicas en el 2010 [12].

El uso de reactores nucleares produce desechos radiactivos, algunos de los cuales pueden ser almacenados por largos periodos de tiempo, incluso en depósitos subterráneos. Sin embargo, los elementos radiactivos longevos terminarían por contaminar los yacimientos de agua, por lo que no deben enterrarse. Una posibilidad de procesamien-

to de desechos radiactivos es el irradiarlos con neutrones para causar decaimientos hacia elementos estables.

El Reactor Experimental Internacional (ITER, por sus siglas en inglés) es un reactor de fusión que se está construyendo para producir energía mediante fusión de deuterio [13]. Se planea que el ITER produzca 500 millones de watts de energía de

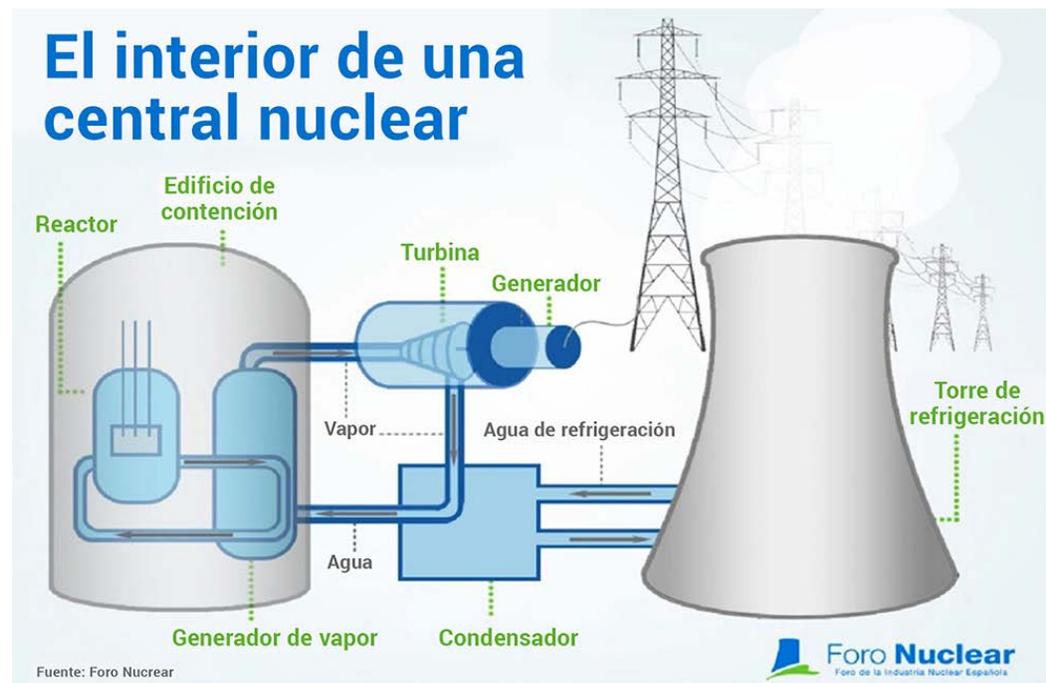


Figura 7 Diagrama de una planta nuclear. Tomada de [10].

fusión (durante intervalos entre 5 y 10 minutos), lo que equivale a un 90% de la potencia eléctrica de la planta fotovoltaica Topaz Solar Farm [12], en los Estados Unidos. Esto se logrará a partir de la inversión de 50 millones de dólares, por lo que se tendrá un factor de ganancia de 10. Las primeras pruebas comenzarán en 2025 y para 2035 se tendrán las primeras pruebas de rendimiento [13].

## La Sociedad, el Medio Ambiente y Oppenheimer

### -Las mujeres del Proyecto Manhattan

Uno de los puntos débiles de Oppenheimer es la escasa mención sobre la contribución que las mujeres tuvieron en el desarrollo de la bomba atómica.

Lilli Schwenk Hornig es la única científica mencionada en el filme [14]. Nació en 1921 en una familia judía que huyó de Europa hacia Estados Unidos en 1933. Hornig obtuvo un posgrado en química en 1943. A los 23 años colaboró en el desarrollo de la bomba atómica, en donde originalmente recibió una oferta laboral como mecanógrafa, la cual confesó que no podía hacer, como se muestra en una escena de la película. Hornig trabajó en el uso de plutonio como combustible de la bomba atómica.

El libro *Their Day in the Sun: Women of the Manhattan Project*, escrito por Ruth Howes y Caroline Herzenberg, cuenta las historias de aproximadamente 300 mujeres -físicas, químicas, matemáticas, biólogas, médicos y técnicos- que trabajaron en Los Álamos.

Una de estas historias es la de Kay Way. Nació en

1903 y obtuvo su doctorado en física en 1938. Originalmente trabajaba en la producción de neptunio-239, el cual es un isótopo que se crea cuando el uranio-238 absorbe un neutrón. El neptunio-239 decae a plutonio-239. En este aspecto, Way sabía cómo producir material para armas nucleares.

Un día después de la prueba Trinity, Way junto con otros 70 científicos firmaron la petición Szilard, dirigida al presidente Truman, manifestando su preocupación por las implicaciones que tendría el detonar una bomba nuclear en Japón.

Las preocupaciones de la comunidad científica no fueron escuchadas: las ciudades de Hiroshima y Nagasaki fueron devastadas luego de las explosiones de Little Boy el 6 de agosto de 1945 y de Fat Man tres días después, respectivamente. Richard Rhodes menciona una omisión en el filme [15]: los directivos de Los Álamos pensaron que la gente en Hiroshima y Nagasaki estaría en los refugios antibombas al detonar Fat Man y Little Boy, por lo que

la estimación del número de fallecidos (alrededor de 200,000) fue mayor a la predicha.

Way convenció a físicos como Einstein, Bethe, Compton, Bohr, Oppenheimer y Szilard para contribuir en el libro *One World or None*, editado por Dexter Masters y por Kay Way, publicado en 1946. El libro es una antología de ensayos que tratan sobre las implicaciones políticas y morales asociadas al uso de armamento nuclear.

### -El desastre de Chernóbil

---

Además del uso deliberado de las armas nucleares, existen los accidentes nucleares.

El 26 de abril de 1986 explotó el reactor no. 4 de la planta nuclear de Chernóbil, en Ucrania [16]. La explosión se dio luego de una prueba en donde se ignoraron algunas medidas de seguridad, provocando sobrecalentamiento del reactor [17].

Cerca de 600,000 personas -bomberos, soldados, mineros y otro personal- fueron enviados a la planta luego de la explosión para las labores iniciales, como la eventual construcción de un sarcófago de concreto para contener la radiación, el cual se deterioró para 1996. El personal fue expuesto a altas tasas de radiación en los primeros días.

La construcción de un nuevo sistema protector para contener la radiación comenzó en 2010 y la instalación terminó hasta 2019. Se espera que esta medida proteja de la radiación durante los siguientes 100 años, aunque el reactor permanecerá siendo altamente radiactivo por un periodo de 20,000 años.



### -El desastre de Fukushima

---

El poderoso terremoto del 11 de marzo de 2011 alcanzó la costa noreste de Japón, produciendo un tsunami con olas de hasta 13 metros de alto que impactaron contra la planta nuclear de Fukushima, causando daños estructu-



*Figura 8 Instalación de la estructura de confinamiento del reactor no.4 de Chernóbil. Tomada de [18].*

rales y en los sistemas eléctricos.

Los sistemas de enfriamiento fallaron provocando sobrecalentamiento en tres reactores, resultando en explosiones que dispersaron material radiactivo sobre las zonas circundantes [19], [20].

La respuesta fue inmediata; “...la rápida, aunque

frenética, evacuación de las áreas circundantes a los reactores probablemente limitó la exposición del público a la radiación a solo un nivel relativamente bajo...”. Sin embargo, varios trabajadores de la planta sufrieron alta exposición a la radiación. Además, aún son preocupantes los efectos sobre la salud mental de las 210,000 personas que fueron desplazadas de sus hogares, huyendo en pánico, con la preocupación ante la posibilidad de haber sido expuestos a la radiación.

Hay motivos por los cuales debemos preocuparnos por las familias desplazadas por desastres nucleares: los estudios sobre el desastre de Chernóbil han encontrado altas tasas de depresión entre los evacuados [20].

### -Los desastres nucleares y el medio ambiente

---

Luego de las detonaciones de las bombas en Hiroshima y Nagasaki, y de los desastres en Chernóbil y en Fukushima, es entendible la preocupación sobre los efectos del uso de energía nuclear. Por otro lado, la industria energética basada en combustibles fósiles como el petróleo y el carbón ha demostrado tener efectos negativos en la calidad del aire [21].

En contraste, la producción de electricidad con plantas nucleares no contamina el ambiente: “Mientras la operación normal de plantas de carbón produce impactos significativos y medibles, el accidente de Fukushima, el segundo peor accidente nuclear de la historia, no tendrá un impacto cuantificable en la salud pública fuera de Japón o en la posible elevación en riesgo de cáncer en algunas regiones de Japón...” [21]. No obstante, Japón y Alemania planean reemplazar plantas nucleares con plantas basadas en combustibles fósiles, contribuyendo al empeoramiento de la calidad del aire.

Una de las noticias recientes es la decisión de Japón de liberar agua contaminada por radiación del desastre de Fukushima [20]. El problema en la planta nuclear se dio por el sobrecalentamiento de algunos reactores. Para enfriarlos se ha usado agua del mar, por lo que se ha contaminado con 64

elementos radiactivos, como el carbono-14 y el tritio, que son considerados como los más peligrosos para la salud [20].

El agua usada para enfriar los reactores se ha procesado para reducir la presencia de material radiactivo. El procesamiento ha sido exitoso en la remoción de 62 elementos radiactivos, siendo el carbono-14 y el tritio los que permanecen en el agua. El remedio es diluirlos con más agua, que se planea liberar al mar durante 30 años. Se espera que la concentración de materiales radiactivos sea comparable con la natural y no se espera un impacto negativo para la vida marina [20].

Una parte de la comunidad científica exige estudios adicionales para evaluar los impactos que la liberación del agua tendría en el medio ambiente, particularmente la forma en la que el tritio entraría en la cadena alimenticia [20], pudiendo afectar a las personas al consumir pescados y mariscos que tuvieran una concentración mayor a la natural. La decisión de liberar el agua se dará una vez que se hayan revisado diferentes reportes.

## Conclusiones

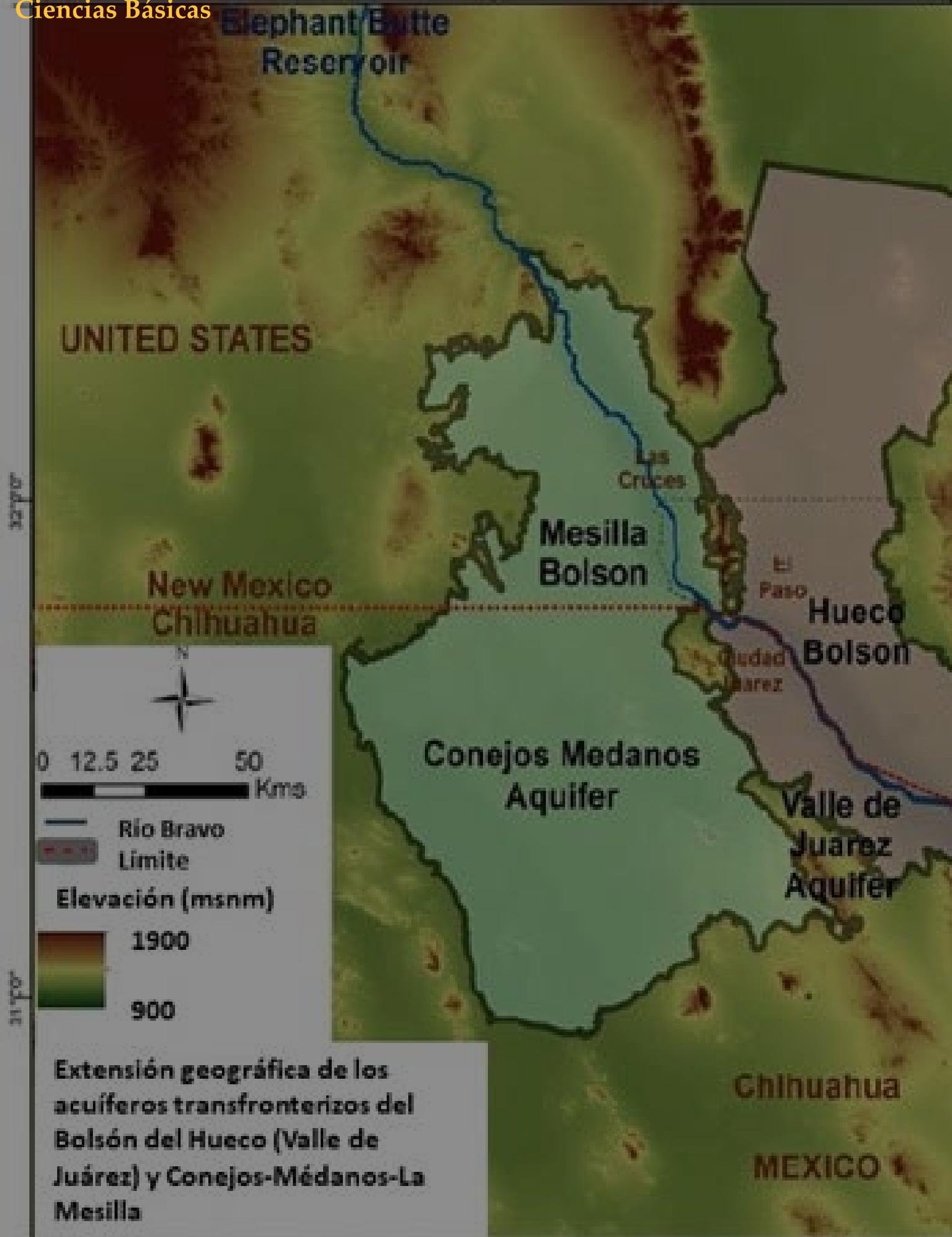
Oppenheimer es un filme profundamente humano. Retrata los más grandes éxitos y los más grandes temores, no solo de un hombre sino de la civilización entera. Podemos ayudarnos, pero también podemos destruirnos.

El trabajo colaborativo de la comunidad científica ha traído avances tecnológicos debido a la aplicación de la física como los avances médicos. Lamentablemente, el esfuerzo individual de quienes participan no siempre es reconocido en la vida real o en la pantalla grande.

La aplicación de la física también ha traído aplicaciones que tienen consecuencias destructivas como el armamento nuclear. Los conflictos bélicos actuales no alivian la preocupación colectiva de que un desastre nuclear deliberado, por causas naturales, o por negligencia vuelva a ocurrir. Sin embargo, la búsqueda por beneficiar a la sociedad no cesa. Actualmente se trabaja en maneras de satisfacer las demandas de energía de la sociedad y en mejorar la calidad de vida, al mismo tiempo que se trata de evitar el daño al medio ambiente. En este sentido, Oppenheimer (una obra artística) pone a disposición del público los temas de la energía nuclear y su uso responsable (una obra científica), quizá con la esperanza de alentar al mundo a usar la ciencia para buscar el bien común, algo en lo que todos debemos contribuir.

#### Referencias Bibliográficas:

- [1] L. Benini. "A faithful but bleak portrayal." *Nature Physics*, vol. 19, no. 1224, doi: <https://doi.org/10.1038/s41567-023-02194-1>
- [2] L. Billings, J. DelVisco y C. Leong. "Here's What 'Oppenheimer' Gets Right—And Wrong—About Nuclear History." *ScientificAmerican.com*. <https://www.scientificamerican.com/podcast/episode/heres-what-oppenheimer-gets-right-and-wrong-about-nuclear-history/> (acceso 7 de sep. 2023)
- [3] R.P. Gale y A. Hochhaus. "Nuclear war and physicians' social responsibility." *Leukemia*, Sep, 2023, doi: <https://doi.org/10.1038/s41375-023-02025-5>
- [4] A. Galindo, ¿Qué es la radiación?, IAEA.org, <https://www.iaea.org/es/newscenter/news/que-es-la-radiacion> (acceso: sep. 18, 2023).
- [5] B. R. Martín y R. Shaw, *Nuclear and Particle Physics*. Hoboken, Nueva Jersey, Estados Unidos: Wiley, 2019.
- [6] E. Stallard, "Fusión del deuterio y el tritio: el prometedor hito que lograron los científicos y qué significa para el futuro de la energía limpia." *BBC.com*, <https://www.bbc.com/mundo/noticias-63963737> (acceso sep. 15 2023).
- [7] P. Daya, "¿Qué es el deuterio." IAEA.org, <https://www.iaea.org/es/newscenter/news/que-es-el-deuterio> (acceso: sep 15, 2023).
- [8] R. A. Powsner, M. R. Palmer y E. R. Powsner, *Essentials of Nuclear Medicine Physics and Instrumentation*. Hoboken, Nueva Jersey, Estados Unidos: Wiley, 2013.
- [9] "Tratamiento con terapia de protones." *Cincinnatichildrens.org*, <https://www.cincinnatichildrens.org/espanol/temas-de-salud/al-pha/p/proton-radiotherapy> (acceso: sep. 15, 2023).
- [10] "¿Qué es un reactor nuclear y qué elementos lo constituyen?" *Foronuclear.org*. <https://www.foronuclear.org/actualidad/a-fondo/que-es-un-reactor-nuclear-y-que-elementos-lo-constituyen/> (acceso sep. 15 2023).
- [11] "Fukushima Nuclear Power Station, Japan." *Power-technology.com*. <https://www.power-technology.com/projects/fukushima-daiichi/> (acceso sep. 15 2023).
- [12] Wolfram Inc., "Wolfram Alpha Inteligencia Computacional", *Wolframalpha.com*. <https://www.wolframalpha.com> (acceso sep. 15 2023).
- [13] W. Picot, "ITER: el experimento de fusión más grande del mundo." IAEA.org, <https://www.iaea.org/es/energia-de-fusion/iter-el-experimento-de-fusion-mas-grande-del-mundo> (acceso sep. 15, 2023).
- [14] K. Hafner y M. Tatananni. "She Helped Build the Atomic Bomb to Stop the Nazis, But Was Haunted by What It Did to Japan." *ScientificAmerican.com*. <https://www.scientificamerican.com/article/she-helped-build-the-atomic-bomb-to-stop-the-nazis-but-was-haunted-by-what-it-did-to-japan/> (acceso 6 de sep. 2023).
- [15] D. Castelvecchi. "Why Oppenheimer has important lessons for scientist today." *Nature*, vol. 620, no. 7972, pp. 16-17, ago., 2023, doi: 10.1038/d41586-023-02409-8.
- [16] Y. Cholteeva, "Making Chernobyl safe: a timeline". *Power-technology.com*, <https://www.power-technology.com/features/making-chernobyl-safe-a-timeline/?cf-view> (acceso sep. 15, 2023)
- [17] "Frequently Asked Chernobyl Questions", IAEA.org, <https://www.iaea.org/newscenter/focus/chernobyl/faqs#:~:text=What%20caused%20the%20Chernobyl%20accident,of%20radiation%20into%20the%20atmosphere.> (acceso: sep. 15, 2023).
- [18] VINCI Construction. "Chernobyl new safe confinement." *VINCI-construction-projects.com*, <https://www.vinci-construction-projects.com/es/realizaciones/chernobyl-new-safe-confinement/> (acceso sep. 15, 2023).
- [19] G., Brumfiel, "Fukushima: Fallout of fear", *Nature*, vol. 493, pp. 290-293, ene. 2013. doi: <https://doi.org/10.1038/493290a>
- [20] B. Nogrady, "Is Fukushima wastewater release safe? What the Science says.", *Nature*, vol. 618, pp. 894-895, jun. 2023, doi: <https://doi.org/10.1038/d41586-023-02057-y>
- [21] M. Shellenberger, "Nuclear power: Unexpected health benefits", *Nature Energy*, vol. 2, no. 17058, abr. 2017, doi: <https://doi.org/10.1038/nenergy.2017.58>



Extensión geográfica de los acuíferos transfronterizos del Bolsón del Hueco (Valle de Juárez) y Conejos-Médanos-La Mesilla

A topographic map of the Paso del Norte region, showing the border between the United States and Mexico. The map is color-coded by elevation, with green for lower elevations and brown for higher elevations. The Rio Grande is visible as a blue line. Labels for 'New Mexico', 'Texas', and 'UNITED STATES' are present on the map.

# Agua en la región Paso del Norte (PdN): futuro y retos

Por Alfredo Granados Olivas (IIT-UACJ) y  
Alexander Sam Fernald (NMWRR).

# Introducción

---

El agua es el recurso natural más importante para la supervivencia del ser humano. Las diversas actividades que se desarrollan para alcanzar la calidad de vida en las sociedades están entorno a la disponibilidad de agua, tanto en calidad como en cantidad. Contar con suficiente agua de buena calidad es clave para que las sociedades prosperen y mejoren sus condiciones de vida. En México, la Ley de Aguas Nacionales (LAN) establece que el uso doméstico representa la primera prioridad en derecho de acceso al agua; esto es, antes de los usos agrícolas, industriales, mineros o ambientales, las personas tienen prioridad. Por otro lado, los datos proporcionados por las autoridades responsables de la administración del agua establecen que el país tiene una cobertura nacional promedio de suministro de agua potable para las comunidades de aproximadamente 92 %. Esto es, a nivel nacional, aproximadamente 9 de cada 10 personas tienen alguna forma de suministro de agua potable [1]. Sin embargo, las estimaciones futuras al respecto establecen que la disponibilidad se irá reduciendo conforme se vaya incrementando la demanda. Por ejemplo, se proyecta que del año 2000 al 2030, se reducirá la disponibilidad hasta en casi 1000 m<sup>3</sup>/hab/año [2].

Bajo este marco, el tema del agua toma su respectiva relevancia debido al futuro que se prevé en donde los modelos de predicción de cambio climático establecen que en la región Paso del Norte [PdN] (Cd. Juárez, Chih., -El Paso, Tx-Las Cruces NM) las lluvias serán escasas y las temperaturas se

pudieran incrementar substancialmente por encima de los promedios normales; aunado a esto, el incremento de las demandas por el recurso para cubrir las necesidades de una población en expansión se presentará en constante aumento debido a la tasa de crecimiento poblacional. Por otro lado, el Monitor de la Sequía (<https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/monitor-de-sequia-en-mexico>) registra una sequía en expansión territorial continua en todo el país, acentuando las clasificaciones de “sequía severa” en el territorio de Chihuahua, sosteniéndose durante todo lo que va del año 2023. Esto presiona en las disponibilidades de agua superficial en las represas del Estado de Chihuahua y subterránea de los diferentes acuíferos de la región, generando conflicto y problemas sociales que son utilizados generalmente con fines políticos por encima de los intereses de lo social-ambiental-económico [3].

En este artículo, se estarán revisando datos concretos respecto a la disponibilidad de agua subterránea en la región PdN sustentados en publicaciones arbitradas y textos especializados en la temática, centrando el enfoque en documentar los datos con información actualizada para generar conocimiento general en la materia que ocupa este trabajo. Se darán antecedentes concretos específicamente en tres áreas: 1) gobernanza en los acuíferos transfronterizos en la región PdN; 2) estimación de volúmenes de almacenamiento de agua subterránea para los acuíferos transfronterizos del Bolsón del Hueco

(Valle de Juárez) y El Bolsón de Conejos-Médanos-La Mesilla; y finalmente, 3) las estrategias y retos que se tienen para el futuro del agua subterránea en PdN.

## La gobernanza de los Acuíferos Transfronterizos de la Región PdN

Los recursos de agua subterránea en la frontera entre México y los Estados Unidos son binacionales por su naturaleza de formación hidrogeológica y la extensión geográfica del acomodo de sus acuíferos. Aún y cuando ha habido iniciativas puntuales al respecto del manejo de agua subterránea, ese único esfuerzo no se considera como un ejercicio extrapolable hacia las otras regiones transfronterizas en donde se ubican los 36 acuíferos compartidos

entre México y los Estados Unidos quedando pendiente la agenda de un tratado internacional de agua subterránea entre México y los Estados Unidos [4,5]. En el caso particular de la distribución, acomodo de los acuíferos que almacenan el agua subterránea en la región PdN y su administración, es conocido y ha sido documentado ampliamente que la meta de la gobernanza binacional del agua subterránea implica complejos acuerdos diplomáticos para su administración, manejo y explotación que, a la fecha del presente trabajo, no se tienen acordados a nivel de gobierno central entre los dos países

debido a la falta de caracterización física de su extensión territorial y de su volumetría [6,7]. En el caso de la extensión geoespacial subterránea de los paquetes sedimentarios que componen los acuíferos en la región PdN, su distribución entre los dos países en donde se pueden observar “trasvasando” el límite geopolítico entre los dos países se presenta en la Figura # 1.

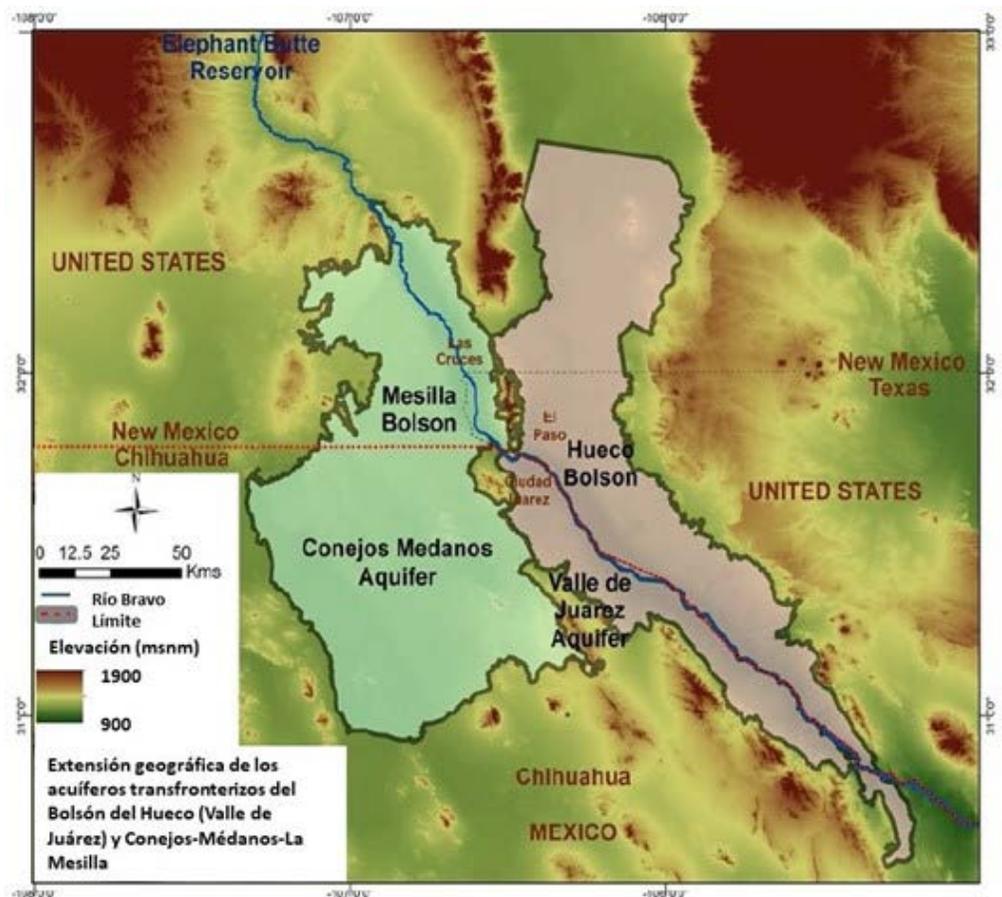


Figura # 1 Extensión geográfica de los acuíferos transfronterizos en el área de estudio [12].

## Volumetría y distribución de agua subterránea en la Región PdN

La profundidad y extensión tridimensional de los acuíferos de la región PdN es ampliamente conocida y los volúmenes de agua disponible en ellos también ha sido documentada. De igual manera, se ha datado el tiempo de residencia (edad del agua) en los acuíferos y se ha medido su equilibrio (balance hídrico) entre lo que se extrae de ellos y lo que recarga por efecto de las lluvias de la región, el riego agrícola o las fugas en el sistema de distribución de agua potable. Por ejemplo, se ha documentado a través de medios de exploración geofísica la profundidad de los acuíferos del Bolsón del Hueco (Valle de Juárez) reportando un “doble” paquete sedimentario conocido como “acuífero somero” con poco más de 70 m de espesor; seguido de capas intercaladas de material permeable y semipermeable con más de 3 000 m de profundidad al basamento (roca sólida impermeable) conocido como acuífero semi-confinado [8]. Por otro lado, se ha reportado en el acuífero de Conejos-Médanos-La Mesilla grandes volúmenes de agua, los que pudieran llegar a ser potencialmente recuperables con calidades que varían de agua dulce a ligeramente salobre (presencia de sal en el agua) y que ha sido estimada en 82 600 hectómetros cúbicos (hm<sup>3</sup>) en la parte estadounidense de la cuenca y 69 100 hectómetros cúbicos en su porción mexicana [1 hm<sup>3</sup> = 1 000 000 m<sup>3</sup>] [9]. Sin embargo, también se conoce que en la región PdN y en este acuífero en particular, la recarga por efecto de la precipitación y riego es prácticamente nula indicando que el agua subterránea en este acuífero no es reciente y que se recargó hace miles de años cuando el clima era más húmedo [10].

## Estrategias y retos para la sustentabilidad de acuíferos en la región PdN

Los retos para la sustentabilidad hídrica de los acuíferos en la región PdN son enormes y de grandes complejidades. Por un lado, tenemos la distribución geográfico-espacial de los acuíferos en cuestión, con la particularidad de ser transfronterizos en su origen y formación lo que implica la necesidad de acuerdos bilaterales que no siempre son fáciles de conciliar. En segundo término, se tienen los marcos jurídicos que gobiernan dichos recursos en cada uno de los países en donde; por el lado mexicano, se cuenta con una ley que gobierna las estructuras administrativas para lograr la sustentabilidad del recurso (LAN) en donde el empoderamiento social se distribuye en base a los consejos de cuenca que están representados por todos los usuarios del recurso que se localizan dentro de la cuenca. Por ejemplo, para el caso de la región PdN, el Consejo de Cuenca Río Bravo (<https://www.cuencariobravo.org/>), es la autoridad civil responsable de lograr los acuerdos entre las partes para el buen uso de los recursos de agua (ambos, subterránea y superficial). En su contraparte, en la sección estadounidense para lograr la administración del agua (ambos, subterránea y superficial) los acuerdos se rigen por marcos legales estatales que se disputan en lo particular para la utilidad del recurso. Esto trae como consecuencia largos procesos de conciliación entre las partes para llegar a

consensos en los procedimientos para administrar sus recursos de agua.

Otro reto clave para ambos territorios, es la necesidad de infraestructura sanitaria para el cuidado de la calidad del agua y para conciliar acuerdos binacionales holísticos en donde se discutan estrategias en conjunto a través de talleres informativos y colaborativos en donde se contienden las estrategias y se analizan los datos de la situación actual del recurso. Por ejemplo, Mayer y otros colaboradores [11], realizaron un ejercicio de empoderamiento social binacional llamado “Juegos Serios”, los cuales aplicaron técnicas de colaboración participativa empática para “ponerse en los zapatos” de las contrapartes. En este ejercicio encontraron que las partes representativas de ambos países estuvieron de acuerdo en que el escenario de “seguir haciendo lo mismo” con respecto al uso del agua, no era sustentable. Aún, sin embargo, cuando se trató el tema de quien debería de reducir sus extracciones del acuífero para ayudar en la preservación del recurso no renovable, no se logró consenso entre las partes pues ninguna de las agencias participantes y los representativos comunitarios de ambos países estuvieron dispuestos a reducir el volumen comprometido para sus respectivas comunidades.

Estos talleres demostraron que las comunidades están conscientes de la importancia del recurso de agua subterránea; sin embargo, se requiere de una continuidad de concientización hacia las sociedades de ambos países para ir informando y educando a la ciudadanía para avanzar en la agenda de la sustentabilidad hídrica binacional.

## Conclusión

---

En este artículo se revisó el tema de los acuíferos transfronterizos que se localizan en la región PdN. En esta región, la disponibilidad de agua subterránea es clave para el desarrollo social, económico y ambiental pues es el recurso inmediato que se encuentra con posibilidades de ser aprovechado de manera sustentable considerándose más importantes y por encima de las prioridades que pudieran tener las represas que almacenan agua superficial y que existen localizadas en territorio estadounidense, las cuales están sujetas a diversos acuerdos binacionales para su usufructo y además con serios impactos por la recurrencia del cambio climático en la región. De igual forma, se ha demostrado que la disponibilidad de volumetría en los acuíferos binacionales son considerablemente grandes y que con un manejo sanitario adecuado y con la tecnología apropiada, éstas aguas ligeramente salobres que se encuentran a mayores profundidades (>450 m) pudieran ser aprovechadas si se logran consensos para generar e invertir en la infraestructura hidráulica apropiada para la potabilización (por ejemplo, desalinización, tecnología que actualmente se encuentra ya funcionando en la Ciudad de El Paso, Texas en los Estados Unidos).

De igual manera, se explicó en este artículo la

importancia del empoderamiento social basado en ciencia e información fiable que producen las universidades locales y regionales en ambos países, pues producen datos de relevante importancia para reducir y eliminar el síndrome del “mapa en blanco”. Este fenómeno de carencia de información hacia ambos lados de la frontera en donde los datos de un lado de los límites territoriales del país por lo general no eran compartidos a las contrapartes produciendo este “síndrome” en donde en la línea divisoria geopolítica de ambos países, solo se mostraban los mapas en blanco de ambas partes de la vecindad territorial, esto es, los mapas mexicanos de disponibilidad, no incluían información del lado norte de la imagen, y viceversa, los mapas estadounidenses no contaban con la información del lado mexicano.

Como reflexión final podemos comentar que, es de relevante importancia seguir el ejercicio democrático de la socialización de la información técnica basada en la mejor ciencia posible y explicada de manera sencilla y sin tecnicismos que pudieran confundir a la audiencia. De esta forma, las decisiones consensadas permitirán la gobernanza del recurso contribuyendo con la autoridad para tomar acciones clave para la sustentabilidad del recurso, en donde los acuerdos se socialicen reduciendo o eliminando el autoritarismo que pudiera en su momento presentarse al imponer alguna acción o peor

aún, forzar alguna decisión centralista en donde no se anticipe el acuerdo con la sociedad en su conjunto.

En este artículo, se estarán revisando datos concretos respecto a la disponibilidad de agua subterránea en la región PdN sustentados en publicaciones arbitradas y textos especializados en la temática, centrando el enfoque en documentar los datos con información actualizada para generar conocimiento general en la materia que ocupa este trabajo. Se darán antecedentes concretos específicamente en tres áreas: 1) gobernanza en los acuíferos transfronterizos en la región PdN; 2) estimación de volúmenes de almacenamiento de agua subterránea para los acuíferos transfronterizos del Bolsón del Hueco (Valle de Juárez) y El Bolsón de Conejos-Médanos-La Mesilla; y finalmente, 3) las estrategias y retos que se tienen para el futuro del agua subterránea en PdN.

#### Referencias Bibliográficas:

- [1] CNA, "Estadísticas del Agua en México. Edición 2018," Comisión Nacional del Agua, [En línea]. Disponible en: [www.gob.mx/conagua](http://www.gob.mx/conagua), 2018.
- [2] V. H. Esquivel, "Análisis del crecimiento urbano de Ciudad Juárez, Chihuahua, México: repercusiones sobre la demanda, disponibilidad hídrica y abatimiento del acuífero," Tesis Doctoral, DEU 2023, IADA Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, 2023.
- [3] A. Granados Olivas et al., "Gobernanza en la cuenca transfronteriza del río Bravo y el tratado de 1944. Análisis de la situación en el río Conchos: datos, hidrometría y estrategias," en *Los recursos hidrológicos en cuencas transfronterizas entre México y Estados Unidos: El Paso del Norte y la gobernanza binacional del agua*, México: Universidad Autónoma de Chihuahua: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, 2022, pp. 324, ISBN: 978-607-536.
- [4] F. Arreguín, M. López-Pérez y R. Galván, "Acuíferos transfronterizos en México: análisis normativo hacia una estrategia de manejo," *Tecnología y Ciencias del Agua*, vol. 9, no. 2, pp. 01-38, 2018, doi: <https://doi.org/10.24850/j-tyca-2018-02-01>.
- [5] A. Granados-Olivas, B. Creel, E. Sánchez-Flores, J. Chavez, y J. Hawley, "Thirty years of groundwater evolution: Challenges and opportunities for binational planning and sustainable management of the transboundary Paso del Norte watersheds," en *The US-Mexican border environment: Progress and challenges for sustainability*, E. Lee y P. Ganster, pp. 201-217, SCERP Monograph Series no. 16, San Diego State University Press, San Diego, 2012.
- [6] A. E. P. Atkins y A. G. Fernald, "Advancing Transboundary Groundwater Resiliency Research through Systems Science," en *Los recursos hidrológicos en cuencas transfronterizas entre México y Estados Unidos: El Paso del Norte y la gobernanza binacional del agua*, A. Granados Olivas, Ed. Universidad Autónoma de Chihuahua: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, 2022.
- [7] J. W. Hawley y A. Granados-Olivas, "Progress report on development of an annotated bibliography for transboundary aquifer systems of the Besilla basin- El Paso del Norte region, New Mexico, Texas and Chihuahua," *GSA Abstracts with Programs*, ISSN: 0016-7592, 2012.
- [8] A. Leos Rodríguez, "Modelo conceptual geohidrológico del Bolsón del Hueco en Cd. Juárez," Tesis de Maestría en Ingeniería Ambiental y Ecosistemas, DICA-IIT-UACJ, Cd. Juárez, Chih., México, 2004.
- [9] A. J. Robertson, A.-M. Matherne, J. D. Pepin, A. B. Ritchie, D. S. Sweetkind, A. P. Teeple, A. Granados-Olivas, A. C. García-Vásquez, K. C. Carroll, E. H. Fuchs, et al., "Mesilla/Conejos-Médanos Basin: U.S.-Mexico Transboundary Water Resources," *Water*, vol. 14, p. 134, 2022, doi: <https://doi.org/10.3390/w14020134>.
- [10] A. C. Garcia-Vasquez, A. Granados-Olivas, Z. Samani, y A. Fernald, "Investigation of the Origin of Hueco Bolson and Mesilla Basin Aquifers (US and Mexico) with Isotopic Data Analysis," *Water*, vol. 14, p. 526, 2022, doi: <https://doi.org/10.3390/w14040526>.
- [11] A. Mayer, J. Heyman, A. Granados-Olivas, W. Hargrove, M. Sanderson, E. Martinez, A. Vazquez-Galvez, L. C. Alatorre-Cejudo, "Investigating Management of Transboundary Waters through Cooperation: A Serious Games Case Study of the Hueco Bolson Aquifer in Chihuahua, Mexico and Texas, United States," *Water*, vol. 13, no. 15, p. 2001, 2021, [Online]. Disponible en: <https://doi.org/10.3390/w13152001>, pp. 1-17.
- [12] A. Mayer, J. Heyman, A. Granados-Olivas, D. Pennington, W. Hargrove, L. A. Garnica Chavira, S. Mubako, S. Saúl-Solís, L. Alatorre-Cejudo, H. Rojas-Villalobos, A. Pinales-Munguía, "Colaboración científica transfronteriza en investigación sobre seguridad hídrica: un estudio de caso sobre la frontera México-Estados Unidos," en *Los recursos hidrológicos en cuencas transfronterizas entre México y Estados Unidos: El Paso del Norte y la gobernanza binacional del agua*, México: Universidad Autónoma de Chihuahua: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, 2022, pp. 324, ISBN: 978-607-536-1.



# THE POWER OF PROBIOTICS AND PREBIOTICS

HOW YOUR MICROBIOTA  
CONTROLS YOUR MIND

Por Dra. **Alejandra Vargas Caraveo**

Departamento de Ciencias Químico-Biológicas del Instituto de Ciencias Biomédicas de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez



Nuestra salud está estrechamente relacionada a la microbiota, que son microorganismos que viven en nuestro cuerpo, especialmente en el intestino. Los probióticos, como los que se encuentran en el yogur, y los prebióticos, presentes en alimentos ricos en fibra, son beneficiosos para la microbiota. La diversidad de la microbiota es esencial para mantener la salud, y desequilibrios en ella se han relacionado con enfermedades metabólicas y trastornos mentales. Factores como el tipo de parto, el uso de antibióticos y la dieta pueden influir en la composición de la microbiota.

La microbiota tiene un impacto significativo en la salud mental a través del eje microbiota-intestino-cerebro, lo que afecta al comportamiento y al estado de ánimo. Los probióticos y prebióticos tienen el potencial de mejorar estos aspectos, aunque la evidencia en humanos es limitada. Cuidar de nuestra microbiota implica mantener una dieta equilibrada con alimentos ricos en prebióticos y probióticos, así como considerar los factores que pueden influir en su diversidad. En resumen, la salud de nuestra mente y cuerpo está influenciada por la salud de nuestra microbiota, y debemos tomar medidas para mantenerla en equilibrio.

## La microbiota

Gran parte de nuestro cuerpo está habitado por múltiples microorganismos, la mayoría son bacterias, pero también hay hongos y virus. Se localizan en varios sitios como la piel, pulmones, la boca y la vagina; pero donde más abundan es en el intestino donde conforman aproximadamente dos kilos de nuestro peso. Anteriormente, a este conjunto de microorganismos que viven en nuestro cuerpo se le llamaba flora o microflora, ahora recibe el nombre de “microbiota”. Su presencia es de suma importancia porque son los que nos protegen de otros microbios causantes de enfermedades (patógenos) que pudieran entrar a nuestro cuerpo a través de los alimentos y las bebidas. Además, nos proveen de nutrientes como ciertos aminoácidos, vitaminas B y K, estas moléculas le ayudan al sistema inmune para protegernos de enfermedades [1]. En el intestino, producen sustancias como la serotonina que señala a los nervios de este órgano para promover la motilidad, aumentando la velocidad del tránsito de los alimentos en digestión [2].

La relación que existe entre la microbiota y nosotros se llama “**simbiosis**” que se refiere a una interacción donde ambos organismos se ayudan para sobrevivir. Nosotros le proveemos a la microbiota de una casa con todas las comodidades, esta es nuestro cuerpo que cuenta con temperatura idónea, agua y nutrientes para que estos microorganismos sobrevivan y se reproduzcan. Los nutrientes que les damos son de gran relevancia porque de acuerdo con lo que comamos, la microbiota puede causarnos un bien o pueden afectar nuestra salud[3]. Este punto se aclarará más adelante.

## ¿Qué son los probióticos y prebióticos?

Los probióticos, también conocidos como “bacterias buenas”, son microorganismos vivos, que si se consumen en cantidades adecuadas pueden ser buenos para la salud. Estos microorganismos son como las bacterias que encontramos en los alimentos fermentados. Tal es el caso del yogur, en él se encuentran los lactobacilos que son bacterias que se encargan de producir el ácido láctico a partir de los azúcares de la leche como lactosa para convertirlo en ácido láctico, la acidez que se genera permite que la leche se conserve por más tiempo. La presencia de estas bacterias le otorga al yogur mayores propiedades para mantener o mejorar nuestra salud. Otros productos lácteos que contienen también contienen probióticos son el jocoque y el kéfir, este último se caracteriza por contar con de 20 especies

de microorganismos entre ellos bacterias y levaduras (hongos). Además, podemos encontrar a los probióticos como suplementos, pero en este caso son microorganismos aislados, comúnmente pertenecen a grupos llamados *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*.

La manera en la que los probióticos brindan esos beneficios llegando hasta el intestino para adherirse y reproducirse, formando parte de la microbiota, entonces, generan un balance de los microorganismos buenos. Entre los beneficios que aportan es mejorando la digestión, manteniendo sana la barrera intestinal, evita que aumenten los niveles de glucosa en la sangre, mejora nuestro sistema inmunitario (sistema de defensa) e inclusive puede ayudar en procesos mentales como mejorar el humor.

Por otro lado, están los prebióticos, sustancias que sirven de alimento para la microbiota, permitiendo que estos microorganismos a su vez produzcan sustancias que nos

benefician en nuestra salud. Los prebióticos los podemos encontrar en los alimentos de manera natural, en especial los de origen vegetal como frutas, verduras, granos, semillas y nueces que todos ellos son ricos en fibra. La mayoría de estos prebióticos son carbohidratos que se encuentran en la fibra de estos alimentos que nosotros no podemos digerir, pero sí lo puede hacer la microbiota. Otro tipo de prebióticos son los polifenoles, son sustancias que tienen propiedades antioxidantes directamente en nuestras células, pero también actúan sobre la microbiota contribuyendo de forma positiva en su metabolismo. Estos polifenoles los encontramos en cantidades suficientes en el té verde, canela, frutos rojos, el cacao, café y vino. Estos prebióticos son el alimento necesario para nutrir adecuadamente a la microbiota y que la interacción que hace en nuestro cuerpo se mantenga balanceada [1], [3].

## ¿Qué es lo que hace que una persona esté sana o enferma en relación con la microbiota?

La principal característica que define a la microbiota de una persona sana es su diversidad que se refiere a que posee microorganismos de numerosas especies diferentes. Un punto a resaltar es que la microbiota es distinta en cada persona, más o menos lo equivalente a las huellas digitales. Por el contrario, existen enfermedades que se han caracterizado por tener cambios muy radicales en la composición de la microbiota respecto a un estado sano como en el caso de las personas que padecen enfermedades metabólicas como las cardiovasculares, diabetes u obesidad.

Sorprendentemente, este fenómeno de alteración de la microbiota y aunado a problemas gastrointestinales también se ha observado en trastornos mentales como espectro autista y la esquizofrenia; de igual manera en enfermedades como la depresión, el Alzheimer y Parkinson. Es por ello que se ha asociado la composición de la microbiota con las condiciones de salud de una persona [4].

Los factores que determinan cómo será nuestra microbiota se definen desde que nacemos. Los primeros

microorganismos con los que estamos en contacto y que se empiezan a alojar en nuestro cuerpo son los del canal vaginal, debido que ahí habitan una gran de microorganismos, principalmente lactobacilos; por lo tanto, son las madres quienes heredan la microbiota a los hijos. Se ha demostrado con varios estudios que los bebés que nacen por cesárea son más propensos a tener infecciones, debido a lo mencionado anteriormente, la microbiota nos defiende de otros microorganismos que nos puedan causar daño o enfermedades. También, durante el desarrollo o en la etapa adulta es más frecuente que puedan desarrollar enfermedades inflamatorias, alergias y enfermedades metabólicas. Otro factor que condiciona a nuestra microbiota es el ser amamantados, debido a que la leche materna es una fuente prebióticos contiendo oligosacáridos (un tipo de carbohidratos) y sirven para alimentar a la microbiota de un recién nacido. Esta es una de las razones más importantes por las que se debe priorizar lactancia materna [5], [6].

Sin embargo, hay factores de nuestras condiciones de vida que pueden afectar la diversidad de la microbiota perturbando sus funciones, a este fenómeno se le llama “disbiosis”. Tal es el caso del consumo de antibióticos, fármacos que matan bacterias, pero no discriminan entre “las buenas” como las que conforman a la microbiota y “las malas” aquellas que pueden causarnos enfermedades. Esto altera la diversidad y promueve que haya más de unas cuantas especies de microorganismos, afectando principalmente la función del intestino, generando diarreas recurrentes, síndrome del intestino irritable o enfermedad inflamatoria del

intestino. La dieta es otro factor determinante para una microbiota sana, por ejemplo, una dieta con un consumo de frutas y verduras frescas sin procesar es una dieta rica en fibra y antioxidantes o sea, es rica en prebióticos para nuestra microbiota. Por el contrario, una disbiosis puede ser causada si se opta por un alto consumo de alimentos ultra procesados, como los enlatados, la comida rápida, las bebidas azucaradas y gaseosas. La mayoría de esos productos poseen un muy bajo contenido de fibra y antioxidantes. Esto ocurre porque a través de este procesamiento se descartan las cáscaras de granos, frutas y verduras las cuales contiene mucha fibra. Esto lo hace la industria de los alimentos para concentrar otros componentes como los azúcares y almidones, conllevando a una baja fuente de prebióticos y, por lo tanto, se alteraría la diversidad de la microbiota porque no están recibiendo su alimento adecuado y esto en consecuencia afecta nuestra salud [1], [3].

Existe una condición llamada “permeabilidad del intestino” que está directamente relacionada con la dieta y la disbiosis. Consiste en que el tejido que compone a la pared del intestino delgado se altera, formándose una especie de poros que permiten el paso hacia la sangre de sustancias que producen o forman parte de la microbiota. Algunas de estas sustancias pueden ser tóxicas y capaces de desatar una inflamación en ciertas partes del cuerpo, incluyendo el cerebro [7].

## ¿Cómo puede contribuir la microbiota a la salud mental?

La microbiota es capaz de generar muchas sustancias que pueden tener influencia directa o indirecta en el funcionamiento de nuestro cerebro. A grandes rasgos la microbiota influye en tu estado de ánimo, nivel de energía, apetito, memoria e inclusive en tu personalidad.

Este proceso se lleva a cabo a través de un sistema conocido como el eje microbiota-intestino-cerebro. En este sistema, la microbiota produce sustancias que ingresan al torrente sanguíneo y se transportan hasta el cerebro. También, envía señales a través del nervio vago, una estructura que conecta el intestino con el cerebro, para asegurar un funcionamiento óptimo del mismo. Por el contrario, si hay una disbiosis preexistente puede provocar inclusive la inflamación del cerebro [8].

La mayoría de los estudios que demuestran cómo la microbiota puede mantener la salud de la mente son realizados en animales, principalmente en roedores. Es importante mencionar que esto ocurre porque estos animales son muy similares a los humanos genética y físicamente. A nivel mental ocurre porque el cerebro de estos animales tiene muchas similitudes con el de los humanos, cuentan con unas estructuras que en conjunto es llamado sistema límbico el cual nos permite desarrollar procesos complejos como el aprendizaje, memoria y las emociones, de manera muy similar. Esto permite que ellos sean capaces de desarrollar muchas funciones cómo nosotros lo hacemos. Tal es el caso de poder discriminar entre el bien y el mal, desarrollar empatía por los seres más cercanos o responder ante el estrés emocional, como la violencia y en consecuencia

enfermarse como le llega a ocurrir a los humanos. Por estas razones es que se utilizan como excelentes modelos de diversas condiciones y enfermedades mentales presentes en humanos como trastorno de ansiedad, depresión, autismo y esquizofrenia [9].

Uno de estos estudios fue realizado con ratones especiales que no tienen microbiota, llamados en inglés germ free o libres de gérmenes en español. Se analizó como es el comportamiento en estos animales y se observó que carecen de curiosidad, son lentos para aprender, rápidamente olvidan las cosas, siempre prefieren lo que les resulta familiar en lugar de lo nuevo, emocionante o diferente y no protestan. Cuando este tipo de ratones se sometieron a un trasplante de microbiota que pertenecía a un ratón sano, su comportamiento cambió totalmente, mejorando su memoria.

También en estudios con animales la administración crónica de probióticos específicos, es decir bacterias aisladas, *Lactobacillus rhamnosus* str. JB1 (una bacteria que vive habitualmente en los intestinos y la podemos encontrar en alimentos como la col fermentada o chucrut) puede incrementar el comportamiento exploratorio. Que una persona explore más, es una acción que permite aumentar el conocimiento de sí mismo y del mundo que lo rodea, reduce la incertidumbre y aumenta la confianza. También, en otro trabajo hecho con la administración de *Bifidobacterium longum* NCC3001, probiótico que regularmente es utilizado para aliviar problemas

gastrointestinales como el síndrome del colon irritable, se observó que en ratones que puede reducir la ansiedad [10]–[12].

Por otro lado, se ha observado que algunos trastornos mentales como el autismo y la esquizofrenia está presente una disbiosis intestinal, así mismo, asociado a trastornos gastrointestinales, como el intestino permeable. Una de las principales características en el comportamiento que define estos trastornos es que presentan problemas como la falta de interés en la interacción social o deficiencias para ejecutarla. Para evaluar si la microbiota puede influir en este tipo de conductas, en modelos animales, se ha observado que la disminución en la riqueza y diversidad de la microbiota intestinal se ha asociado con la alteración del comportamiento social en modelos animales. Este fenómeno se ha asociado al ya mencionado intestino permeable que puede promover que ciertas sustancias de origen microbiano puedan inflamarse el cerebro [13].

En un estudio donde se analizaron 30 niños autistas con una dieta restringida donde no consumían de gluten (una proteína presente en el trigo) y caseína (una proteína presente en los lácteos), y suplementadas con prebióticos comerciales (galactooligosacáridos) basado en un carbohidrato que promueve el crecimiento de “bacterias buenas”. Los resultados demostraron que la dieta restringida y con prebióticos, comparado con un grupo de niños con una dieta sin restricciones, aumento la cantidad de bacterias nuevas en su intestino y disminuyó el dolor abdominal.

Respecto a los problemas conductuales aumentó la capacidad de los niños para detectar las emociones de las demás personas y disminuyó la ansiedad [14].

En otros ejemplos, algunos estudios recientes en humanos que sugieren que los probióticos pueden tener un impacto en el comportamiento. Por ejemplo, se ha encontrado que los participantes que consumieron probióticos tenían una menor reactividad cognitiva ante el estado de ánimo triste. Sin embargo, los resultados varían según el estudio y los efectos pueden ser limitados.

A pesar de las pruebas persuasivas en animales, se destaca que la evidencia en humanos es extremadamente limitada. Existen pocos ensayos clínicos que evalúen el efecto de los probióticos en pacientes psiquiátricos. Si bien, no está claro si los cambios en la microbiota son una causa o consecuencia de estos trastornos psiquiátricos, la modulación de la microbiota intestinal para mejorar los síntomas conductuales es contundente. No obstante, no se limita a los probióticos, sino que también se deben explorar otros enfoques como la dieta y suplementos de prebióticos [10], [11].

En resumen, es fundamental recordar que nuestra salud está directamente relacionada con nuestra alimentación, pero también tenemos la responsabilidad de cuidar y nutrir de manera adecuada a nuestra microbiota. Debemos asegurarnos de proporcionarle los alimentos adecuados para que, a su vez, nos proporcione un cuerpo y una mente saludables.

Como dato adicional, es importante aclarar que lo descrito en este artículo no fomenta el autodiagnóstico ni el autotratamiento. Tampoco promueve el uso de probióticos que contienen microorganismos aislados de venta libre sin antes consultar a un profesional de la salud, como un médico o nutriólogo. Si, después de leer la información aquí contenida, usted sospecha alguna anomalía en su salud, le recomendamos que consulte a un médico, nutriólogo o psicólogo para recibir el diagnóstico y tratamiento adecuados.

Es igualmente trascendental evitar seguir consejos de personas no profesionales en el campo de la salud que difunden información tergiversada o falsa a través de medios de comunicación y redes sociales. Estas personas suelen mencionar una serie de signos y síntomas generales, y asociarlos incorrectamente con diversas enfermedades. Además, es común que ofrezcan tratamientos, como planes alimenticios, la venta de suplementos nutricionales o extractos de plantas de dudosa procedencia, que carecen de validez respaldada por estudios científicos para solucionar problemas de salud. Hacer cambios radicales en su dieta, actividad física y/o consumir este tipo de productos sin la supervisión de un profesional de la salud podría tener efectos adversos.

#### *Referencias Bibliográficas:*

- [1] M. E. Sanders, D. J. Merenstein, G. Reid, G. R. Gibson, and R. A. Rastall, 'Probiotics and prebiotics in intestinal health and disease: from biology to the clinic', *Nature Reviews Gastroenterology and Hepatology*, vol. 16, no. 10. Nature Publishing Group, pp. 605–616, Oct. 01, 2019. doi: 10.1038/s41575-019-0173-3.
- [2] F. De Vadder et al., 'Gut microbiota regulates maturation of the adult enteric nervous system via enteric serotonin networks', *Proc Natl Acad Sci U S A*, vol. 115, no. 25, pp. 6458–6463, Jun. 2018, doi: 10.1073/pnas.1720017115.
- [3] M. Balakrishnan and M. H. Floch, 'Prebiotics, probiotics and digestive health', *Current Opinion in Clinical Nutrition and Metabolic Care*, vol. 15, no. 6. pp. 580–585, Nov. 2012. doi: 10.1097/MCO.0b013e328359684f.
- [4] K. Hou et al., 'Microbiota in health and diseases', *Signal Transduction and Targeted Therapy*, vol. 7, no. 1. Springer Nature, Dec. 01, 2022. doi: 10.1038/s41392-022-00974-4.
- [5] M. Reyman et al., 'Impact of delivery mode-associated gut microbiota dynamics on health in the first year of life', *Nat Commun*, vol. 10, no. 1, Dec. 2019, doi: 10.1038/s41467-019-13014-7.
- [6] N. Jain, 'The early life education of the immune system: Moms, microbes and (missed) opportunities', *Gut Microbes*, vol. 12, no. 1. Bellwether Publishing, Ltd., 2020. doi: 10.1080/19490976.2020.1824564.
- [7] C. J. Kelly, S. P. Colgan, and D. N. Frank, 'Of microbes and meals: The health consequences of dietary endotoxemia', *Nutrition in Clinical Practice*, vol. 27, no. 2. pp. 215–225, Apr. 2012. doi: 10.1177/0884533611434934.
- [8] J. F. Cryan et al., 'Mind-altering microorganisms : the impact of the gut microbiota on brain and behaviour of the nineteenth century through the pioneering work', vol. 13, 2012, doi: 10.1038/nrn3346.
- [9] M. Maes, M. Kubera, and J. C. Leunis, 'The gut-brain barrier in major depression: intestinal mucosal dysfunction with an increased translocation of LPS from gram negative enterobacteria (leaky gut) plays a role in the inflammatory pathophysiology of depression.', *Neuro Endocrinol Lett*, vol. 29, no. 1, pp. 117–124, 2008, doi: NEL290108A12 [pii].
- [10] K. G. Bistas and J. P. Tabet, 'The Benefits of Prebiotics and Probiotics on Mental Health.', *Cureus*, vol. 15, no. 8, p. e43217, Aug. 2023, doi: 10.7759/cureus.43217.
- [11] R. S. D. Barbosa and M. A. Vieira-Coelho, 'Probiotics and prebiotics: Focus on psychiatric disorders- A systematic review', *Nutrition Reviews*, vol. 78, no. 6. Oxford University Press, pp. 437–450, Jun. 01, 2020. doi: 10.1093/nutrit/nuz080.
- [12] E. J. Gibson, 'Further ANNUAL REVIEWS EXPLORATORY BEHAVIOR IN THE DEVELOPMENT OF PERCEIVING, ACTING, AND THE ACQUIRING OF KNOWLEDGE \*', 1988. [Online]. Available: [www.annualreviews.org](http://www.annualreviews.org)
- [13] J. M. Fernandes, R. Cajão, R. Lopes, R. Jerónimo, and J. B. Barahona-Corrêa, 'Social Cognition in Schizophrenia and Autism Spectrum Disorders: A Systematic Review and Meta-Analysis of Direct Comparisons', *Frontiers in Psychiatry*, vol. 9. Frontiers Media S.A., Oct. 24, 2018. doi: 10.3389/fpsy.2018.00504.
- [14] R. Grimaldi et al., 'A prebiotic intervention study in children with autism spectrum disorders (ASDs)', *Microbiome*,

# Culto solar, serotonina y vitamina D

Por Dra. María de Jesús Vilorio

División multidisciplinaria de Nuevo Casas Grandes.  
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez





Desde la antigüedad nuestros ancestros tuvieron una fascinación por el sol, muestra de ello es la existencia de construcciones en diversas partes del mundo que giran en torno a las 4 posiciones que presenta el sol en puntos específicos del año: los solsticios de invierno (día más corto) y de verano (día más largo), o los equinoccios (mismas horas de luz que de oscuridad) de primavera y otoño. Hay zonas arqueológicas que, hasta la fecha, se llenan de turistas para observar fenómenos como el que se presenta en Chichén Itzá durante el equinoccio de primavera, y se decepcionan cuando no son visibles, como ocurrió este año porque las nubes no permitieron ver el descenso de la serpiente emplumada, y creamos o no en los cultos solares, algunas personas en redes sociales interpretaron la falta del descenso de Kukulkán como una señal negativa, esperan con pesimismo un mal año.

Podemos mencionar culturas de diferentes épocas y diferentes lugares como mayas, aztecas, babilonios, egipcios, romanos, entre muchos otros, que tienen en común un mismo dios: el sol. Tal vez en pleno siglo XXI nos parezca gracioso el pensar que en la antigüedad el sol fuera considerado un dios, pero son muchas las personas que cada 21 de marzo se visten de blanco y van a "cargarse de energía" a diferentes zonas arqueológicas. Son muchos los turistas que cada verano acuden a las playas no sólo a nadar en el mar, sino también a tirarse en la arena para recibir los rayos de sol. Aunque sabemos la relación que hay entre la exposición al sol y el cáncer de piel, muchos amamos los baños de sol.

### ¿En verdad nos cargamos de energía con la luz solar? ¿Por qué nos sentimos bien al recibir los rayos del sol?

Cada vez hay más estudios que demuestran la relación entre la exposición al sol y la modificación de algunas moléculas de nuestro cuerpo, vamos a platicar de algunas.

Muchas veces empleamos la palabra energía en un sentido incorrecto, el sol no nos da energía, al menos no directamente a nosotros los seres humanos, porque no tenemos la maquinaria bioquímica para realizar fotosíntesis, que es el mecanismo mediante el cual las plantas (y algunos microorganismos) toman la energía solar y la transforman en energía química. Nosotros lo que hacemos es comernos a las plantas, o a los

animales que comieron plantas, la energía del sol nos llega de una forma indirecta a través de los alimentos. Todos hemos escuchado hablar de las kilocalorías, que es una de las unidades para medir energía, y podemos leer en las etiquetas de los alimentos cuántas kilocalorías contienen; si nos dan una dieta baja en kilocalorías, significa baja en energía. Esta energía también podemos almacenarla en forma de tejido adiposo, esa grasita que se acumula en las "lantas" es energía química. Como humanos, si queremos energía, debemos comerla, porque nosotros no podemos aprovechar la energía del sol, es indispensable la intermediación de las plantas.

Entonces, ¿a qué nos referimos cuando decimos "me siento lleno de energía"? A las ganas de hacer algo, a ese estado de ánimo optimista que nos permite actuar eficientemente; cuando no tenemos ganas o nos sentimos un poco deprimidos, decimos "no tengo energía", cuando tal vez lo que no tenemos es serotonina<sup>1</sup>.

Desde hace muchos años la serotonina ha sido la molécula que se ha asociado a la depresión. Nosotros la fabricamos a partir de un aminoácido llamado triptófano, que consumimos a través de algunos alimentos. Aunque tradicionalmente se habla de su presencia en el sistema nervioso, la mucosa gastrointestinal y las plaquetas; la maquinaria

bioquímica para su fabricación está presente en la piel, por lo que se deduce que nuestra piel también puede producir serotonina.

Hoy sabemos que la exposición a la luz solar activa la fabricación de serotonina. En algunas investigaciones se ha podido establecer una relación entre los niveles de serotonina y la cantidad de luz solar disponible,

<sup>1</sup>Recientemente se ha iniciado una controversia alrededor del papel que desempeña la serotonina en la depresión, y se ha cuestionado la utilidad de los inhibidores de la recaptación de serotonina como estrategia farmacológica para la depresión, pero esta controversia no será tratada en este documento.

pareciera que nuestro pico de producción de serotonina se da en verano, con un descenso en invierno. Algunos investigadores proponen que el incremento de la producción de serotonina en el verano se deba a que nuestros ojos sensan más luz, pero se han hecho experimentos en los que a los voluntarios se les protegen los ojos y sólo se expone la piel, esto pone en evidencia que es la exposición directa de los rayos solares sobre nuestra piel lo que favorezca la producción local de serotonina.

Las personas que padecen depresión o ansiedad, manifiestan un incremento de sus síntomas durante el invierno, son muchos los estudios epidemiológicos en diversas partes del mundo que demuestran que las personas con algún padecimiento del estado de ánimo empeoran durante el invierno. No hay duda de que las

estaciones del año tienen una fuerte influencia sobre el estado de ánimo. En el caso de los pacientes con trastorno bipolar, los síntomas de manía o hipomanía son más frecuentes entre el verano y el otoño, mientras que los síntomas depresivos son más frecuentes en torno al solsticio de invierno. Curiosamente, aunque en algunos estudios se observa un incremento en los intentos de suicidio durante el invierno, los suicidios violentos se incrementan durante la primavera, se cree que el incremento en los niveles de serotonina modifique la estrategia para cometer un suicidio. Los estudios demuestran que, a mayor exposición solar, menores síntomas depresivos. La exposición al sol no sólo está asociada a un menor riesgo de depresión, sino que además puede aliviar los síntomas depresivos.

**Pero no es la serotonina la única molécula que se modifica al exponernos a la luz solar, hay más**

El cortisol es la hormona relacionada con el estrés. Nuestros niveles diarios de cortisol tienen un ritmo circadiano, es decir, cambian a lo largo de las 24 horas del día, son más altos justo antes de despertar, van disminuyendo a lo largo del día y tenemos los niveles más bajos a la hora de dormir. Si durante el día tenemos alguna situación de estrés, los niveles pueden subir y después bajar, esto es normal, aunque tal vez estemos acostumbrados a pensar en el estrés como algo negativo, esto no es así.

El estrés es la respuesta que tenemos ante una gran diversidad de amenazas, lo que nos permite responder a ellas y adaptarnos, por ejemplo, si hace frío titiritamos como estrategia para calentar el cuerpo, pero si hace

calor sudamos para enfriarnos. Si bien tenemos la habilidad para adaptarnos a los estresores “reales” (microorganismos, ejercicio, cambios de altura, temperatura, etc.), los seres humanos nos complicamos la existencia con los estresores psicológicos, que podemos decir que no son reales porque nuestra vida no está en peligro. Si un tigre nos quiere comer, realmente estamos en peligro y debemos huir o luchar para sobrevivir, por lo que requerimos una respuesta inmediata que involucra cambios en nuestros niveles de azúcar en sangre, el corazón late más fuerte y con mayor frecuencia, nuestra presión sanguínea sube, también nuestra frecuencia respiratoria cambia, al igual que muchas otras funciones de nuestro cuerpo.

¿Requerimos estos cambios ante el tráfico de la ciudad? Obviamente no, pero si nosotros percibimos al tráfico como un estresor, nuestro cuerpo va a responder exactamente igual a que si tuviéramos enfrente a un tigre, se nos va a acelerar el corazón, elevar el azúcar en sangre, etc., y todo esto es innecesario; además, si el tráfico es todos los días, vamos a tener una respuesta crónica, y es el estrés crónico el que es perjudicial. Entonces, deseamos una respuesta suficiente y equilibrada, que se active cuando es necesario, y se apague cuando ya no la necesitamos.

## ¿Y qué tiene que ver el sol con esto?

Se han realizado diversos estudios para evaluar el efecto de la luz sobre los niveles de cortisol y aunque los resultados han sido inconsistentes, no podemos negar la influencia del sol. En algunas investigaciones la luz incrementa el cortisol, en otras lo disminuye y en otras no hay cambios. Pareciera que en situaciones en las que requerimos incrementar cortisol, la luz solar favorece que se dé este incremento, pero en situaciones donde es necesario disminuir el cortisol, la luz permite esta disminución. Se requieren más estudios para explicar esto, pero no hay duda de la participación de sol en la regulación de los niveles de cortisol.

Algo similar sucede con la inflamación, la necesitamos para defendernos de los microorganismos, pero en exceso puede provocarnos la muerte, como sucedió durante la pandemia de COVID-19 con algunos pacientes, que tuvieron lo que se llamó “tormenta de citocinas”, para referirse a una inflamación exagerada. Entonces, necesitamos la respuesta inflamatoria pero debe ser altamente regulada, tanto en tiempo como en localización e intensidad. Es como el fuego, si no prendo la estufa los tamales no se van a cocer, pero si le subo

mucho a la llama o se me pasa de tiempo, el agua se va a evaporar y los tamales se van a quemar, así que, al igual que como sucede con el estrés, la respuesta inflamatoria debe elevarse cuando se necesita, y apagarse cuando ya no se requiere.

Son muchísimos los mecanismos que tiene nuestro cuerpo para regular la respuesta inflamatoria, uno de ellos son las células T reguladoras, que son un tipo de glóbulo blanco perteneciente al grupo de los linfocitos. Estas células se incrementan con la exposición al sol, así que podemos decir que el sol regula la respuesta inflamatoria. Otro de los factores importantes en regular la inflamación es la vitamina D, ¿y qué creen? También esta vitamina está relacionada con el sol.

Las vitaminas pueden o no combinarse con el agua, las que sí lo hacen las llamamos hidrosolubles, y las que no, se denominan liposolubles. La vitamina D es liposoluble, está presente en las partes grasas de los alimentos como la yema de huevo, aceites de pescados como sardina, salmón o hígado de bacalao; y en algunos tipos de champiñones. Es todo. Si sólo dependiéramos de los alimentos para obtener vitamina D, todos tendríamos deficiencias, afortunadamente nuestra piel

es capaz de producirla con ayuda de los rayos del sol. Se calcula que el 90% de nuestra vitamina D proviene de nuestra propia fabricación al exponernos a la luz ultravioleta, entre más oscura es la piel, más protegida está del sol, así que los afroamericanos producen menos vitamina D en comparación con las personas de tez blanca tras exponerse al sol.

La fama de la vitamina D gira en torno al metabolismo del calcio y con tener huesos sanos y fuertes, todos sabemos que su deficiencia severa afecta la salud de los huesos, pero la verdad es que las deficiencias leves son mucho más comunes, afectando a muchas células de nuestro cuerpo, incluyendo a las del sistema inmunológico, así que las deficiencias de vitamina D pueden afectar la regulación de nuestras defensas corporales. Los niveles adecuados de vitamina D no sólo reducen el riesgo de padecer fracturas, también disminuyen el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares, autoinmunes, infecciosas, diabetes, cáncer, depresión, entre otras. Lamentablemente la deficiencia de vitamina D es un problema mundial que afecta tanto a personas sanas como enfermas, se estima que más del 60% de los hispanos viviendo en Estados Unidos tiene deficiencia de vitamina D.

Y así, con esta deficiencia, nos enfrentamos a la pandemia de COVID-19. Una de las diferencias entre los pacientes que fueron dados de alta y los que fallecían eran las concentraciones de vitamina D. Siempre que surge una nueva enfermedad se evalúan varias opciones de tratamiento, algunos de los fármacos que fueron recomendados al principio de la pandemia, resultaron no ser efectivos durante los ensayos clínicos, por lo que se dejaron de recomendar. Una de las estrategias que sí tuvo utilidad fue la suplementación con vitamina D, conforme la concentración de esta vitamina se incrementaba, el riesgo de muerte disminuía. A lo mejor el “Quédate en casa” debió de haber sido acompañado de algo como “pero no te encierres, sal patio y toma baños de sol”.

Sabemos el riesgo que representa la sobreexposición al sol, en muchas partes se nos recomienda el uso de filtros solares para prevenir el cáncer de piel, así como limitar las horas al sol; sin embargo, la falta de sol también representa un riesgo, el uso de bloqueadores solares puede reducir la síntesis de vitamina D hasta un 95%.

¿Cómo lograr un equilibrio? ¿Cómo exponernos al sol lo suficiente sin incrementar el riesgo de cáncer de piel? La recomendación para personas de piel blanca es asolearse de 10 a 15 minutos diarios entre las 10 de la mañana y las 3 de la tarde, entre más oscura es la piel, mayor el tiempo que debemos permanecer al sol, los afroamericanos tal vez requieran permanecer hasta una hora. Los brazos deben estar descubiertos, sin ropa ni protector solar; si se desea proteger la cara, entonces hay que descubrir las piernas, para incrementar la superficie de exposición. Si crees que puedes tener deficiencia de vitamina D y no puedes asolearte, consulta a tu médico para que te asesore sobre la dosis de vitamina D que puedes usar como suplemento.

## **Carguémonos de sol no sólo durante el equinoccio de primavera, sino todo el año.**

---

### *Referencias Bibliográficas:*

- Chang, S. W., & Lee, H. C. (2019). Vitamin D and health - The missing vitamin in humans. *Pediatrics and neonatology*, 60(3), 237–244. <https://doi.org/10.1016/j.pedneo.2019.04.007>
- Fleury, N., Geldenhuys, S., & Gorman, S. (2016). Sun Exposure and Its Effects on Human Health: Mechanisms through Which Sun Exposure Could Reduce the Risk of Developing Obesity and Cardiometabolic Dysfunction. *International journal of environmental research and public health*, 13(10), 999. <https://doi.org/10.3390/ijerph13100999>
- Jung, C. M., Khalsa, S. B., Scheer, F. A., Cajochen, C., Lockley, S. W., Czeisler, C. A., & Wright, K. P., Jr (2010). Acute effects of bright light exposure on cortisol levels. *Journal of biological rhythms*, 25(3), 208–216. <https://doi.org/10.1177/0748730410368413>
- Katja Petrowski, Stefan Buehrer, Mathias Niedling & Bjarne Schmalbach (2021) The effects of light exposure on the cortisol stress response in human males, *Stress*, 24:1, 29-35, DOI: 10.1080/10253890.2020.1741543
- Konikowska K, Kilis´ -Pstrusin´ ska K, Matera-Witkiewicz A, Kujawa K, Adamik B, Doroszko A, Kaliszewski K, Pomorski M, Protasiewicz M, Sokołowski J, Madziarska K and Jankowska EA (2023) Association of serum vitamin D concentration with the final course of hospitalization in patients with COVID-19. *Front. Immunol.* 14:1231813. doi: 10.3389/fimmu.2023.1231813
- Mead M. N. (2008). Benefits of sunlight: a bright spot for human health. *Environmental health perspectives*, 116(4), A160–A167. <https://doi.org/10.1289/ehp.116-a160>
- RUIZ MORALES, M. (2020). El Sol: Astro Rey y Dios Supremo. *Mapping* (1131-9100), 29(202), 52–59.
- Sansone, R. A., & Sansone, L. A. (2013). Sunshine, serotonin, and skin: a partial explanation for seasonal patterns in psychopathology. *Innovations in clinical neuroscience*, 10(7-8), 20–24.

# Suplementos utilizados en la prevención y tratamiento en el cáncer, ¿qué tan recomendables son?

Por Dra. Ana Lidia Arellano Ortiz

Departamento de Ciencias de la Salud. División Multidisciplinaria de Ciudad Universitaria. Universidad Autónoma de Ciudad Juárez



Al hablar de cáncer nos hace pensar sobre aquella enfermedad incurable y que para algunos otros es una señal de muerte. Puede sonar muy alarmante lo dicho, puesto que quien vive de cerca esta enfermedad lo puede sentir así. No obstante, el cáncer hoy en día es una enfermedad que puede ser tratable, controlable y hasta curable. Esto puede estar implicado en el tipo de cáncer, la etapa en la que se encuentra, así como el tratamiento que se le dé al paciente. Sin embargo, pacientes por medio de su desesperación y miedo, tienden a buscar otras alternativas capaces de mejorar la probabilidad de supervivencia. Así mismo, hemos visto personas a las cuales, a pesar de no tener la enfermedad, desean prevenir que se presente ya sea porque lo han vivido de cerca (familiares, amigos y conocidos) y saben que cuando llega, llega a cambiar la vida completamente.

En ambos casos, aquel paciente que tiene cáncer y aquel que quiere prevenirlo, tienden a buscar la mejor opción de tratamiento. Aquí entra la parte del uso de suplementos, y que, por cierto, su uso cada vez es más reconocido para la prevención y tratamiento en muchas enfermedades, y por supuesto, muy utilizado en relación con el cáncer. Pero ¿Qué exactamente son? ¿Qué tan recomendable es utilizarlos para prevenir el cáncer? ¿Tiene un efecto benéfico cuando ya se tiene el cáncer y se utilizan junto con los tratamientos convencionales? ¿Qué dice la evidencia científica en relación con utilizarlos o no? A través de este escrito, espero responder estos cuestionamientos y que si bien, muchos nos hemos preguntado por lo menos alguna vez en nuestras vidas.

## Suplementos dietéticos

Los suplementos pueden ser llamados de muchas maneras dependiendo del lugar donde se comercializan; algunos pueden presentarse como suplementos o complementos dietéticos, dietarios, nutricionales o alimenticios. Para fines de este escrito los llamaré suplementos dietéticos de acuerdo con el término utilizado en los diferentes estudios que los han evaluado (dietary supplement). Según la definición manejada por la Oficina de Suplementos Dietéticos, ODS (The Office of Dietary Supplements) en Estados Unidos, un suplemento dietético es aquel “destinado a complementar la dieta para proporcionar nutrientes adicionales que promueven la salud; contiene ingredientes provenientes de los alimentos que incluyen vitaminas, minerales, aminoácidos, hierbas y productos botánicos. Dicho suplemento puede ser ingerido en forma de pastilla, cápsula, tableta, gomita, barras polvo o líquido” [1].

En Estados Unidos es muy común que se utilicen los suplementos dietéticos. Un estudio reportó que del 2000 al 2010, aproximadamente el 50% de los estadounidenses evaluados en el estudio tomaban suplementos dietéticos, siendo mayor en mujeres que en hombres. Los suplementos más utilizados y las razones de uso reportados por los participantes del estudio fueron en primer lugar los multivitaminas y minerales para mejorar o mantener la salud; en segundo el calcio para mantener la salud ósea y en tercer lugar los omega-3 para la salud del corazón y reducir colesterol. A pesar del alto porcentaje de personas que utilizan suplementos, solo un cuarto de ellos les fue recomendado su uso por un profesional de la salud [2].

La libre comercialización de estos productos podría inferirse a que no suponen algún daño a la salud al consumirlos, sin embargo, el uso indiscriminado de suplementos dietéticos sin algún asesoramiento profesional puede afectar la salud. Ejemplo está que al excederse del requerimiento de algunas vitaminas y minerales puede aumentar la probabilidad de toxicidad, principalmente en el consumo de vitamina A. Algunos suplementos pueden contener sustancias que el hígado no pueda procesar correctamente, como es el caso de ciertas hierbas en exceso (ginseng, por ejemplo). Así mismo, el uso de algunos suplementos junto con la ingesta de medicamentos puede generar una disminución o un aumento en el efecto del fármaco, es decir, existe una interacción suplemento-medicamento. Por ejemplo, cuando alguien toma anticoagulantes y suplementos de ajo al mismo tiempo, aumenta el riesgo de hemorragia en caso de una herida, ya que estos evitan que la sangre forme coágulos. Por estas razones, cualquier suplemento dietético que necesite suministrarse, es a través de un profesional de la salud capacitado.

### Suplementos y cáncer

Para entender la razón del porqué pueden ser utilizados los suplementos dietéticos en el cáncer, debo explicar el cómo se desarrolla. Normalmente, una célula de cualquier parte del cuerpo tiene la capacidad de multiplicarse (llamada división celular) y con ello, generar más células nuevas e iguales que cumplen una función en el cuerpo. No obstante, una célula puede estar dañada por diversas razones, entre ellas por exceso de compuestos químicos o radiaciones que las dañan y a su vez, por deficiencia de otros compuestos químicos necesarios para repararla. Si una célula no logra repararse dejará hacer su función normal y por lo tanto tiende a morir. Sin embargo, hay algunas células que a pesar de estar dañadas se multiplican, y con ello

se comienza a crear una aglomeración de células dañadas y sin ninguna función, lo cual se le conoce como tumor. Estos tumores pueden ser cancerosos e invadir otros tejidos (malignos), o pueden ser no cancerosos, los cuales se mantienen en su lugar y pueden ser fácilmente extraídos (benignos) [3]. La principal función que tiene un suplemento dietético en el proceso de cáncer es reparar células dañadas y, aquellas que ya lo están, programarlas para que puedan morir y no multiplicarse. Existen compuestos químicos capaces de ayudar a reparar una célula dañada, los cuales han sido llamados como compuestos anticancerígenos.

### Compuestos anticancerígenos

La mayoría de los estudios han evaluado el papel de una gran cantidad de compuestos para la prevención o manejo del cáncer en general o de algún tipo de cáncer en específico, analizándolos de manera individual o en combinación. Se ha demostrado que algunas vitaminas, minerales, compuestos bioactivos (tienen una actividad benéfica en el ser vivo) provenientes de plantas y de animales, así como extractos o concentrados de hierbas, han sido reportados en numerosos estudios como anticancerígenos

Algunas vitaminas y minerales han sido evaluados dependiendo de su función contra el proceso de cáncer. Por ejemplo, la vitamina A, D, B12 y ácido fólico están relacionadas en la correcta multiplicación celular. La vitamina C, E, selenio y zinc tienen una capacidad antioxidante, es decir, reducen la oxidación de las moléculas capaces de dañar a la célula. La vitamina A, D, zinc y omega-3 pueden fortalecer el sistema inmunológico, reducir la inflamación y ayudar a combatir células cancerosas, virus o bacterias que pueden ser causantes de cáncer. (como el Virus del

Papiloma Humano en el cáncer cervicouterino y la bacteria *Helicobacter pylori* en cáncer de estómago) [4]–[8].

En el caso de compuestos bioactivos se han utilizado ciertos fitoquímicos (moléculas provenientes de las plantas) como los flavonoides, los cuales son compuestos responsables del color y sabor de ciertos alimentos como el vino, té verde y negro, moras, arándanos, cerezas, entre otros. Otro compuesto extraído también de uvas y del vino, ha sido el resveratrol. Tanto los flavonoides como el resveratrol tienen una mayor capacidad antioxidante y reguladores del sistema inmunológico son utilizados en suplemento como concentrado o extracto de los

alimentos mencionados [9], [10].

Algunos extractos o concentrados de hierbas como la cúrcuma, jengibre, ginseng o extractos de té verde han sido asociados también para prevenir el proceso de cáncer. La cúrcuma, una especia extraída de las raíces de la *Curcuma longa*, así como también el jengibre, han sido utilizados en la prevención del cáncer los cuales actúan como antioxidantes y reguladores del sistema inmunológico y evita la multiplicación de células dañadas induciendo su muerte celular [11], [12]. El mismo efecto tiene el extractos de té verde que contienen unos compuestos llamados catequinas [13], al igual que la raíz ginseng roja [14].

## Suplementos en la prevención y tratamiento del cáncer

Como ya se mencionó, la razón principal para utilizar suplementos dietéticos es para mantener o mejorar la salud. Por ello, es común que personas que desean prevenir enfermedades, entre ellas el cáncer, utilicen suplementos de compuestos anticancerígenos. A pesar de que se tiene evidencia del papel que tienen estos compuestos contra el desarrollo del cáncer, muchos de los estudios que los han evaluado han sido en animales o dentro de un laboratorio. Algunos otros se han evaluado ya como un suplemento dietético en ensayos clínicos (estudios con personas) y en donde la gran mayoría de los estudios no muestran resultados contundentes de que realmente funcionen.

No obstante, uno de los suplementos dietéticos que más evidencia científica presenta y que ha tenido mayor número de estudios con efecto en la reducción del riesgo a cáncer, es el uso de suplementos con multivitaminas y minerales. Dicho suplemento se caracteriza por contener una mezcla de vitaminas y

minerales a dosis que no exceden las recomendaciones de estos nutrientes por día. El suplemento de multivitaminas y minerales cumple la función de complementar los nutrientes faltantes de la dieta y llegar a la cantidad de vitaminas y minerales que necesitamos en el día. Por lo tanto, varios investigadores han esclarecido que el efecto anticancerígeno del suplemento de multivitaminas y minerales se da cuando se complementa la dieta con los nutrientes importantes que intervienen en el proceso de cáncer [15].

En el caso del tratamiento cuando ya se tiene cáncer, el uso de suplementos dietéticos son indicados para ayudar principalmente con la sintomatología causadas por el tratamiento médico convencional; como la quimioterapia (terapia con fármacos), radioterapia (terapia con rayos x en bajas dosis), terapia hormonal (principalmente en cánceres como mama y próstata) y la combinación de estas. La mayoría de los suplementos

que son utilizados por pacientes con cáncer cuentan con los compuestos que son también utilizados para prevención. No obstante, no todos están indicados para su uso ya que puede interactuar o afectar al tratamiento convencional. Por lo tanto, mencionaré aquellos que con evidencia han mostrado un efecto auxiliar en el paciente con cáncer.

Estudios han evaluado de manera individual y en combinación, compuestos como la vitamina C, E, selenio y flavonoides para su uso junto con el tratamiento de quimioterapia y radioterapia, con el objetivo de reducir la toxicidad del tratamiento en las células que no son cancerígenas. Los resultados de los estudios no han sido concluyentes, aun no determinan las dosis necesarias y, por lo tanto, no se recomienda el uso de ellos de manera individual. No obstante, algunos otros mencionan que con el uso de suplemento de multivitaminas y minerales podría aportar el contenido suficiente para ayudar a contrarrestar el efecto de las terapias.

Otro suplemento muy utilizado para contrarrestar el efecto de las terapias son los ácidos grasos omega-3, especialmente los ácidos Docosahexaenoico y Eicosapentaenoico (conocidos como DHA y EPA, respectivamente). El uso de este tipo de ácidos grasos, que principalmente se encuentran en los pescados grasos como el salmón, atún y sardina, ayudan a

contrarrestar los estados inflamatorios que causan las terapias contra el cáncer. Además, ha contribuido en reducir caquexia en los pacientes (síndrome caracterizado por una pérdida intensiva de peso), esta condición contribuye a una mayor probabilidad mortalidad y prolongación de la enfermedad en los pacientes [16].

Por último, se ha evaluado el uso de vitamina D en los pacientes con cáncer, viendo un efecto benéfico en la respuesta de los tratamientos convencionales y porque se ha observado una reducción en la mortalidad de estos pacientes [17]. La vitamina D puede regular el crecimiento correcto de las células nuevas, así como ayuda a activar el sistema inmunológico para que pueda destruir a las células cancerígenas [18]. Esta vitamina la podemos encontrar en la leche, queso, huevos y pescados grasos. No obstante, es muy común tener una deficiencia de vitamina D derivado a los cambios de alimentación y hábitos que actualmente hemos adoptado (reducción de lácteos y de pescado). Por ello, es recomendable que quienes padecen y no padecen cáncer, puedan suplementarse con vitamina D cuando no se tiene un consumo suficiente. En relación con pacientes con cáncer, se ha visto que quienes presentan una deficiencia de vitamina D en sangre, tienen mayor riesgo de recaer o de fallecer en comparación de quienes no tienen la deficiencia [19].

## Uso de suplementos, ¿qué tan conveniente es?

Entre los pacientes con cáncer, el uso desmedido de los suplementos ha ido incrementándose cada vez más, por lo menos lo reportado en Europa y en Estados Unidos (no hay reporte en México). Entre los más utilizados se basan en vitaminas, minerales y extractos de planta. No obstante, como lo mencioné en la sección anterior, no todos los componentes anticancerígenos han sido evaluados ni tampoco han determinado la dosis correcta y, además, algunos de ellos pueden afectar el tratamiento (quimioterapia). A pesar de todos estos puntos, el uso de los suplementos es muy común entre los pacientes [20].

En el caso de utilizar suplementos preventivos, la mayoría de los profesionales de la salud recomienda la ingesta del suplemento de multivitaminas y minerales en personas en general cuando por diversos factores no se pueda tener una **alimentación variada** y suficiente, como por ejemplo aquellas personas con problemas digestivos que no pueden consumir una mayor cantidad de alimentos (cirugías o eliminación de alguna parte del sistema digestivo); con trastornos de la conducta alimentaria o falta de apetito (anorexia o bulimia); o en aquellas personas que por su forma de vida y hábitos, no puedan consumir adecuadamente una variedad de alimentos saludables, como el consumo de frutas, verduras y granos enteros (frijoles, pan multigrano, elote, etc.). Pero ¿cómo saber si realmente se necesita el suplemento? Un nutriólogo está capacitado para determinar si lo que consumes de nutrientes es o no suficiente al evaluar tu dieta. Si no lo es, entonces el nutriólogo, en colaboración con el médico, pueden recomendarte algún suplemento de multivitaminas y minerales que no exceda los requerimientos que necesitamos por día.

Como profesionales de salud, debemos tener cuidado con aquellos pacientes que toman suplementos dietéticos como agentes preventivos sin recomendación alguna. Por ejemplo, se ha reportado que existe una mayor probabilidad de presentar cáncer de pulmón y de estómago en personas que toman suplementos con altas dosis de betacaroteno (un compuesto extraído que da el color a la zanahoria). También se ha visto un riesgo de padecer cáncer de próstata y de colon en quienes tomaron dosis elevadas de suplementos de vitamina E [21].

En relación del uso de suplementos durante el tratamiento para el cáncer, se debe de tener cuidado con el uso de compuestos que puedan interactuar con algún fármaco utilizado en la quimioterapia, es decir, una interacción suplemento-medicamento como lo expliqué en la primera sección del escrito. Por ejemplo, se ha visto que el uso de extractos de plantas como jengibre puede interactuar con los medicamentos bortezomib, ciclofosfamida, entre otros, los cuales son comúnmente utilizados como quimioterapia en diferentes cánceres. El efecto que se tiene es que, al ingerir concentrados de jengibre el hígado no puede procesar y eliminar los fármacos mencionados correctamente, por lo que pueden estar mayor tiempo en el cuerpo y causar más daño. Así como el jengibre, el uso de grandes dosis de Vitamina C también interactúa haciendo que pierda el efecto del fármaco que retarda el crecimiento de las células cancerosas [22].

De acuerdo con la sección anterior, los suplementos mencionados que sí mostraron un efecto benéfico y que no reportaron efectos adversos, fueron los suplementos multivitaminas y minerales, omega-3 y vitamina D. No obstante, en el caso de la vitamina D, se recomienda que se haga un análisis sanguíneo para saber si el paciente se encuentra en deficiencia o no y si en dado que sea deficiente, suministrar dosis mayores al requerimiento hasta que llegue a rangos normales en la sangre.

Después de haber explicado cuáles son los suplementos respaldados por evidencia científica que pueden ser empleados, surge la pregunta:

### ¿Cómo elegir los suplementos adecuados?

En el mercado, se encuentran numerosas marcas, algunas económicas y otras costosas, que ofrecen estos componentes relacionados con la prevención y el tratamiento del cáncer. Para tomar una decisión informada, es esencial que evaluemos la etiqueta del producto, su lugar de origen y la reputación de la marca.

Algunos productos no señalan la cantidad de los compuestos o no señalan que otros ingredientes pueden contener en su etiquetado. Algunos otros pueden señalar en su etiquetado que ayudan a prevenir el cáncer u otra enfermedad, o también pueden señalar que ayudan a mantener la salud en general o de algún órgano o sistema. Estas frases no deben de encontrarse en el etiquetado y debe de declarar exactamente su composición [1], [23]. Al no tener estos requerimientos, el producto no está regulado ni fabricado con los estándares necesarios. Por lo tanto, debemos de tener mucho cuidado con aquellos productos que son producidos en países donde su comercialización no está bien regulada y escoger aquellos en los que sí los están, como es el caso de Estados Unidos por las Oficina de Suplementos

Dietéticos (ODS)[1] , en México por la Comisión Federal para la Protección contra Riesgos Sanitarios (COFEPRIS)[23] o en Europa por la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA)[24]. Sugiero revisar las páginas web de cada una de estas instituciones para más información sobre los criterios de manejo y comercialización de los suplementos dietéticos. Por otro lado, recomiendo que se utilicen marcas registradas, que manejen una variedad de productos destinados a la suplementación y en donde la forma de fabricación y la declaración de los ingredientes, se encuentren tanto en el etiquetado como en una página web registrada. Con ello se garantiza la claridad de información sobre sus productos y que las marcas deben reportar.

### Conclusiones

En toda práctica clínica con pacientes con cáncer y pacientes en general, se debe de preguntar por el uso de suplementos dietéticos y persuadir a los pacientes el solo seleccionar aquellos que con evidencia científica y no por lo que indique su etiquetado. En el caso de México, hay dos problemas existentes: 1) no hay estudios que reporten el uso de suplementos en población general ni en pacientes con cáncer y 2) existen muchos suplementos que son de libre comercialización y de dudosa procedencia. Esto es un área de oportunidad para los investigadores nacionales. Así mismo, nosotros como profesionales de la salud debemos de estar actualizados para identificar los productos que puedan ser utilizados por los pacientes y tener una mente abierta al uso de ellos. Entender que los suplementos son en sí complementos que permiten auxiliar a los pacientes en su tratamiento y no como una terapia alternativa.

**Referencias Bibliográficas:**

- [1] National Institute of Health, “Strengthening Knowledge and Understanding of Dietary Supplements,” 2023. <https://ods.od.nih.gov/> (accessed Sep. 17, 2023).
- [2] R. L. Bailey, J. J. Gahche, P. E. Miller, P. R. Thomas, and J. T. Dwyer, “Why US adults use dietary supplements,” *JAMA Intern Med*, vol. 173, no. 5, pp. 355–361, 2013, doi: 10.1001/jamainternmed.2013.2299.
- [3] Instituto Nacional del Cáncer, “¿Qué es el cáncer?,” 2021. <https://www.cancer.gov/espanol/cancer/naturaleza/que-es> (accessed Sep. 17, 2023).
- [4] C. E. Childs, P. C. Calder, and E. A. Miles, “Diet and immune function,” *Nutrients*, vol. 11, no. 8, p. 1933, 2019, doi: 10.3390/nu11081933.
- [5] M. S. Donaldson, “Nutrition and cancer: A review of the evidence for an anti-cancer diet,” *Nutr J*, vol. 3, p. 19, Oct. 2004, doi: 10.1186/1475-2891-3-19.
- [6] A. C. Mamede, S. D. Tavares, A. M. Abrantes, J. Trindade, J. M. Maia, and M. F. Botelho, “The role of vitamins in cancer: a review,” *Nutr Cancer*, vol. 63, no. 4, pp. 479–94, 2011, doi: 10.1080/01635581.2011.539315.
- [7] V. A. Moyer, “Vitamin, Mineral, and Multivitamin Supplements for the Primary Prevention of Cardiovascular Disease and Cancer: U.S. Preventive Services Task Force Recommendation Statement,” *Ann Intern Med*, vol. 160, pp. 558–564, 2014.
- [8] X. Zhang, B. Dai, B. Zhang, and Z. Wang, “Vitamin A and risk of cervical cancer: a meta-analysis,” *Gynecol Oncol*, vol. 124, no. 2, pp. 366–73, 2012, doi: 10.1016/j.ygyno.2011.10.012.
- [9] D. M. Kopustinskiene, V. Jakstas, A. Savickas, and J. Bernatoniene, “Flavonoids as anticancer agents,” *Nutrients*, vol. 12, no. 2, 2020, doi: 10.3390/nu12020457.
- [10] J. H. Ko et al., “The role of resveratrol in cancer therapy,” *Int J Mol Sci*, vol. 18, no. 12, 2017, doi: 10.3390/ijms18122589.
- [11] M. Schaffer, P. M. Schaffer, J. Zidan, and G. B. Sela, “Curcuma as a functional food in the control of cancer and inflammation,” *Curr Opin Clin Nutr Metab Care*, vol. 14, no. 6, pp. 588–597, 2011, doi: 10.1097/MCO.0b013e32834bfe94.
- [12] Y. Shukla and M. Singh, “Cancer preventive properties of ginger: A brief review,” *Food and Chemical Toxicology*, vol. 45, no. 5, pp. 683–690, 2007, doi: 10.1016/j.fct.2006.11.002.
- [13] C. S. Yang and H. Wang, “Cancer preventive activities of tea catechins,” *Molecules*, vol. 21, no. 12, 2016, doi: 10.3390/molecules21121679.
- [14] C. Z. Wang, S. Anderson, W. Du, T. C. He, and C. S. Yuan, “Red ginseng and cancer treatment,” *Chin J Nat Med*, vol. 14, no. 1, pp. 7–16, 2016, doi: 10.3724/SPJ.1009.2016.00007.
- [15] S. P. Fortmann, B. U. Burda, C. A. Senger, J. S. Lin, and E. P. Whitlock, “Vitamin and Mineral Supplements in the Primary Prevention of Cardiovascular Disease and Cancer: An Updated Systematic Evidence Review for the U.S. Preventive Services Task Force,” *Ann Intern Med*, vol. 159, no. 12, pp. 824–24, 2013.
- [16] G. Serna-Thome et al., “Use of functional foods and oral supplements as adjuvants in cancer treatment,” *Revista de Investigacion Clinica*, vol. 70, no. 3, pp. 136–146, 2018, doi: 10.24875/RIC.18002527.
- [17] N. Keum, D. H. Lee, D. C. Greenwood, J. E. Manson, and E. Giovannucci, “Vitamin D supplementation and total cancer incidence and mortality: A meta-Analysis of randomized controlled trials,” *Annals of Oncology*, vol. 30, no. 5, pp. 733–743, 2019, doi: 10.1093/annonc/mdz059.
- [18] D. Feldman, A. V. Krishnan, S. Swami, E. Giovannucci, and B. J. Feldman, “The role of vitamin D in reducing cancer risk and progression,” *Nat Rev Cancer*, vol. 14, no. 5, pp. 342–357, 2014, doi: 10.1038/nrc3691.
- [19] C. Vernieri et al., “Diet and supplements in cancer prevention and treatment: Clinical evidences and future perspectives,” *Crit Rev Oncol Hematol*, vol. 123, pp. 57–73, 2018, doi: 10.1016/j.critrevonc.2018.01.002.
- [20] C. P. J. G. Wolf et al., “Complementary and alternative medicine (CAM) supplements in cancer outpatients: analyses of usage and of interaction risks with cancer treatment,” *J Cancer Res Clin Oncol*, vol. 148, no. 5, pp. 1123–1135, 2022, doi: 10.1007/s00432-021-03675-7.
- [21] M. Harvie, “Nutritional Supplements and Cancer: Potential Benefits and Proven Harms,” *Am Soc Clin Oncol Educ Book*, pp. e478-86, 2014.
- [22] C. A. Buckner, R. M. Lafrenie, J. A. Dénommée, J. M. Caswell, and D. A. Want, “Complementary and alternative medicine use in patients before and after a cancer diagnosis,” *Current Oncology*, vol. 25, no. 4, pp. e275–e281, 2018, doi: 10.3747/co.25.3884.
- [23] Gobierno de México, “Marco jurídico para suplementos alimenticios,” 2023. <https://www.gob.mx/cofepris/acciones-y-programas/marco-juridico-para-suplementos-alimenticios>
- [24] Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA), “Complementos alimenticios,” 2023. <https://www.efsa.europa.eu/es/topics/topic/food-supplements#papel-de-la-efsa> (accessed Sep. 17, 2023).

# Evolución Económica en Ciudad Juárez a Partir de la Fundación de la UACJ:

Antecedentes, Influencia, y  
Perspectiva

Por Dr. David Vázquez Guzmán  
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

*“Mi pueblo perece por falta de conocimiento;”*  
(Profeta Oseas, c. siglo VIII A.C.)

## Resumen

Haciendo un recuento de antecedentes históricos en la formación de la UACJ, y del cambio sustantivo que tuvo la ciudad que la alberga al pasar de una comunidad semiurbana, a un escenario industrial netamente urbano, se establece que el dinamismo único de la región requiere de una consideración multidimensional de desarrollo económico. En materia económica y regional, la UACJ ha tenido contribuciones sustantivas en materia de análisis del empleo e industria, derechos de la mujer, contaminación, violencia social, desarrollo institucional, temáticas regionales de eficiencia, y consideración de grupos vulnerables en los últimos 50 años. Con cerca de 40 mil miembros de la comunidad universitaria, la UACJ se encuentra ante el reto de influir de manera más decisiva en la construcción de los programas de política pública y social de su entorno.

<sup>1</sup>Dr. David Vázquez Guzmán. david.vazquez@uacj.mx. Agradezco la invitación de Jorge Breceda, los comentarios del Dr. Roberto Sáenz e Irma Ramírez, y el apoyo de la biblioteca del programa de Economía coordinada por el Dr. Ramsés Jiménez.

<sup>2</sup>En Oseas 4:8 [67].

## Antecedentes

Ciudad Juárez se encontraba en un periodo complicado de su historia hace 50 años. La terminación abrupta del Programa Bracero en 1964 dejó varados a miles de personas en la franja fronteriza, y este hecho fue un reto complicado para la región [1, p. 28], ya que el dinamismo migratorio no se detuvo, y la ciudad creció. En ese mismo tiempo, como respuesta a la aglomeración de personas provenientes del sur del país, se pusieron en marcha algunos planes de empleo que lograron integrar la mano de obra a la industria naciente, pero había una demanda de capital humano que era necesario satisfacer, y es en este tiempo, durante un periodo de incertidumbre e intranquilidad, que se funda la UACJ el primero de Septiembre de 1973 por el Presidente de la República [2, pp. 91-93]. La universidad ha respondido a un sinnúmero de restricciones no solo económicas, sino también históricas, demográficas, y sociales.

Ciudad Juárez ha pasado por etapas “turbulentas” desde tiempos inmemoriales. Comenta Schmidt que en este espacio fronterizo “desafortunadamente trascienden los peores aspectos de la interacción y son opacados los momentos más positivos” [3, p. 173]. Se sabe que las raíces de los locales tienen su origen, entre otros, en las tribus apaches, pueblo oprimido y aguerrido, que el llamado Paso del Norte, así fue conocido hasta 1888, tuvo un desarrollo económico por el comercio, tanto legal como ilegal, con regiones aledañas de Estados Unidos en siglos pasados [4]. El crecimiento de la ciudad tuvo cambios profundos en la localidad, transformando el suelo agrícola en uno industrial [5], con un crecimiento urbano en ocasiones errático, y falta de enfoque de largo plazo. Este es el legado que la universidad tenía para responder a la construcción de una mejor sociedad.

<sup>3</sup>En 1960, Ciudad Juárez contaba con 252,000 habitantes, en 1970 había 424,000 habitantes, y para 1976, había 569,000 habitantes [2, pp. 79, 91, 65, p. 247]: un crecimiento dramático.

<sup>44</sup>Ver Chávez [64]

# Las Dimensiones Económicas Prioritarias en Ciudad Juárez

“Todo es diferente en la frontera”, dice la canción del fallecido Juan Gabriel, siendo un tema dedicado a Ciudad Juárez, reflejando el dinamismo excepcional de esta región, que es muy importante no solo para el estado, sino para todo el país. La aglomeración de ciudades entre Ciudad Juárez y El Paso, Texas, es única a nivel internacional. Uno aprende en el extranjero que no hay región en el mundo donde converjan tanto un país eminentemente desarrollado y otro en vías de desarrollo, con millones de habitantes con colindancia absoluta. Los desbalances entre naciones se viven en Ciudad Juárez de manera brutal e inmediata, y un análisis unidimensional en materia productiva resulta no solo obtuso, sino incompleto. Los estudios del dinamismo que se vive en esta ciudad pueden ser semillero investigativo incluso a otras partes del planeta.

Necesitamos consideraciones de bienestar con un enfoque individual para evaluar lo que ocurre en Ciudad Juárez en materia económica. Para Ciudad Juárez, para comprender el crisol humano que representa, necesitamos de todas las herramientas para entender la complejidad del lugar. En la ciencia económica tradicional, los factores que se monitorean son el crecimiento económico (PIB), el desempleo, y la inflación [6]. En materia de desarrollo económico, adicionalmente se destacan dimensiones institucionales, sociales, e incluso

políticas, que proveen los mecanismos para una rápida mejora en el bienestar individual [7]. La complejidad social local de esta ciudad se asemeja a la de las mega-ciudades que conozco, como lo es Londres, Berlín, Seúl, Los Ángeles, California, o México, y esto invita a la reflexión de las que ocurre aquí aprisa.

No quisiera desperdiciar el tiempo de mis lectores en aburridas consideraciones econométricas de empleo, crecimiento y matrícula universitaria, ya que el objeto es el resaltar el papel de la UACJ en la construcción económico-social de la ciudad. Yendo más allá de lo regional, utilizaré el enfoque de las capacidades del Premio Nobel de Economía, Amartya Sen, hablando de un desarrollo integral comunitario, multifacético del individuo, de su entorno, y de las oportunidades reales que tiene de ser parte de su propio desarrollo [8]. Aquí la sociedad se construye con base a la expansión de las libertades y de la participación, y el mercado es solo un instrumento que no toma prioridad sobre los derechos humanos, donde los individuos van decidiendo los aspectos del propio desarrollo, es decir, de sus capacidades. Aquí, para Ciudad Juárez, los temas que han sido relevantes en las últimas cinco décadas, han sido el crecimiento industrial desmedido, los derechos de las mujeres, la contaminación y la sustentabilidad, la infraestructura, el narcotráfico y la violencia,

<sup>5</sup> La ciudad como región de varias ciudades en González [68].

<sup>6</sup> Disponibles en anexo gráficas de PIB para el estado, donde la contribución industrial de Ciudad Juárez es obvia. Adicionalmente se pueden consultar el INEGI en materia municipal, y también existen un par de organismos locales con información de la región, Desarrollo Económico de Ciudad Juárez, A. C. (<https://www.desarrolloeconomico.org/panel/dashboard.php>), con datos generales de crecimiento, empleo y educación, y Así Estamos Juárez <https://asiestamosjuarez.org/>, con datos de calidad de vida.

incluyendo la de género, el desarrollo institucional educativo, el federalismo, economías regionales, y en general, aspectos de desarrollo social de grupos vulnerables, que han sido relevantes para la investigación y la enseñanza en la UACJ. En un apartado especial haré mención a estas investigaciones, pero antes quisiera hablar en números de la evolución de la universidad respondiendo a la demanda de capital humano.

## El Incremento Sostenido en la Matrícula de la UACJ

La Universidad Autónoma de Ciudad Juárez ha tenido que enfrentar diversas situaciones de demanda de capacitación a lo largo de sus cincuenta años. Como contexto, tanto el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez (ITCJ), como la trascendente Escuela Superior de Agricultura “Hermanos Escobar”, que cerró sus puertas en 1993 [2, pp. 87, 108], satisfacían la demanda local. La evolución demográfica de Ciudad Juárez cambió su cara semiurbana, a una urbana e industrial, y son necesarios estudiantes con enfoque humanista.

A un poco más de 20 años de fundada la universidad, en 1997, la universidad reportaba 8,642 estudiantes, con algunos más de posgrado [9, p. 16], y había una tasa de absorción baja [9, p. 18]. El egreso de licenciatura en ese mismo periodo era de cerca de mil estudiantes por año [9, p. 19]. Ya la universidad tenía su estructura actual de 4 institutos, ICSA, IIT, IADA, e ICB, y una extensión en

Nuevo Casas Grandes. Para el año 2000, había un nuevo conjunto de programas de licenciatura y de maestrías en ciencias económico-sociales, ingenierías, ciencias básicas y jurídicas, alcanzando los 10,027 estudiantes de pregrado [10, p. 33]. Eran tiempos de consolidación educativa.

A partir del año 2000, el incremento en la matrícula fue sustantivo, y hubo una preocupación, la calidad. En el año 2001, la matrícula universitaria alcanzaba los 12,601 alumnos [11, p. 11], y hubo un crecimiento impresionante para el 2005 [12, p. 14]. El año 2006 hubo matrícula a la alza, ya siendo importante el número en posgrados [13, p. 13]. En los primeros años del Rector Jorge Quintana, el número de programas de licenciatura era de 87 programas, siendo 40 de posgrado [14]. Se mantuvo una tasa de absorción de cerca del 50 por ciento, y la matrícula alcanzó los 19,710 alumnos [14, pp. 24-25]. El número de egresados creció [14, pp. 29-30], y hubo un enfoque en la calidad. Se aumentó la cobertura y los posgrados, así como también el porcentaje de aceptados, siendo estos 21,192, 841, y 65% promedio respectivamente [15, pp. 35, 39]. Hubo también una preocupación por proyectos financiados con fondos externos, y aumento de profesores certificados en el SNI [15,



pp. 153-187]. Fue una década de calidad para servicio de la comunidad.

La administración en manos de los rectores que siguieron, Francisco Javier Sánchez Carlos y Ricardo Duarte Jáquez, siguió la tendencia hacia la calidad y el aumento de matrícula, y hoy, bajo la administración del Señor Rector Mtro. Juan Ignacio Camargo Nassar, la universidad ha crecido de manera sostenida, tiene 36,524 estudiantes, con cerca de 1,300 estudiantes de posgrado. Ya hay 123 programas educativos, y con una planta educativa de más de 2,000 maestros, de los cuales 314 cuentan con la certificación del SNI [16, pp. 4, 11]. La tasa de absorción ha crecido considerablemente [17, p. 84], y se sigue cuidando el enfoque de la tutoría institucional a alumnos, el apoyo a los programas de investigación, y la liga comunitaria.

---

<sup>7</sup> Para 1991 eran ya casi los 800,000 habitantes, mientras que organismos empresariales decían que eran muchos más [2, p. 106]. Para el año 2005, esta cifra rondaba ya 1,300,000 habitantes [65, pp. 247, 248].

## Ejes de Investigación de Desarrollo para la UACJ y su Importancia en la Construcción Social

---

Retomando la importancia de los temas que la universidad ha considerado importante para la construcción social, ha habido interés en diferentes temáticas, y sin afán de menospreciar el trabajo de nadie, mencionaré brevemente algunos trabajos que son muestra del amplio trabajo de algunos de mis colegas al publicar sus resultados a lo largo de los años como evidencia del impacto social que ha tenido la universidad. La experiencia de los documentos con enfoque en la ciencias económico-sociales se traduce en pláticas con hacedores de la política pública, y en la derrama hacia los estudiantes que recibieron cátedra.

**A)** En el tema del empleo y la industrialización, el trabajo de Almada trata del desarrollo “explosivo” de la maquila en el estado en los 80’s [18], mientras que Loera daba un panorama general del mercado laboral en décadas pasadas [19]. Ampudia discute el mercado laboral, lo regional y la informalidad en

los 90’s [20], y la movilidad de mano de obra la discute Rubio [21]. El trabajo de Velázquez y Martínez analiza la precariedad laboral [22], y también hay consideraciones de la fuerza laboral de la región en el sector comercial y el tecnológico [23, 24]. El trabajo de García habla de la inversión extranjera en el estado, y en el desarrollo de clusters de producción [25], Jiménez y García establecen la relación del capital social en la industria manufacturera recientemente [26], y hay un estudio del empleo manufacturero en las últimas dos décadas por Sánchez y García [27].

**B) Mujeres.** El trabajo de Myrna Limas trata acerca de la importancia del trabajo doméstico como eje importante en el desarrollo local [28], establece ella la prioridad en la agenda pública [29], mientras que su hermano, Alfredo, habla de las implicaciones legales del feminicidio internacionalmente [30]. Por otro lado, la obra

coordinada por Bustillos y Rincones habla de diversos temas relacionados con mujeres, como las instituciones, empleo, etnias indígenas, y participación, entre otros [31].

**C) Contaminación y Sustentabilidad.** De tiempo atrás, ya se mencionaban los efectos nocivos de la industrialización no planeada por Garza, y la contaminación del agua [1, pp. 33, 53]. Se han analizado también las condiciones ambientales y los efectos en la salud para el periodo 1998 al 2003 por Rentería [32], existe una consideración que aborda el problema de la contaminación en la frontera [33], y la consideración de una administración sustentable en la industria [34], entre otros.

**D) Falta de Infraestructura.** Garza mencionaba ya el problema de infraestructura en la región y planes para solucionarlo [1, pp. 25, 59], mientras que Córdoba y Romo se centran en la realidad de las familias sin agua potable [35]. Por su parte, Barajas y Gutiérrez hacen un esbozo de la falta de infraestructura en la región [36].

**E) Narcotráfico y Violencia, incluyendo la de género.** Existe un recuento de la violencia y la inseguridad pública en la década de los 90's por Pineda [37], y Holguín trata el problema del lavado de dinero [38]. Fuentes ofrece un análisis de víctimas y perpetradores por género, con resultados sorprendentes [39], el Cuerpo Académico 78/UACJ, hace un recuento vívido de lo que atraviesan los jóvenes por cuestiones de violencia [40], y por último, el trabajo de Castillo y Ochoa nos hablan de la necesidad de la inversión social para combatir el problema del narcotráfico [41].

**F) Desarrollo Educativo e Instituciones.**

Almeida establece la necesidad de un enfoque igualitario en la educación universitaria al inicio del milenio [42], mientras que Castillo establece los efectos positivos de las organizaciones de la sociedad civil [43]. Por otro lado, Sáenz habla de la construcción de instituciones públicas para mujeres por la situación de violencia [44].

**G) Federalismo.** Hay investigación de los efectos en Ciudad Juárez de la política monetaria federal [45], y algunas consideraciones teóricas del gasto federal en estados y municipios [46].

**H) Eficiencia Regional.** La obra es vasta para establecer conexiones de eficiencia en la zona. Ampudia y Sánchez discuten temas relativos a la competitividad regional [47], hay diversos temas con aplicación para la región norte de Juárez [48], diversos temas regionales de evolución de regiones agrícolas a urbanas [49, 50], e importantes temas de una región olvidada del municipio, lo que es El Valle de Juárez, con enfoque en producción agrícola, sus obstáculos para el desarrollo, y las oportunidades de su gente [51, 52, 53].

**I) Grupos Vulnerables.** Hay discusiones acerca del estado de la salud y la discapacidad por Pérez y Favela [54], otra de comunidades indígenas marginadas [55], la salud del adulto mayor chihuahuense [56], los efectos de la violencia en los niños y los jóvenes [57], y consideraciones de bienestar subjetivo para adultos mayores [58], entre muchos otros.

# El Futuro de la Construcción del Conocimiento de la UACJ para el Desarrollo Integral de sus Ciudadanos

En la sección anterior vimos que hay esfuerzos importantes en materia investigativa y docente en materia económica multidimensional, aunque en mi muy particular opinión, se pudiera trabajar para hacer de estos esfuerzos, que se antojan dispersos, de una manera más organizada, con el fin de influir más nuestra experiencia en nuestra localidad y también en otras regiones fronterizas del mundo. Sin hacer menos a las iniciativas que ya han tenido impacto en la ciudad, es necesario seguir generando conocimiento pertinente y aplicable para el diseño de la política pública en nuestra ciudad y en nuestro estado.

Queda también para el futuro, muy a tono con la agenda federal, el establecimiento de líneas de investigación que impacten de manera directa el bienestar de todos, particularmente de los que menos tienen. El estudio del desarrollo de la Universidad de Oxford, Paul Collier, establece cuatro ejes de apoyo a los que menos tienen para evitar que el desarrollo tenga obstáculos [59]. Los conflictos, las peleas estériles por los recursos naturales, las malas relaciones con los vecinos territoriales, y la corrupción en el gobierno deben de reducirse al mínimo para tener un verdadero desarrollo

económico integral que impacte de manera efectiva en la vida de las personas. En el mismo tenor, el gobierno federal a través del CONAHCyT, y de acuerdo a los nuevos Objetivos del Milenio Sustentables, establece Programas Nacionales Estratégicos (PRONACES), para guiar el diseño de políticas públicas que impacten en la vida de todos los ciudadanos, y por supuesto de los juarenses también. A saber, los programas que versen alrededor de la reducción de contaminantes, el estudio de los recursos hidráulicos, el capital humano formado a través de las dimensiones de la salud y la educación, la seguridad humana, y la vivienda, son temas que deben seguir tomando preponderancia en el futuro de la UACJ, pasando de ser un objeto receptivo de los planes públicos a ser líderes de la construcción de su entorno social. Yo veo a una universidad más protagónica de su desarrollo económico, y, por ende, más comprometida con sus individuos, sus familias, y con un fortalecimiento institucional que traiga el desenvolvimiento de ciudadanos más responsables, felices, y participantes de un desarrollo integral de su comunidad, de su estado, y de su país.

<sup>8</sup> Disponible en <https://sdgs.un.org/goals>.

<sup>9</sup> En <https://conahcyt.mx/pronaces/>.



## Referencias Bibliográficas:

- [1] V. Garza, Desarrollo Sustentable en la Frontera México-Estados Unidos, Colección Estudios Regionales ed., vol. 11, R. Lau, Ed., Ciudad Juárez, Chih.: Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, 1996.
- [2] R. Flores Simental, E. Gutiérrez Roa y O. Vázquez Reyes, Paso del Norte en el Siglo XXI: Breve Historia de Ciudad Juárez, Colección Bi-Centenario ed., S. Pineda Jaimes, Ed., Ciudad Juárez, Chih. : Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, 2010.
- [3] S. Schmidt Nedvedovich, «La Frontera Vista desde Lejos,» de Visiones Históricas de la Frontera, Colección Bi-Centenario ed., vol. 1, J. Chávez Chávez, Ed., Ciudad Juárez, Chih.: Subdirección de Publicaciones UACJ, 2010, pp. 165-183.
- [4] C. González Herrera, «De Franklin a El Paso, La Transformación de un Asentamiento Mexicano en una Ciudad Angloamericana: 1850-1910,» de Visiones Históricas de la Frontera, Colección Bi-Centenario ed., vol. 1, J. Chávez Chávez, Ed., Ciudad Juárez, Chih.: Subdirección de Publicaciones, UACJ, 2010, pp. 53-93.
- [5] M. Calvo Aguilar, «El Impulso de la Industria de la Construcción: Una Historia Inconclusa, Ciudad Juárez, 1950-1990,» de Visiones Históricas de la Frontera, Colección Bi-Centenario ed., vol. 1, J. Chávez Chávez, Ed., Ciudad Juárez, Chih. : Subdirección de Publicaciones, UACJ, 2010, pp. 187-217.
- [6] M. Parkin, Economics, 10th. ed., Boston: Pearson, 2012.
- [7] M. P. Todaro y S. C. Smith, Economic Development, 13th. ed., Harlow: Pearson, 2020.
- [8] A. K. Sen, Development as Freedom, Oxford.: Oxford University Press, 1999.
- [9] UACJ, «Informe de Actividades de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez 1996-1997,» UACJ, Ciudad Juárez, 1998.
- [10] UACJ, «Hechos 1994-2000: Un Breve Resumen de los Logros y Acciones Más Relevantes de la Comunidad Universitaria en el Periodo 1994-2000,» UACJ, Ciudad Juárez, 2000.
- [11] UACJ, «Primer Informe del Rector Felipe Fornelli Lafón: Octubre 2000-2001,» UACJ, Ciudad Juárez, 2001.
- [12] UACJ, «Quinto Informe del Rector Felipe Fornelli Lafón, Octubre 2004-2005,» UACJ, Ciudad Juárez, 2005.
- [13] UACJ, «Anuario Estadístico 2006-2007,» UACJ, Ciudad Juárez, 2007.
- [14] UACJ, «Jorge M. Quintana Silveyra Rector: Octubre 2007-2008, Segundo Informe,» UACJ, Ciudad Juárez, 2008.
- [15] UACJ, «Jorge M. Quintana Silveyra Rector, Octubre 2009-2010: Cuarto Informe,» UACJ, Ciudad Juárez, 2010.
- [16] UACJ, «4to. Informe de Actividades 2021-2022, Mtro. Juan Ignacio Camargo Nassar,» UACJ, Ciudad Juárez, 2022.
- [17] UACJ, «4to. Informe de Actividades 2021-2022: Mtro. Juan Ignacio Camargo Nassar,» UACJ, Ciudad Juárez, 2022.
- [18] H. Almada Mireles, «Las Modificaciones de la Estructura Productiva Industrial de Chihuahua 1982-1988,» Nóesis, vol. II, n° 4, pp. 5-16, Enero-Junio 1990.
- [19] M. Loera de la Rosa, «Cambios en el Mercado Laboral de Ciudad Juárez,» Nóesis, vol. II, n° 4, pp. 17-38, Enero-Junio 1990.
- [20] L. Ampudia Rueda, «Análisis del Empleo y los Salarios Relativos en Ciudad Juárez, 1987-1998,» Nóesis, vol. 13, n° 25, pp. 93-129, Enero-Junio 2003.
- [21] R. Rubio Salas, «Movilidad con Fines Laborales en la Frontera Norte: Comparativo entre Juárez y Tijuana,» Nóesis, vol. 13, n° 25, pp. 181-202, Enero-Junio 2003.
- [22] M. d. S. Velázquez Vargas y W. L. Martínez Toyos, «Precariedad Laboral y Urbana y Globalización: Los Casos de Ciudad Juárez, León, y Aguascalientes,» de Chihuahua Hoy 2005: Visiones de su Historia, Economía, Política y Cultura, V. M. Orozco Orozco, Ed., Ciudad Juárez, Chih.: UACJ, Instituto Chihuahuense de la Cultura, 2005, pp. 369-398.
- [23] E. G. Solís-Reza y D. Vázquez-Guzmán, «Un Estudio del Marco Conceptual de las MIPYMES Formales e Informales y su Papel en el Desarrollo Regional en Ciudad Juárez, Chihuahua,» de El Papel de las Pequeñas y Medianas Empresas en el Desarrollo Regional., A. L. Ramos-Soto, R. M. Velásquez-Sánchez y M. A. Sánchez-Hernández, Edits., Oaxaca, Oax.: UABJO, FCA, 2020, pp. Cap. 7, pp. 133-150..
- [24] S. Gutiérrez-Martínez y D. Vázquez-Guzmán, «Evidencia de Espirales Tecnológicas en México y su Impacto en el Desarrollo Regional a través de Micro, Pequeñas y Medianas Empresas Dedicadas al Comercio,» de El Papel de las Pequeñas y Medianas Empresas en el Desarrollo Regional, ISBN 978-607-99042-0-3 ed., A. L. Ramos-Soto, R. M. Velásquez-Sánchez y M. A. Sánchez-Hernández, Edits., Oaxaca, Oax.: UABJO, FCA, 2020, pp. Cap. 8, pp. 151-192.
- [25] E. F. García Uribe, «Evaluación de las Políticas Públicas Regionales para el Desarrollo Económico: El Caso de la Política de Fomento a la Inversión y al Empleo en el Estado de Chihuahua (1990-2008),» de Chihuahua Hoy 2012: Visiones de su Historia, Economía, Política y Cultura, V. M. Orozco Orozco, Ed., Ciudad Juárez, Chih.: Subdirección de Publicaciones, UACJ, 2012, pp. 219-234.
- [26] R. Jiménez Castañeda y E. García González, «El capital social como determinante del desempeño de la industria manufacturera en México, 2004-2020,» Paradigma Económico: Revista de Economía Regional y Sectorial, vol. 14, n° 1, pp. 129-158, 2022.
- [27] I. L. Sánchez-Juárez y R. M. García-Almada, «Identificación y Sincronización de los Ciclos de Crecimiento del Empleo Manufacturero en Ciudad Juárez,» de Estudios de Economía Regional Aplicada, vol. I, A. V. Méndez Delgado, L. Gutiérrez Flores y D. Castro Lugo, Edits., Universidad Autónoma de Coahuila, CISE, 2022.
- [28] M. Limas Hernández, «La Importancia del Trabajo Doméstico desde Una Optica Regional y de Género,» Nóesis, vol. 15, n° 27, pp. 101-129, Enero-Junio 2005.
- [29] M. Limas Hernández, «Desarrollo Humano a Favor de las Mujeres: Una Prioridad en la Agenda Pública de Ciudad Juárez,» de Chihua-

- hua Hoy 2008: Visiones de su Historia, Economía, Política y Cultura, V. M. Orozco Orozco, Ed., Ciudad Juárez, Chih.: UACJ, Instituto Chihuahuense de la Cultura, UACH, 2008, pp. 215-216.
- [30] A. Limas Hernández, «Los Derechos Humanos de las Mujeres en Chihuahua: Del Femicidio y su Litigio ante la Corte Interamericana,» de Chihuahua Hoy 2008: Visiones de su Historia, Economía, Política y Cultura, V. M. Orozco Orozco, Ed., Ciudad Juárez, Chih.: UACJ, Instituto Chihuahuense de la Cultura, UACH, 2008, pp. 329-356.
- [31] S. Bustillos Durán y R. Rincones Delgado, Edits., Mujeres en Chihuahua Hoy, ISBN 978-607-9086-19-0 ed., Ciudad Juárez, Chih.: UACJ, 2011.
- [32] Y. S. Rentería Castro, «Condiciones de Salud Ambiental en la Frontera México-Estados Unidos (1998-2003): Una Aproximación desde los Residuos Industriales Peligrosos,» *Nóesis*, vol. 15, n° 30, pp. 36-97, Agosto-Diciembre 2006.
- [33] S. Bustillos Durán y R. Rincones Delgado, «Espacio Común: El Ambiente Fronterizo México-Estados Unidos,» de Chihuahua Hoy 2008: Visiones de su Historia, Economía, Política y Cultura, V. M. Orozco Orozco, Ed., Ciudad Juárez, Chih.: UACJ, Instituto Chihuahuense de la Cultura, UACH, 2008, pp. 173-197.
- [34] E. Solís-Reza, E. Carmona-Vega y D. Vázquez-Guzmán, «Administración Sustentable y su Impacto en la Rentabilidad de la Industria del Cemento del Estado de Chihuahua,» de Temas Selectos de Sostenibilidad e Integración Económica, ISBN: 9786075360317 ed., C. Flores-Morales, M. García-Bencomo, L. Sánchez-Acosta y P. Mercado-Salgado, Edits., Chihuahua, Chih.: Dirección de Extensión y Difusión Cultural (UACH), 2019, pp. Cap. 5, pp. 45-54.
- [35] G. Córdoba y M. d. L. Romo, «Participación Ciudadana en las Colonias sin Agua Potable y Alcantarillado en Ciudad Juárez, Chihuahua,» *Nóesis*, vol. 16, n° 32, pp. 122-153, Julio-Diciembre 2007.
- [36] H. A. Barajas Bustillos y L. Gutiérrez Flores, «Importancia de la Infraestructura Física en el Crecimiento Económico de los Municipios de la Frontera Norte,» *Estudios Fronterizos*, vol. 13, n° 25, pp. 57-88, 2012.
- [37] S. Pineda Jaimes, «La Inseguridad Pública en Juárez: Alternancia, Crimen Organizado y Femicidio,» de Chihuahua Hoy 2008: Visiones de su Historia, Economía, Política y Cultura, V. M. Orozco Orozco, Ed., Ciudad Juárez, Chih.: UACJ, Instituto Chihuahuense de la Cultura, UACH, 2008, pp. 299-328.
- [38] A. Holguín López, «Lavado de Dinero Proveniente del Narcotráfico en Chihuahua,» de Desarrollo Regional y Globalización: Estudio de Casos Aplicados a América Latina, C. Carton Madura, Ed., Ciudad Juárez, Chih.: UACJ, Cuerpo Académico Desarrollo Económico y Globalización, 2009, pp. 205-224.
- [39] C. M. Fuentes Flores, «Las Características de la Inseguridad Pública en Ciudad Juárez: Un Enfoque Espacial y por Sexo,» de Mujeres en Chihuahua Hoy, S. Bustillos Durán y R. Rincones Delgado, Edits., Ciudad Juárez, Chih.: UACJ, 2011, pp. 317-342.
- [40] A. Cano-Aguilar, N. Castillo-Viveros, R. Flores-Simental, T. Gonzalez-Juárez, A. Ossio-Martínez, D. Puga-Antúnez, R. Quintero-Novoa, L. Rodríguez-Ebrard, B. Servín-Herrera y D. Vázquez-Guzmán, *Lo Que Viven Los Jóvenes Juarenses de la Violencia*, Ciudad Juárez, Chih.: UACJ CA78, Centro de Investigaciones Sociales, 2012.
- [41] N. Castillo Viveros y A. Ochoa Zezzatti, «La Política Pública del Combate al Narcotráfico en Medellín, Colombia, y Ciudad Juárez, México,» de Chihuahua Hoy 2012: Visiones de su Historia, Economía, Política y Cultura, V. M. Orozco Orozco, Ed., Ciudad Juárez, Chih.: UACJ, UACH, Instituto Chihuahuense de la Cultura, 2012, pp. 293-316.
- [42] R. Almeida Uranga, «El Estado de la Gestión Universitaria en Chihuahua en el Periodo 2001-2004,» de Chihuahua Hoy 2005: Visiones de su Historia, Economía, Política y Cultura, V. M. Orozco Orozco, Ed., Ciudad Juárez, Chih.: UACJ, Instituto Chihuahuense de la Cultura, 2005, pp. 199-225.
- [43] N. Castillo Viveros, «Las Reservas de Utopía en Ciudad Juárez,» de Chihuahua Hoy 2010: Visiones de su Historia, Economía, Política y Cultura, V. M. Orozco Orozco, Ed., Ciudad Juárez, Chih.: UACJ, UACH, Instituto Chihuahuense de la Cultura, 2010, pp. 333-356.
- [44] R. Sáenz Huerta, «Gobierno y Mujeres: Instituciones Públicas para la Atención de las Mujeres en Situación de Violencia en Ciudad Juárez, 2002-2010,» de Mujeres en Chihuahua Hoy, S. Bustillos Durán y R. Rincones Delgado, Edits., Ciudad Juárez, Chih.: UACJ, 2011, pp. 343-371.
- [45] L. Blanco-González y T. M. Fullerton Jr., «La Ley del Precio Unitario en la Zona Metropolitana Fronteriza,» de Chihuahua Hoy 2008: Visiones de su Historia, Economía, Política y Cultura, V. M. Orozco Orozco, Ed., Ciudad Juárez, Chih.: UACJ, Instituto Chihuahuense de la Cultura, UACH, 2008, pp. 199-213.
- [46] R. A. Ponce Rodríguez, *Competencia Política y las Finanzas Públicas de los Gobiernos Estatales y Locales*, Ciudad Juárez, Chih.: UACJ, 2010.
- [47] L. Ampudia Rueda y J. Sánchez Carlos, Edits., *La Competitividad Internacional de México y el Futuro de la Industria Maquiladora: Análisis Económico y Prospectiva de la Industria en el Desarrollo Local*, CAEF 41 Estudios Territoriales, Economía, Población y Desarrollo ed., Ciudad Juárez, Chih.: Subdirección de Publicaciones, UACJ, 2006.
- [48] L. E. Gutiérrez Casas y M. Limas Hernández, Edits., *Nuevos Enfoques de Desarrollo: Una Mirada desde las Regiones*, Subdirección de Publicaciones, UACJ, Red Iberoamericana de Estudios de Desarrollo, 2011.
- [49] N. C. Marcial, «Cambios en el Uso del Suelo en el Área Urbana de Ciudad Juárez, Chihuahua, en el Periodo 1980-2012,» de Estudios sobre Economía del Desarrollo y el Sector Primario, U. Subdirección de Publicaciones, Ed., Ciudad Juárez, Chih.: Ponce Rodríguez, Raul Alberto, 2015, pp. 81-118.
- [50] A. Cortazar Martínez y D. L. Molina Morales, «Cálculo de la Tasa de Rentabilidad Económica por Interpolación de la Producción de Algodón en el Valle de Juárez, 1986 a 2011,» de Estudios Sobre Economía del Desarrollo y el Sector Primario, R. A. Ponce Rodríguez, Ed., Ciudad Juárez, Chih.: Subdirección de Publicaciones, UACJ, 2015, pp. 183-206.

- [51] B. Carrera Chávez y A. Cortazar Martínez, *La Situación Actual del Sector Agropecuario del Valle de Juárez al 2010*, ISBN 978-607-520-026-2 ed., Ciudad Juárez, Chih.: UACJ, 2013.
- [52] I. Ramírez-Lozano, D. Vázquez-Guzmán y A. L. Ramos-Soto, «Subdesarrollo desde “Juárez” hasta “Juárez”: Comparativo Regional del Valle de Juárez en Chihuahua y los Valles Centrales en Oaxaca,» de *Propuestas de Políticas en Regiones y Municipios en Oaxaca*, ISBN: 9786074374612 ed., A. L. Ramos-Soto y B. Méndez-Bahena, Edits., Cd. de México., CLAVE Editorial (AM Editores, RENIE-CyT 2016/17732), 2018, pp. Cap. 4, pp. 101-128.
- [53] I. V. Ramírez-Lozano, D. Vázquez-Guzmán y A. L. Ramos-Soto, «Los Factores de Desarrollo en el Valle de Juárez en las Últimas Dos Décadas y la Contextualización de la Producción Agrícola de Granos Característicos en el Estado de Chihuahua,» de *Desarrollo Sustentable y Entorno Cultural del Área Económico Administrativa 2019*, ISBN: 9786079786175 ed., A. L. Ramos-Soto y R. M. Velázquez Sánchez, Edits., Oaxaca, Oax.: 1450 Ediciones. UABJO, 2020, pp. Cap. 9, pp. 185-220.
- [54] L. E. Pérez Gómez y M. Favela, «Situación de la Salud en Chihuahua y Ciudad Juárez,» de *Chihuahua Hoy: Visiones de su Historia, Economía, Política y Cultura*, V. M. Orozco Orozco, Ed., Ciudad Juárez, Chih.: UACJ, Instituto Chihuahuense de la Cultura, 2005, pp. 450-478.
- [55] S. Méndez Hernández, «Ser Indígena en la Ciudad: Marginación, Explotación y Discriminación de los Indígenas en Ciudad Juárez,» de *Chihuahua Hoy 2008: Visiones de su Historia, Economía, Política y Cultura*, Ciudad Juárez, Chih.: UACJ, Instituto Chihuahuense de la Cultura, UACH, 2008, pp. 247-298.
- [56] A. Rodríguez Tadeo, Ed., *Estudio de los 1000: Salud y Nutrición del Adulto Mayor Chihuahuense*, Ciudad Juárez, Chih.: Subdirección de Publicaciones, UACJ, 2010.
- [57] M. Leiner de la Cabada, *Niñez en Riesgo: El Impacto de la Violencia en Ciudad Juárez*, Ciudad Juárez, Chih.: El Colegio de Chihuahua, 2010.
- [58] D. Vázquez-Guzmán, *Well Being, Health and Cognition Ability of Elderly People in Mexico and England*, A. L. Ramos Soto, Ed., México, D.F.: Competitive Press (Editorial Gasca), 2016.
- [59] P. Collier, *The Bottom Billion, Why the Poorest Countries are Failing and What Can be Done About It*, Oxford: Oxford University Press, 2007.
- [60] INEGI, «Producto Interno Bruto a Precios de Mercado, Estado de Chihuahua, 2003-2021,» Aguascalientes, 2023a.
- [61] INEGI, «Producto Interno Bruto a Precios de Mercado, Estado de Chihuahua, 2003-2021, Sector Primario,» Aguascalientes, 2023b.
- [62] INEGI, «Producto Interno Bruto a Precios de Mercado, Estado de Chihuahua, 2003-2021, Sector Secundario,» 2023c.
- [63] INEGI, «Producto Interno Bruto a Precios de Mercado, Estado de Chihuahua, 2003-2021, Sector Terciario,» Aguascalientes, 2023d.
- [64] J. Chávez Chávez, «Los Apaches y la Frontera Norte de México, Siglo XIX,» de *Visiones Históricas de la Frontera*, Colección Bi-Centenario ed., vol. 1, J. Chávez Chávez, Ed., Ciudad Juárez, Chih.: Subdirección de Publicaciones, 2010, pp. 17-51.
- [65] M. E. Pérez y S. Bass, «Percepciones Sobre el Espacio Público en el Suroriente de Ciudad Juárez: Una Cuestión de Género,» de *Chihuahua Hoy 2010: Visiones de su Historia, Economía, Política y Cultura*, vol. Tomo VIII, V. M. Orozco Orozco, Ed., Ciudad Juárez, Chih.: UACJ, UACH, Instituto Chihuahuense de la Cultura, 2011.
- [66] Holy Bible: New International Version., Grand Rapids, MI.: Zondervan, 1993.
- [67] Biblia La Palabra (Versión Española), Madrid: Sociedad Bíblica de España, 2010.
- [68] M. González de la Vara, *Región, Frontera y Capitales: Inversiones, Política Fronteriza y Cambio Socioeconómico en la Región Binacional de El Paso-Ciudad Juárez, 1846-1911*, México: El Colegio de la Frontera Norte, COLECH, UACH, El Colegio de Michoacán, 2017.

# Anexos

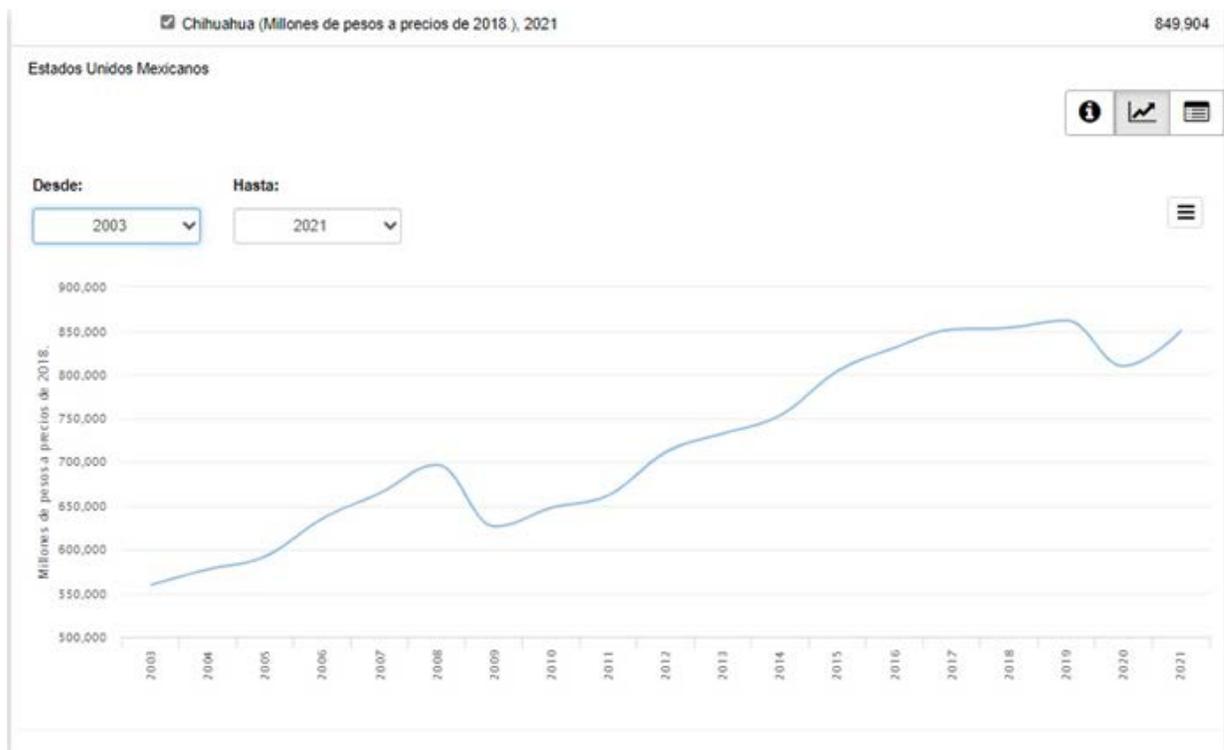


Figure 1 PIB para el Estado de Chihuahua 2003-2021 [60]

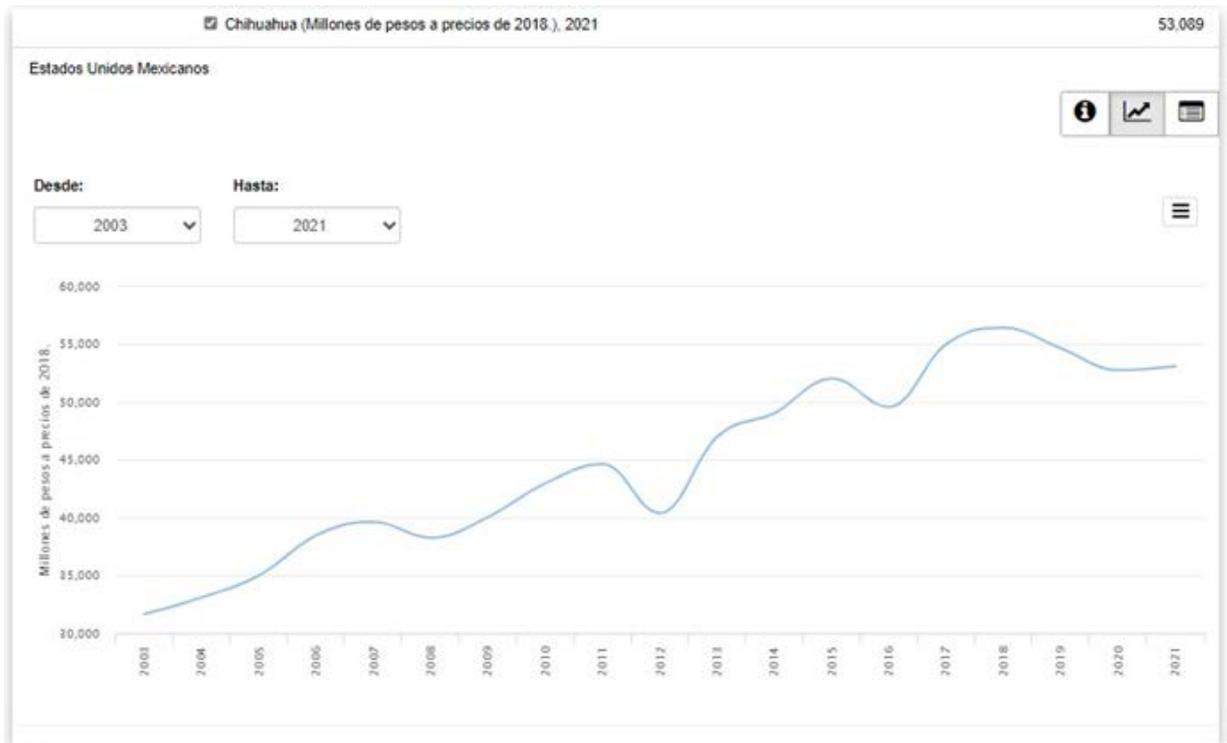


Figure 2 PIB para el Estado de Chihuahua 2003-2021, Sector Primario [61]

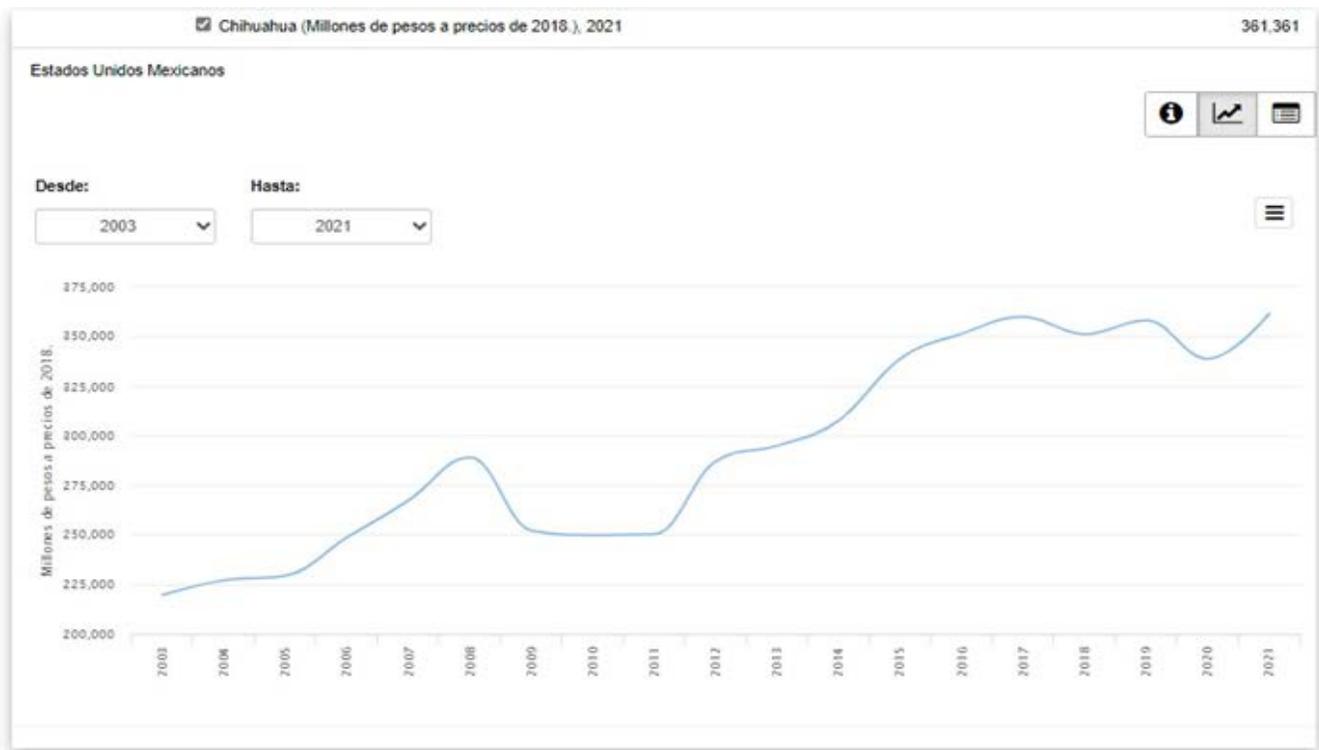


Figure 3 PIB para el Estado de Chihuahua 2003-2021, Sector Secundario [62]

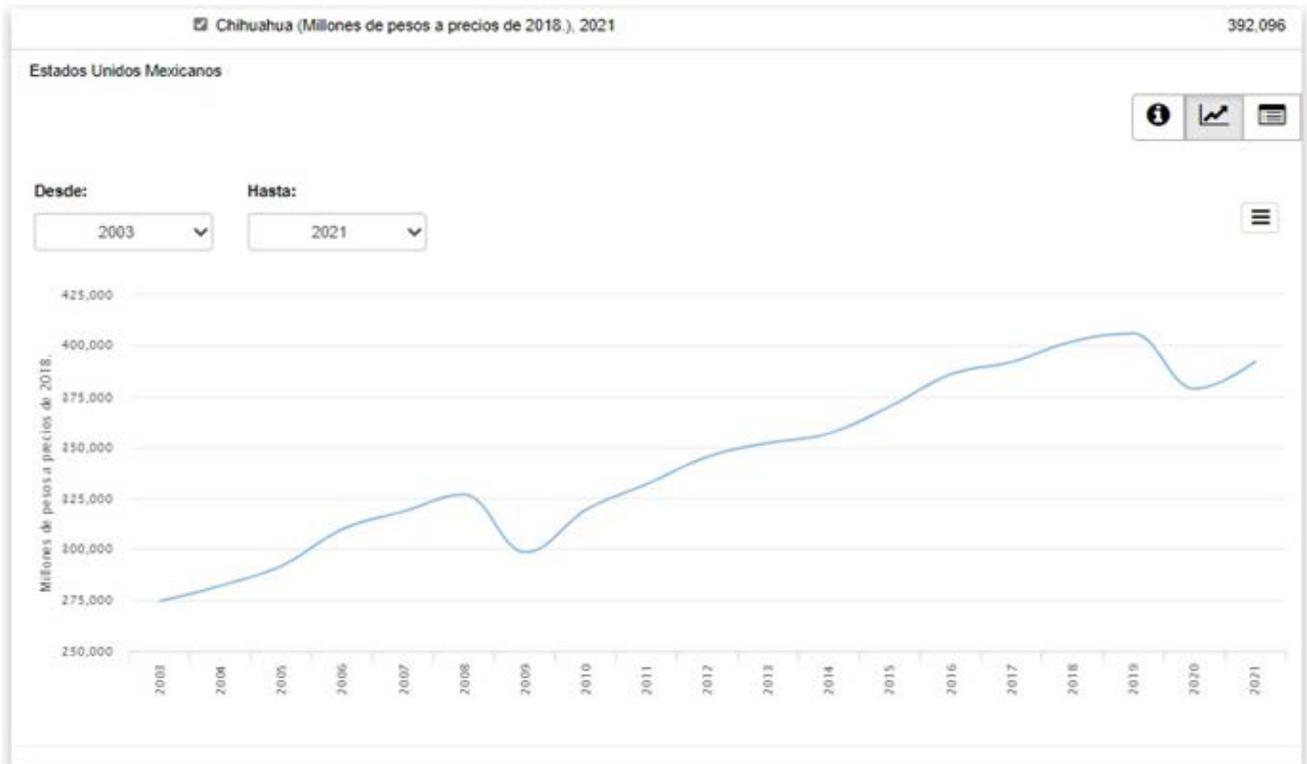
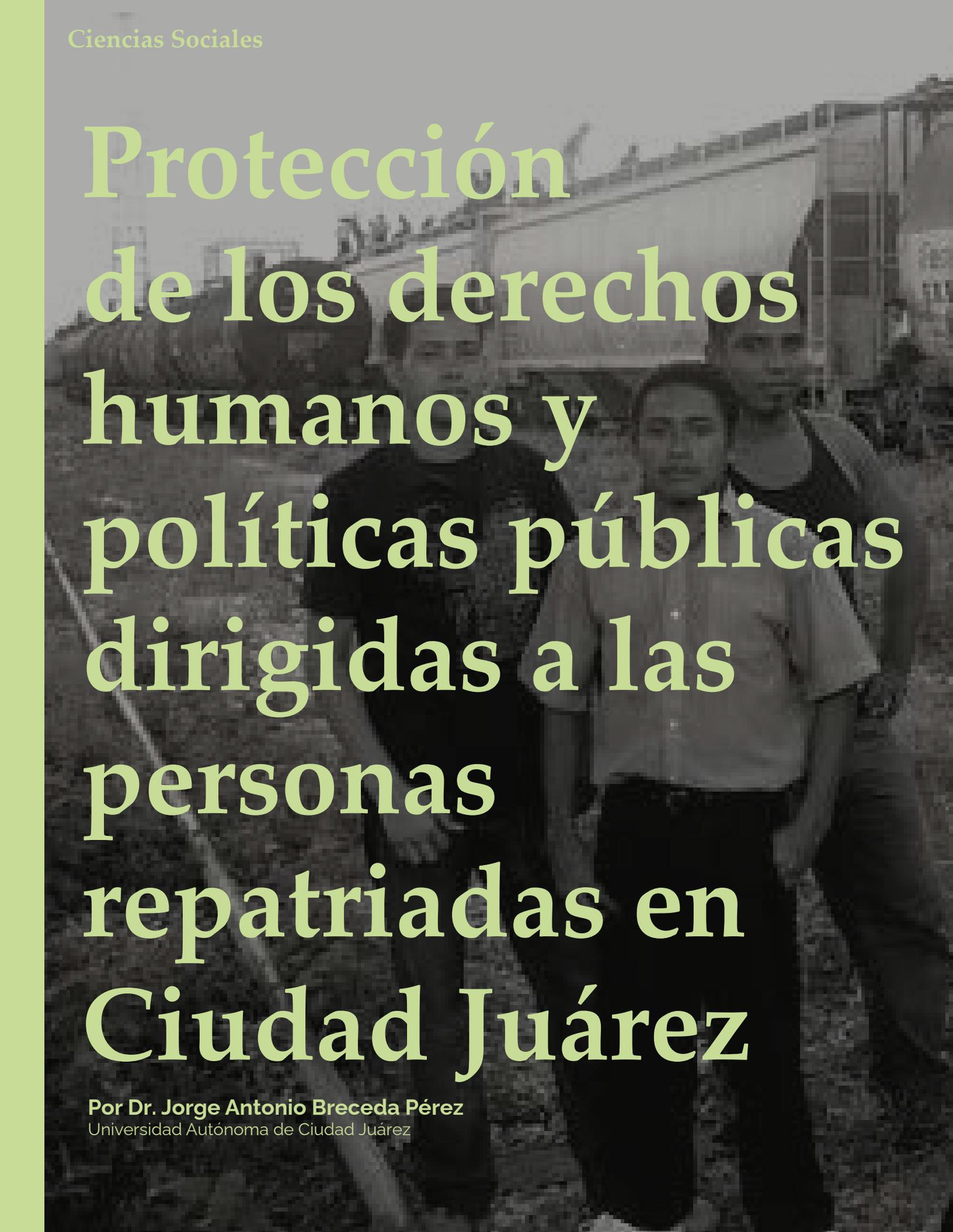


Figure 4 PIB para el Estado de Chihuahua 2003-2021, Sector Terciario [63]



# Protección de los derechos humanos y políticas públicas dirigidas a las personas repatriadas en Ciudad Juárez

Por **Dr. Jorge Antonio Breceda Pérez**  
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez



# Resumen

La repatriación es un fenómeno global que afecta a millones de personas en todo el mundo. Ciudad Juárez se ha convertido en un importante punto de tránsito para muchos repatriados mexicanos. El respeto y la protección de sus derechos humanos en este proceso es vital. Este artículo revisa el contexto en el que ocurre la repatriación en Ciudad Juárez, los desafíos específicos que enfrentan los repatriados y el impacto más amplio de estos eventos en la sociedad mexicana.



## Introducción

Durante el periodo de 2016 a julio de 2023, se registraron en el territorio de la República Mexicana cerca de 1 millón 547 mil 750 procedimientos administrativos y judiciales relacionados con la repatriación. Del total, el estado de Chihuahua reportó 104,058 procesos, de los cuales 76,469 correspondieron a Ciudad Juárez y se realizaron principalmente en los pasos internacionales de Paso del Norte y Zaragoza [1].

En los últimos ocho años, múltiples factores, incluidas las crisis económicas en México y Estados Unidos, las políticas de seguridad del gobierno estadounidense bajo la administración Trump y la crisis de Covid-19, han cambiado la dinámica de la migración. Al mismo tiempo, se endurecieron las políticas migratorias restrictivas y México nego-

ció acuerdos comerciales bilaterales con Estados Unidos, como el T-MEC, y abogó por una repatriación segura y ordenada.

De particular interés es el “Memorando de Entendimiento entre la Secretaría de Gobernación de los Estados Unidos Mexicanos y el Departamento de Seguridad Nacional de los Estados Unidos de América para la Repatriación de Mexicanos”, firmado en 2004 y sujeto a actualización según las necesidades. y cambiar la dinámica de repatriación.

En este contexto, en Ciudad Juárez se impulsaron medidas públicas encaminadas a brindar apoyo y protección a la población repatriada. Estas directrices tienen como objetivo brindar asistencia

inmediata a través de centros especializados, promover relaciones laborales con empresas locales, brindar apoyo psicológico y emocional y trabajar estrechamente con organizaciones no gubernamentales para brindar asesoramiento legal y alojamiento temporal. Además, se lanzaron campañas para combatir el estigma social asociado a la repatriación y se promovió la cooperación con otros estados mexicanos.

A nivel de derechos humanos, a las personas repatriadas se les garantizan derechos básicos como identidad, educación, salud, no discriminación, trabajo, seguridad, acceso a la justicia y unidad familiar. Todos ellos están sustentados no sólo en la legislación nacional, sino también en tratados internacionales ratificados por México, como la Declaración Universal de Derechos Humanos y otros pactos y convenciones. Es importante que estos estándares internacionales se integren adecuadamente en las leyes nacionales para garantizar la protección plena y efectiva de los derechos de las personas retornadas a México.

## Contexto Histórico y Socio-demográfico de la Repatriación en Ciudad Juárez

Ubicada en la frontera norte de México, Ciudad Juárez se presenta al mundo con una singularidad geográfica que la ha convertido en un núcleo de migración durante décadas. Esta ciudad ha sido testigo y protagonista de incesantes flujos migratorios, lo que la convierte en un laboratorio vivo para estudiar los movimientos de personas entre naciones, los desafíos que plantean y las historias humanas que se entrelazan.

La historia de la repatriación en México, y particularmente en Ciudad Juárez, es extensa y compleja. Desde programas bilaterales destinados a regular el flujo de mano de obra hasta deportaciones masivas impulsadas por políticas más restrictivas, Ciudad Juárez fue el principal teatro de estos movimientos.

A lo largo de los años, diversas circunstancias internas y externas han influido en la dinámica

migratoria de esta región. Acuerdos, tratados, crisis económicas y decisiones políticas han dejado su huella en el suelo juarensé y han marcado el perfil de quienes pasan por esta ciudad. Aunque los motivos y circunstancias son diferentes, hay una constante en esta historia: la humanidad de quienes participan en este proceso.

Por un lado, están aquellos que, por necesidad, esperanza o simplemente deseo de mejorar, traspasan los límites en busca de oportunidades. Por otro lado, están quienes regresan a México después de años, décadas o incluso toda una vida en el extranjero, ya sea por elección propia o por fuerzas fuera de su control.

Para comprender mejor este fenómeno, es importante analizar los estudios teóricos que abordan la repatriación desde diferentes perspectivas. Brette-ll y Hollifield [2], por ejemplo, introducen una

dicotomía clave en la repatriación: la naturaleza voluntaria versus involuntaria del retorno.

Para muchos, la decisión de regresar se toma de forma independiente, motivada por el deseo de reunirse con su familia, aprovechar oportunidades económicas o simplemente regresar a sus raíces. Para otros, regresar es una imposición, una decisión de un tercero que cambia drásticamente el rumbo de sus vidas. Dentro de este amplio abanico de experiencias, Cerase [3] y Gmelch [4] han categorizado las diferentes motivaciones y circunstancias que llevan a una persona a regresar.

Algunos migrantes regresan a sus lugares de origen por nostalgia u oportunidades económicas. Otros regresan con la esperanza de beneficiarse de las habilidades y experiencia adquiridas en el extranjero. Independientemente de los motivos, el regreso es solo el comienzo de un nuevo capítulo. En muchos casos, la reintegración es uno de los desafíos más complejos de la repatriación.

En este sentido, Cassarino [5], expone que aquellos migrantes que están mejor preparados para el retorno tienen mayores posibilidades de reintegrarse exitosamente a sus comunidades de origen. Sin embargo, la adaptación cultural, la reintegración al mercado laboral y la reconstrucción de las redes sociales no son tareas fáciles. Black y Gent [6] profundizan en estos desafíos, particularmente en el contexto de la migración forzada, y discuten

la relación inherente entre repatriación y desarrollo. Al hacerlo, señalan que el retorno sostenible es esencial para garantizar que los retornados puedan contribuir al crecimiento de sus comunidades.

Por último, pero no menos importante, es importante resaltar el papel de organizaciones como la Organización Internacional para las Migraciones (OIM), que trabajan incansablemente para garantizar que los retornos se lleven a cabo respetando la dignidad y seguridad de los migrantes. Estos esfuerzos subrayan una comprensión más amplia y humanitaria del proceso de repatriación, reconociendo que no es sólo un acto administrativo o logístico, sino una cuestión profundamente humana [7].

## Políticas Públicas para las Personas Repatriadas en Ciudad Juárez

En los últimos ocho años, la dinámica migratoria ha experimentado cambios significativos. Estos cambios se deben, entre otras cosas, a los efectos de la crisis económica en México y Estados Unidos, el fortalecimiento de los protocolos de seguridad por parte del gobierno de Donald Trump en Estados Unidos y la crisis del COVID-19.

Al mismo tiempo, se endurecieron las políticas migratorias restrictivas y México consolidó acuerdos comerciales bilaterales con su vecino

del norte, como el T-MEC, así como acuerdos para una repatriación segura y ordenada.

El acuerdo más reconocido y citado es el “Memorando de Entendimiento entre la Secretaría de Gobernación de los Estados Unidos Mexicanos y el Departamento de Seguridad Nacional de los Estados Unidos para la Repatriación de Mexicanos”, firmado en 2004. Desde entonces, este Memorando de Entendimiento ha sido revisado y actualizado varias veces para reflejar la dinámica cambiante y los requisitos de repatriación.

En este contexto, los Centros de Atención a Retornados (CARE) resultan ser bastiones de esperanza para los repatriados. En estos centros, las experiencias de encarcelamiento en Estados Unidos cumplen con la expectativa de renacimiento en México. Estas personas, muchas de las cuales llegan con lo estrictamente necesario, encuentran en CARE un espacio inicial para la recuperación.

Se les ofrece comida, ropa, atención médica y consejos importantes sobre cómo afrontar su nueva realidad. Sin embargo, CARE enfrenta sus propios desafíos. Dada la imprevisibilidad de los flujos migratorios, la capacidad, la escala y la continuidad de la atención representan desafíos continuos.

Más allá del apoyo inmediato, la reintegración al tejido socioeconómico local es esencial. El gobierno local ha reconocido esta necesidad y ha promovido programas de trabajo para los retornados. Pero la adaptación no es fácil. Los retornados a menudo enfrentan el estigma, la adaptación a nuevos roles y el desafío de equilibrar las habilidades y la educación adquiridas en el extranjero. Las cicatrices emocionales de la regresión son profundas.

Las experiencias traumáticas de la detención y la deportación dejan consecuencias psicológicas. En este contexto, la ciudad ha implementado programas de apoyo psicosocial junto con ONG, pero enfrenta desafíos en términos de cobertura y especialización.

En el sector educativo se han realizado esfuerzos para garantizar que los retornados, especialmente los jóvenes, continúen sus estudios en México. Sin embargo, persisten obstáculos, como la homologación de carreras y la adaptación a un nuevo sistema educativo. Aunque Ciudad Juárez ha actuado de manera proactiva, la comparación con otras ciudades fronterizas muestra que cada una adopta un enfoque único.

Lo que diferencia a Juárez es su énfasis en la reintegración social y económica. Esta perspectiva integral entiende que la repatriación es más que solo logística, ya que es una transición humanitaria que requiere apoyos diversos. Los albergues y las ONG son muy importantes en este escenario.

Aunque a menudo operan con recursos limitados, son el primer punto de contacto que brinda apoyo a muchos repatriados, brindando asistencia legal, apoyo psicológico y, en muchos casos, una comunidad receptiva. Si bien estas organizaciones han realizado un trabajo duro e invaluable, la alineación con la política gubernamental puede ser irregular. Una colaboración más estrecha con los gobiernos locales aumentará el impacto positivo en las vidas de los retornados.

# Desafíos y Consecuencias en la Protección de los Derechos Humanos

La repatriación de migrantes, particularmente desde la frontera entre Estados Unidos y México, presenta importantes desafíos, consecuencias y cuestiones clave de derechos humanos. Cualquiera que cruce la frontera en busca de un futuro mejor debe enfrentarse a situaciones traumatizantes en caso de ser deportado.

En este contexto, la protección de los derechos humanos no es sólo un ideal, sino también una obligación moral y jurídica. Estas migraciones cuentan historias de personas en busca de un sueño, ya sea huyendo de la violencia, la pobreza o la persecución. Sin embargo, este sueño suele verse interrumpido. Las deportaciones afectan a personas que han establecido vínculos en su país de adopción y, por tanto, están separadas de sus familias y comunidades. Cuando regresan a México, estos retornados enfrentan grandes desafíos.

Es posible mencionar que muchas personas se sienten extraños en su propio país y experimentan una estigmatización relacionada con su pasado migratorio. Esta discriminación, así como la falta de oportunidades y redes de apoyo, aumenta su vulnerabilidad.

El desafío va más allá de la reintegración social y económica y se centra en garantizar derechos humanos básicos como la dignidad, la no discriminación, el acceso a los servicios y la reunificación familiar. Estos derechos, consagrados en tratados

internacionales, brindan orientación para comprender y superar las dificultades de los repatriados. Sin embargo, está claro que la protección de estos derechos durante la repatriación y la reintegración suele ser insuficiente.

Las separaciones familiares, las detenciones arbitrarias y la falta de servicios básicos indican violaciones de estos derechos. México debe tomar medidas proactivas para proteger los derechos de sus ciudadanos repatriados centrandose en las historias individuales detrás de cada caso.

La colaboración con organizaciones no gubernamentales y organizaciones de la sociedad civil es fundamental. Estas instituciones, con su compromiso con los derechos humanos, pueden desempeñar un papel vital en el proceso de reintegración de los retornados ofreciendo servicios, asesoramiento y apoyo.

La repatriación es más que sólo políticas y procedimientos; Esta es una cuestión de humanidad y dignidad. La protección de los derechos humanos en este contexto es esencial para una repatriación justa. Ciudad Juárez, Chihuahua, ubicada en la frontera, está en el centro de estas dinámicas relacionadas con temas de derechos humanos.

Es importante recordar que los derechos humanos se basan en el hecho de que todas las personas merecen igualdad, dignidad y respeto. Quienes

regresan a Ciudad Juárez pueden encontrar estos derechos amenazados de diversas maneras, incluida la discriminación, la dificultad para acceder al trabajo, la separación familiar y las barreras educativas.

Además, pueden enfrentar problemas de salud mental, exacerbados por la falta de servicios adecuados. Ciudad Juárez, con su contexto histórico y sociopolítico, es escenario de muchas otras violaciones de derechos humanos. A pesar de los

desafíos, la comunidad de Juárez se destaca por su resiliencia y solidaridad.

Organizaciones y grupos civiles se han convertido en defensores de los derechos humanos en la región. Es esencial que el gobierno, en todos los niveles, apoye estos esfuerzos, diseñando políticas que se centren en los derechos humanos y prioricen el bienestar de los retornados y de todos los residentes juarenses.

## Conclusión

La situación de repatriación en Ciudad Juárez, uno de los principales puntos de retorno de los migrantes mexicanos, muestra profundas preocupaciones sobre la protección y promoción de los derechos humanos.

Esta es una prueba irrefutable de que el fenómeno de la migración no puede entenderse únicamente desde un punto de vista económico, político o demográfico, sino fundamentalmente desde el punto de vista de los derechos humanos.

Quienes regresan, voluntaria o involuntariamente, traen consigo historias de esfuerzo, aspiraciones y en muchos casos traumas relacionados con su experiencia migratoria.

Estas historias son un llamado a reflexionar sobre cómo se tratan los derechos fundamentales de estas personas. En primer lugar, la dignidad intrínseca de cada ser humano no debería verse comprometida por su estatus migratorio.

El derecho a ser tratado con respeto significa que

los repatriados no deben ser sometidos a un trato degradante o discriminatorio.

Sin embargo, está claro que muchos de ellos enfrentan discriminación y prejuicios cuando regresan a su tierra natal. Esta discriminación puede crear obstáculos que les impidan acceder a oportunidades laborales, educativas y sociales, violando así sus derechos.

Además, la reintegración de estas personas a la sociedad mexicana no debe entenderse simplemente como una cuestión de proporcionarles un lugar físico para vivir. Se trata de garantizar el acceso a servicios de salud, oportunidades de empleo estable, educación y sobre todo una aceptación social que les permita recuperar la confianza en sí mismos y en las comunidades a las que regresan.

La separación familiar que experimentan muchos repatriados es una cuestión de profunda preocupación desde la perspectiva de los derechos huma-

nos. El derecho a la familia es uno de los pilares fundamentales de cualquier sociedad y cuando rompemos estos vínculos violamos los derechos fundamentales de niños, adolescentes y adultos.

Cuando se trata de educación, es fundamental reconocer y validar las experiencias y conocimientos que los repatriados han adquirido en el extranjero. No hacerlo constituye una violación de su derecho a la educación y al reconocimiento de sus capacidades y destrezas.

Es evidente que, en el contexto de la repatriación, la salud mental se convierte en un área que merece especial atención.

El trauma, la pérdida de raíces, los sentimientos de pérdida y la incertidumbre sobre el futuro pueden provocar condiciones como depresión, ansiedad o estrés postraumático.

No abordar estas cuestiones significa privar a los retornados de su derecho a la atención sanitaria.

Es importante enfatizar la necesidad de un enfoque múltiple para proteger los derechos humanos. No todos los retornados lo viven de la misma manera. Las mujeres, los niños, los ancianos o las personas de comunidades indígenas o LGBTQ+ pueden enfrentar desafíos específicos y adicionales. El papel de la sociedad civil y las ONG es muy importante en este contexto.

Estas entidades pueden ser las voces de quienes a veces se sienten silenciados. También pueden

brindar apoyo, asesoramiento y acompañamiento durante el proceso de reintegración, garantizando que los derechos humanos sean siempre la base de cualquier intervención.

En definitiva, es fundamental que la sociedad en su conjunto comprenda que el respeto de los derechos humanos no es una cuestión negociable ni un lujo. Es una obligación y un compromiso ineludible. La repatriación a Ciudad Juárez muestra claramente que aún queda mucho trabajo por hacer en este ámbito.

Sin embargo, al reconocer y abordar estas vulnerabilidades desde una perspectiva de derechos humanos, hay esperanza de construir un futuro más justo y digno para todos. La situación de los retornados que transitan por Ciudad Juárez resalta la urgente necesidad de proteger y promover los derechos humanos en la frontera.

Estas personas, a menudo en situaciones de extrema vulnerabilidad, necesitan un apoyo integral no sólo para abordar sus necesidades inmediatas sino también para su reintegración a largo plazo a la sociedad mexicana. Las historias y experiencias de los repatriados son un poderoso recordatorio de la importancia de abordar las cuestiones migratorias con empatía, comprensión y respeto por la dignidad humana.

*Referencias Bibliográficas:*

- [1] Gobierno de México, "Boletín anual," 16 septiembre 2023. [Online]. Available: [https://portales.segob.gob.mx/es/PoliticaMigratoria/Boletin\\_MyH](https://portales.segob.gob.mx/es/PoliticaMigratoria/Boletin_MyH). [Accessed septiembre 2023].
- [2] C. B. Brettell and J. F. Hollifield, 4th Edition. *Migration Theory: Talking Across Disciplines*, New York: Routledge, 2023, p. 341.
- [3] F. Cerase, "Expectations and Reality: A Case Study of Return Migration from the United States to Southern Italy," *The International Migration Review*, vol. VIII, no. 2, pp. 245-262, 1974.
- [4] G. Gmelch, "Return Migration," *Annual Review of Anthropology*, pp. 135-159, 1980.
- [5] J.-P. Cassarino, "Theorising Return Migration: The Conceptual Approach to Return Migrants Revisited (2004)," *International Journal on Multicultural Societies*, vol. VI, no. 2, pp. 253-279, 2010.
- [6] R. Black and S. Gent, "Sustainable return in post-conflict contexts," *International Migration*, vol. XLIV, no. 3, pp. 15-38, 2006.
- [7] R. King, "Return migration: Journey of hope or despair?," in *Generalizations from the history of return migration.*, United Nations and the IOM, 2000, pp. 7-55.
- [8] F. Bovenkerk, *The Sociology of Return Migration: A Bibliographic Essay*, New York: Springer, 1974.
- [9] H. Arendt, *Los orígenes del totalitarismo*, G. Solana Díez, Ed., México: Alianza editorial, 2006, p. 696.
- [10] T. M. Golash-Boza, *Deported: Immigrant Policing, Disposable Labor, and Global Capitalism*, New York: NYU Press, 2015.
- [11] J. Bhabha, *Child Migration and Human Rights in a Global Age*, Princeton university Press, 2014, p. 392.
- [12] J. A. Breceda Pérez, *Políticas públicas hacia la repatriación en Ciudad Juárez, un análisis sistémico*, Juárez: Borderland Studies Publishing House, 2014.

# El impacto de El Chamizal en la sociedad juarenense

Por Mtro. Erasto López López  
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Chamizal:  
Symbol of Disagreement/Monument

Chamizal:  
Símbolo de Discordia/Monumen

Chamizal is a small area—about 600 acres—  
located in Mexico by the shifting channels of the  
Rio Grande in the 1850s and 1860s. Both nations  
claimed ownership, and bitter disputes continued for  
decades. In 1963, a peaceful and  
equitable settlement made diplomatic history.

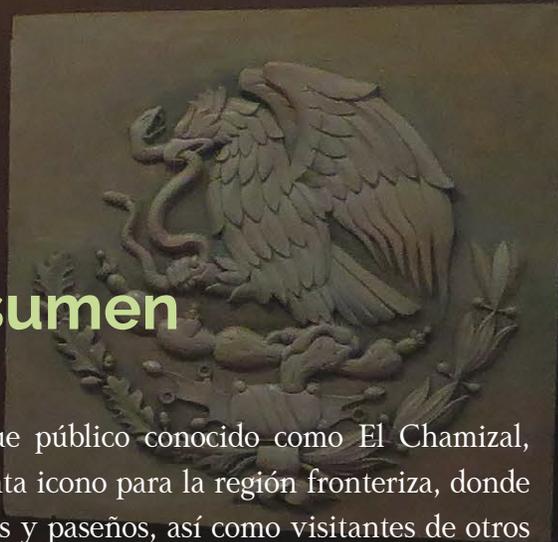
El chamizal es  
un área pequeña—  
separada por  
frecuentes des  
décadas de 18  
reclamaban tit  
amargas discu  
un apacible y  
importancia hi

ment to Cooperation

to a Cooperación

ra una pequeña área—como de 600  
da de México por los cauces de  
plazamientos del Río Grande en las  
50 y 1860. Los dos países  
ulo de propiedad, prolongándose  
tas por más de un siglo. En 1963,  
justo convenio adquirió  
stórica diplomática.

## Resumen



El parque público conocido como El Chamizal, representa icono para la región fronteriza, donde juarenses y paseños, así como visitantes de otros lares, se disponen a disfrutar de uno de los pocos puntos verdes de la localidad. Durante décadas, este espacio público ha sido el cuadrilátero para la disputa en la construcción de un Centro de Exposiciones y Convenciones. Sin embargo, asociaciones de la sociedad civil, así como instituciones del gobierno federal y municipal, han puesto resistencia a la idea de los empresarios. Aunque pareciera que El Chamizal es de todos los juarenses, en muchas ocasiones diferentes eventos generan las condiciones para aparentar como si fuera algo privado, ocasionando, por parte de los asistentes, maltrato, descuido y contaminación. ¿Cuáles son las implicaciones sociales que conllevaría la privatización de El Chamizal?



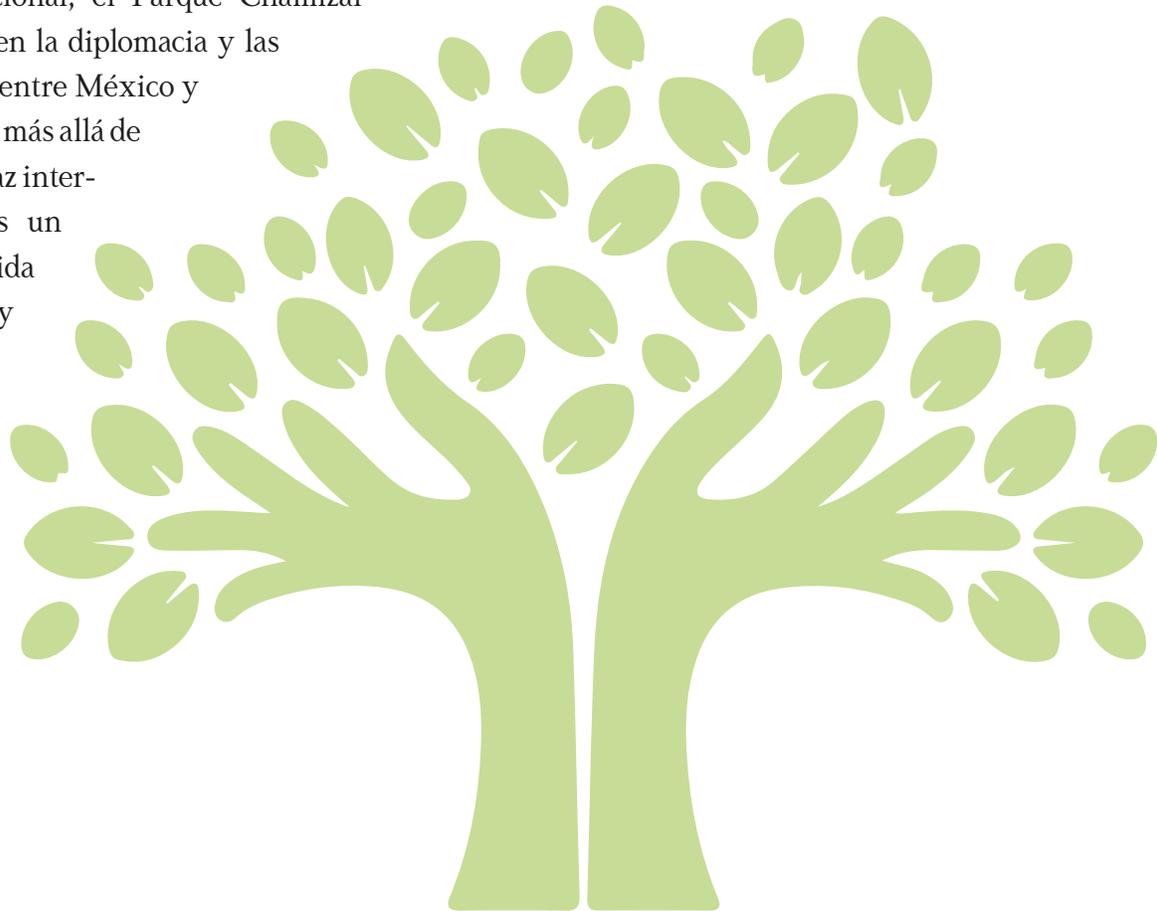
## Introducción

Es evidente que El Chamizal es un espacio que representa mucho más que una simple extensión de área verde en el corazón de Ciudad Juárez. Con una superficie que se extiende por más de 40 hectáreas, este parque no es solo un pulmón en medio de un paisaje urbano en constante desarrollo, sino también un símbolo de paz y cooperación internacional. El Chamizal, cuyo nombre ha llegado a ser sinónimo de cultura, historia y comunidad, se erige como un testamento al espíritu resiliente y al complejo entramado social de Ciudad Juárez.

Nacido como resultado de una solución diplomática entre México y Estados Unidos para resolver un largo litigio internacional, el Parque Chamizal simboliza un triunfo en la diplomacia y las relaciones bilaterales entre México y Estados Unidos. Pero, más allá de ser un referente a la paz internacional, también es un escenario donde la vida de los juarenses y visitantes de todas las edades transcurre día con día: niños que corretean por sus áreas de juego, jóvenes practicando

deportes, familias celebrando ocasiones especiales, artistas y músicos que hallan en sus espacios abiertos un foro para expresar su arte.

Este artículo explorará la importancia del Parque Chamizal, abordando no solo su relevancia histórica y política, sino también su rol como núcleo cultural y social que contribuye a definir la identidad de Ciudad Juárez. A través de una lente analítica, examinaremos cómo este espacio público se ha convertido en una pieza esencial en el rompecabezas que compone el alma de esta vibrante ciudad fronteriza.



## Contexto histórico de El Chamizal

Ampliamente conocido como el "pulmón verde" de Ciudad Juárez, el Parque Nacional El Chamizal tiene un valor emblemático no solo para la ciudad sino también para el Estado en su conjunto. Los fundamentos históricos de este espacio verde se remontan a 1848 con la firma de los Tratados de Guadalupe-Hidalgo entre México y Estados Unidos. Estos acuerdos establecían fronteras bien definidas, utilizando el Río Bravo como una barrera natural que demarcaba los límites entre Texas, en el lado estadounidense, y los estados mexicanos de Chihuahua, Coahuila, Nuevo León y Tamaulipas.

Sin embargo, la naturaleza tenía otros planes. En 1864, un evento catastrófico en forma de una inundación masiva alteró el curso del Río Bravo. Este cambio hidrológico movió el cauce del río varios metros hacia el sur, dando origen a lo que hoy se conoce como los "Hoyos de El Chamizal." Este fenómeno natural no solo modificó la geografía, sino que también reconfiguró los límites políticos y sociales de la región.

Originalmente, los terrenos que ahora forman parte de El Chamizal pertenecían a un hombre llamado Pedro García. Este presentó una solicitud al gobierno de Estados Unidos para reclamar su propiedad, pero su petición fue desestimada. Poco después, ciudadanos estadounidenses empezaron a ocupar los terrenos de García. Una segunda inundación en 1897 exacerbó la situación al mover la "Isla de Córdova" hacia el lado estadounidense. Esta circunstancia captó la atención del gobierno mexicano, que instó a Estados Unidos a devolver tanto la Isla de Córdova como los terrenos de El

Chamizal.

La disputa llegó a un árbitro canadiense, Eugene Lafleur, quien en 1911 falló a favor de México. Sin embargo, Estados Unidos no acató el fallo. En ese momento, México estaba sumido en su guerra de revolución, por lo que no se insistió más en el asunto territorial en disputa. No fue sino hasta el 29 de agosto de 1963 que los presidentes Adolfo López Mateos y John F. Kennedy retomaron las conversaciones sobre El Chamizal.

Tras varios meses de análisis y negociación, se acordó devolver a México las 177 hectáreas perdidas, sin embargo, el proceso no sería fácil. Había que reubicar a los residentes que habían ocupado el área ilegalmente. Para mitigar el impacto, se acordó compensar económicamente a los casi 5,000 afectados mediante un fondo financiado por ambos gobiernos. Adicionalmente, como parte del acuerdo, se construyó un canal de desagüe, conocido hoy como "Canal Franklin", para evitar futuras disputas fronterizas causadas por cambios naturales en el curso del río.

El acuerdo final dividió el área de la Isla de Córdova en partes iguales: 78 hectáreas para cada país. Además, Estados Unidos accedió a ceder a México 107 hectáreas adicionales como forma de compensación. Este arreglo representó un complejo, pero exitoso ejercicio de diplomacia y colaboración bilateral.

En septiembre de 1964, se llevó a cabo un acto simbólico en el que el presidente de Estados Unidos, Lyndon B. Johnson, devolvió formalmente El Chamizal a México. El presidente mexicano de aquel entonces, Adolfo López Mateos, fue quien

recibió el terreno en representación de su país. Fue en octubre de 1967 cuando la transferencia física de las áreas acordadas se materializó, marcando el fin de un litigio internacional que se había prolongado durante más de un siglo.

Este hecho histórico tiene la distinción de ser la única instancia en que Estados Unidos ha devuelto territorio a otra nación de manera pacífica. El evento no solo cerró un capítulo en las relaciones

bilaterales entre México y Estados Unidos, sino que también sirvió como un modelo ejemplar de resolución de conflictos territoriales a nivel internacional. Destaca la habilidad diplomática de ambas naciones para resolver una cuestión tan delicada y largamente postergada mediante el diálogo y el consenso, en lugar de recurrir a medios más conflictivos [1].

## El impacto positivo de las áreas verdes

La vida urbana moderna que se vive en Ciudad Juárez está saturada de horarios, tráfico y, a menudo, una mala calidad del aire. En este entorno frenético, los espacios públicos abiertos como plazas, jardines y sobre todo el Parque El Chamizal adquieren una importancia cada vez mayor. Lejos de ser un lujo o una simple característica estética de la ciudad, El Chamizal ofrece beneficios sociales tangibles que contribuyen a mejorar la calidad de vida de sus habitantes. Por ello, es importante hacer hincapié en el papel esencial que desempeñan los espacios verdes, como El Chamizal, en la mejora del bienestar social, la salud y la cohesión comunitaria, como se puntualiza a continuación:

- Vivir en una ciudad con una alta densidad poblacional y un ritmo de vida acelerado puede generar niveles significativos de estrés. Los espacios públicos ofrecen un refugio donde las personas pueden desconectarse del caos urbano. Estudios científicos han demostrado que el contacto con la naturaleza,

incluso de forma breve, puede reducir los niveles de cortisol, la hormona del estrés. De esta forma, los parques se convierten en centros de bienestar mental accesibles para todos, independientemente de su estatus socioeconómico [2].

- Los espacios abiertos permiten el desarrollo de actividades físicas que van desde caminar y correr hasta deportes en equipo. Estas actividades son fundamentales para combatir problemas de salud pública como la obesidad, la diabetes y las enfermedades cardiovasculares. En ciudades donde el espacio privado puede ser limitado, los parques ofrecen la oportunidad única de realizar ejercicio al aire libre, lo cual también mejora la calidad del aire al reducir la necesidad de gimnasios climatizados y otros espacios cerrados [3].

- Los parques y plazas son más que solo áreas verdes; son espacios democráticos donde la comunidad puede reunirse. Fomentan la interacción

social entre grupos demográficos diversos y ofrecen un espacio para actividades comunitarias como festivales, mercados y encuentros deportivos. Esta función social de los espacios públicos es vital para combatir la alienación y la fragmentación que suelen caracterizar a las grandes metrópolis [4].

- La presencia de espacios verdes en zonas altamente urbanizadas también tiene un valor educativo. Sirven como una ventana a la biodiversidad y un recordatorio de la importancia de la sostenibilidad. La interacción con estos espacios puede fomentar una mayor conciencia ecológica, especialmente entre los más jóvenes, lo que a largo plazo puede resultar en comunidades más comprometidas con la protección del medio ambiente [5].
- En ciudades donde la calidad del aire es un problema serio debido a la concentración de vehículos y fábricas, los espacios públicos verdes actúan como "pulmones urbanos". Los árboles y plantas absorben dióxido de carbono y emiten

oxígeno, contribuyendo así a purificar el aire. Además, la vegetación puede actuar como una barrera natural contra el ruido, otro contaminante ambiental presente en las ciudades. [6]

Dado lo anterior, podemos decir que, en el agitado contexto urbano de Ciudad Juárez, espacios como El Chamizal son mucho más que simples zonas de recreo; representan una infraestructura social y ambiental esencial que contribuye significativamente al bienestar de la comunidad. Estos espacios funcionan como oasis de salud mental en un mar de estrés, facilitan la actividad física para combatir enfermedades crónicas, fomentan la cohesión social y la inclusión democrática, elevan la conciencia ecológica y actúan como pulmones urbanos que mejoran la calidad del aire. Por lo tanto, la preservación y expansión de espacios públicos verdes deben ser una prioridad para cualquier agenda pública y también privada de desarrollo urbano sostenible.

## La privatización de El Chamizal

Como ya se afirmó, los parques públicos han sido desde siempre una institución vital para las comunidades a las que sirven. Funcionan como espacios de recreación, ejercicio y socialización, además de ser refugios para la biodiversidad y fuentes de servicios ecosistémicos. En una Ciudad Juárez cada vez más urbanizada y comercializada, El Chamizal está siendo amenazado por intereses privados que buscan aprovecharse de su valor inmobiliario para fines comerciales o industriales. Aunque estas actividades podrían generar ganancias económicas inmediatas, los costos a largo plazo para la sociedad, el medio ambiente y las generaciones futuras son incalculables.



De acuerdo con algunas investigaciones periodísticas varias gestiones del gobierno municipal de Ciudad Juárez han transferido más del 30% del espacio original del parque El Chamizal a terceros, bajo acuerdos conocidos como comodatos. Esto se hizo sin establecer un organismo supervisor, una omisión que contradice el decreto federal que rige dicho parque, considerado un patrimonio nacional de México. Grupos cívicos y legales afirman que estas transferencias se realizaron de manera no conforme a la ley y en desacuerdo con el gobierno federal. (Villegas, 2022) Es decir, estas transferencias han sucedido sin la debida supervisión de un órgano compuesto por representantes de diferentes niveles de gobierno y sectores de la comunidad, tal como lo estipula la normativa para la administración y cuidado del espacio.

La última gran disputa que se tuvo por los terrenos de El Chamizal fue en marzo de 2022, cuando alrededor de 100 empresarios juarenses y paseños, dentro de los que destacaron Alejandra De La Vega, Carlos Murguía Chávez, Miguel Zaragoza Fuentes y Pablo Cuarón, mencionaron su intención en construir un Centro de Exposiciones y Convenciones en los terrenos conocidos como “Hoyos de El Chamizal”, concretamente en el Corredor Bertha Chiu, Sin embargo, tanto el Municipio de Juárez y la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT), suspendieron las actividades de remoción de escombros y aplanamiento de terreno, hasta no realizar una valoración ecológica del proyecto. Al final, la SEMARNAT determinó que los “Hoyos de El Chamizal” son llanuras de inundación y que están sujetas a inundaciones provocadas por las lluvias y posibles desbordamientos del Río Bravo, por lo tanto, es importante mantenerlos tal y como están a fin de preservar la seguridad ambiental.

Pese a que las actividades para la construcción de un Centro de Convenciones en el área de El Chamizal están pausadas, es dable mencionar el impacto poblacional, las consecuencias ambientales y las repercusiones para futuras generaciones, el que se privatizara un espacio verde tan importante como El Chamizal.

La privatización de El Chamizal afectaría a la población juarensa, ya que los parques públicos son espacios democráticos por excelencia, accesibles a todos sin importar su condición socioeconómica. Convertir estos espacios en zonas comerciales o industriales excluiría a algunos grupos de la sociedad, especialmente a aquellos que no pueden pagar por acceder a instalaciones privadas. Este fenómeno agravaría aún más las desigualdades sociales existentes en nuestra región. Aunado a lo anterior, El Chamizal ofrece un respiro necesario de la vida urbana, un lugar donde las personas pueden disfrutar del aire libre, realizar actividad física y experimentar un sentido de comunidad. La privatización restringiría severamente estos beneficios, lo que podría tener consecuencias negativas para la salud física y mental de la población, como ya se estableció anteriormente.

El impacto ambiental de privatizar El Chamizal es igualmente preocupante. Los parques funcionan como pulmones urbanos que capturan dióxido de carbono, producen oxígeno y sirven como sistemas de control de inundaciones. Al ser degradados en áreas comerciales, estos beneficios se perderían. Además, la demolición de áreas verdes y la construcción en su lugar contribuirían al calentamiento ambiental de la región y a la pérdida de biodiversidad, dos de las crisis ambientales más urgentes en estos tiempos.

Debemos considerar las implicaciones a largo plazo para las generaciones futuras. Los espacios públicos El Chamizal representan un legado que dejamos para los que vendrán después de nosotros. Lugares como este son fundamentales, no solo como áreas de juego para nuestros infantes, sino como educadores ambientales. Cuando un niño interactúa con la naturaleza en un parque, aprende a valorar y a cuidar el mundo natural, un valor incalculable para el futuro del planeta [7].

## A manera de conclusión

Antes de finalizar, creo que es importante hacer alusión a la responsabilidad que tienen los juarenses hacia su espacio verde. Si bien parece que, por el momento el parque El Chamizal está a salvo de la construcción de una infraestructura como un Centro de Convenciones, este no está libre del maltrato que recibe cotidianamente por parte de la población, el abandono y descuido por parte de los juarenses han convertido este tesoro local en una sombra de lo que una vez fue.

El cuidado y mantenimiento de El Chamizal no debe ser una tarea que, asumida únicamente por las autoridades municipales, por lo tanto, la

responsabilidad de los juarenses en este ámbito no solo es deseable, sino esencial para la preservación y mejora de este espacio público que ofrecen innumerables beneficios a la ciudad. Posiblemente sea a través de la vigilancia, el mantenimiento, la educación y el activismo, que los juarenses pueden jugar un rol decisivo en la construcción de un ambiente más saludable, seguro y habitable. En este sentido, es sabido que cuando una comunidad colabora en el mantenimiento de sus espacios públicos son más propensos a involucrarse en otras actividades comunitarias o políticas, reforzando así la cohesión social y la democracia participativa.

---

### Referencias Bibliográficas:

- [1] López, E. L. (2022, abril, 01). El Chamizal ha muerto [online] disponible: <https://diario.mx/opinion/el-chamizal-ha-muerto-20220331-1914920.html>
- [2] Soto, J. M., López-Lena, M. M., & Chiapas, J. M. (2016). "EFECTOS PSICOAMBIENTALES DE LAS ÁREAS", Revista Interamericana de Psicología/Interamerican Journal of Psychology (IJP), vol. 50, núm. 2, pp. 204-2014, 2016.
- [3] Puig, N.). Espacio Público y Deporte: de la reflexión a la intervención. Algunas propuestas. Apuntes. Educación física y deportes, pp.114-120, 2008.
- [4] Segovia, O., & Jordán, R. Espacios públicos urbanos, pobreza y construcción social. Santiago de Chile: Publicación de las Naciones Unidas, no. 122, pp1-52, diciembre, 2005.
- [5] Cuéllar, A. d., Burguete, J. L., & Ruiz-Montoya, L. Educar con ética y valores ambientales para conservar la naturaleza. Convergencia. Revista de Ciencias Sociales, vol. 16, núm. 50, m, pp. 353-382, mayo-agosto, 2009.
- [6] Villegas, A. Ayuntamiento de Juárez cedió 32% de El Chamizal, sin cumplir con decretos legales. Circuito Frontera, 03 marzo, 2022.
- [7] Ziccardi, A. (2012). Espacio público y participación ciudadana. El caso del Programa Comunitario de Mejoramiento Barrial de la Ciudad de México. Gestión y Política Pública, pp187-226, 2012.

# La cultura de la ética, un compromiso de toda la vida

**Por Dra. Nelly Gordillo Castillo**

Profesora Investigadora, Instituto de Ingeniería y Tecnología, UACJ



## ¿Qué es la ética?

Esta pregunta, en apariencia sencilla, ha desconcertado a filósofos, científicos y personas de todas las edades y orígenes a lo largo de la historia. Desde la curiosidad de un niño hasta la sabiduría acumulada de un anciano, las respuestas a esta cuestión fundamental varían de manera sorprendente. Al plantear esta pregunta a una niña de 9 años respondió con la inocencia propia de su edad, afirmando que la ética es "ser buena con los demás". Esta joven pensadora ilustró su comprensión sencilla con un ejemplo claro: compartir sus juguetes o alimentos con un amigo durante el recreo, una lección de ética que comienza temprano en la vida, a menudo inculcada por los padres y maestros. Un adolescente de 15 años, en medio de su búsqueda de identidad y valores, ofreció una respuesta más reflexiva, mencionando que la ética involucra "tomar decisiones correctas y justas" y ejemplificó su perspectiva con un dilema ético común en la escuela: *¿debería copiar en un examen para obtener una buena calificación o estudiar honestamente?* Esta etapa de la vida marca el inicio de la reflexión sobre las implicaciones éticas de nuestras acciones. Un adulto de 30 años, inmerso en el mundo laboral, definió la ética como "seguir reglas y valores en el trabajo y en la vida diaria". Compartió una experiencia personal en la que tuvo que decidir si denunciar un comportamiento deshonesto en su empresa o mantenerse callado para evitar conflictos, demostrando cómo la ética es esencial en el entorno profesional y cómo la educación formal y el entrenamiento profesional contribuyen a su comprensión ética. Un individuo de 70 años, con la sabiduría acumulada a lo largo de su vida, contempla la ética como "una guía para vivir una vida buena y significativa, basada en

## Dimensiones éticas

principios de justicia y compasión". Relató historias de su vida en las que las decisiones éticas moldearon su camino, desde ayudar a personas necesitadas hasta enfrentar dilemas éticos en su carrera profesional. Esta etapa refleja la madurez de la comprensión ética a lo largo de toda una vida, que se nutre de experiencias personales y una formación continua en ética.

### Aprender sobre ética dentro y fuera de casa

La educación en ética, aunque no siempre sea formal, a menudo comienza en el hogar y en la escuela. Los padres, tutores y maestros enseñan a los niños principios éticos básicos, como la honestidad, el respeto y la empatía. La educación media y superior a menudo incluyen cursos de ética como parte de programas académicos en diversas disciplinas. Los estudiantes pueden aprender sobre la ética en su campo de estudio específico y cómo aplicarla en su futura carrera. Muchas profesiones tienen códigos de ética específicos que los practicantes deben seguir. Durante la capacitación y el desarrollo profesional, las personas reciben formación en estos códigos y en cómo

aplicarlos en su trabajo. Las empresas y organizaciones a menudo ofrecen capacitación en ética a sus empleados. Esto puede incluir la promoción de un ambiente de trabajo ético, la prevención de conflictos de intereses y la toma de decisiones éticas en el entorno laboral. La ética no es estática; evoluciona con el tiempo y las circunstancias cambiantes; la formación en ética puede ser un proceso continuo a lo largo de la vida de una persona, a medida que enfrenta nuevas situaciones y dilemas éticos. Las experiencias personales también contribuyen a su formación ética, ya que reflexionan sobre las decisiones tomadas y los resultados obtenidos.

### Superando desafíos éticos

Entonces, ¿cuáles son los obstáculos que desafían nuestra capacidad para abrazar la ética como un estilo de vida? En la búsqueda de objetivos personales o profesionales, a veces nos enfrentamos a situaciones en las que los intereses personales pueden entrar en conflicto con principios éticos. Tomar decisiones éticas en tales circunstancias puede ser difícil. La presión del grupo o la sociedad a menudo ejerce influencia sobre nuestras decisiones y puede entrar en conflicto con lo que creemos que es ético. Algunos dilemas éticos son complicados y carecen de respuestas claras. Enfrentar decisiones morales complejas puede ser abrumador y requerir una cuidadosa reflexión. En ocasiones, optamos por lo más fácil o conveniente en lugar de lo que es éticamente correcto. La falta de voluntad para enfrentar la incomodidad de tomar la decisión ética puede ser un obstáculo.

## El costo de las decisiones sin ética

En el ámbito personal tomar decisiones poco éticas puede generar sentimientos de culpa y remordimiento, pudiendo afectar negativamente la salud mental y el bienestar emocional. La falta de integridad puede erosionar la autoimagen y la autoestima, llevando a una percepción negativa de uno mismo. Estas decisiones pueden llevar al aislamiento social, especialmente en comunidades pequeñas o estrechamente conectadas y tener un impacto duradero en las relaciones y la confianza mutua. En el ambiente laboral puede dañar la reputación profesional de una persona y dificultar su

progresión, además de generar conflictos afectando la moral y la colaboración entre colegas. En algunos casos, las acciones poco éticas pueden tener consecuencias legales, como demandas o sanciones, asimismo, pérdidas financieras significativas y el colapso de empresas. En organizaciones y gobiernos pueden tener un impacto perjudicial en la sociedad en general, como la desigualdad, tener un impacto adverso en el medio ambiente y la sostenibilidad a largo plazo o la falta de acceso a recursos básicos, además de afectar su imagen y relaciones con otras naciones.

## Mejorando personalmente a través de la ética

En la búsqueda de una vida más ética, es crucial reflexionar sobre nuestros valores personales y principios morales, es un compromiso constante y valioso para construir un mundo más ético y justo. La educación en ética ya sea a través de programas formales o recursos en línea, puede proporcionar una base sólida para comprender mejor los fundamentos éticos. Fomentar la ética en la educación desde edades tempranas y en todos los niveles académicos es esencial para criar individuos éticamente conscientes. Antes de tomar decisiones significativas, es esencial tomarse un tiempo para reflexionar sobre las opciones disponibles y sus implicaciones éticas. Consultar con personas de confianza cuando se enfrentan a dilemas éticos puede ofrecer perspectivas valiosas. La honestidad y la transparencia deben ser pilares en

todas nuestras interacciones, mantener la integridad y practicar la empatía es fundamental; cuando nos esforzamos por comprender las perspectivas y sentimientos de los demás, podremos tomar decisiones más consideradas. Cumplir con los compromisos y aprender de errores éticos pasados son pasos importantes en nuestro crecimiento ético. Cuando contribuimos positivamente a la sociedad y promovemos valores éticos en la comunidad a través de la participación cívica es una forma valiosa de aplicar la ética en la vida diaria. En un mundo cada vez más interconectado, es esencial comprender cómo los valores éticos pueden variar entre diferentes culturas y comunidades. También es esencial apoyar causas como la justicia social y la protección del medio ambiente. En el entorno laboral, cumplir con los

códigos y promover un ambiente ético es fundamental. La denuncia de comportamientos inapropiados es una responsabilidad ética. En posiciones de liderazgo, servir como ejemplo de prácticas éticas y promover una cultura ética en la organización es un deber. La reevaluación periódica de nuestras prácticas éticas a medida que cambian las circunstancias y las perspectivas personales es esencial para un crecimiento ético continuo.

## Hacia una vida ética

A pesar de los obstáculos, cada uno de nosotros tiene la capacidad de ser una persona ética. Podemos hacerlo al reflexionar sobre lo que creemos y aprender siempre más sobre cómo ser mejores personas. La ética no es algo que se logra de una vez y ya está, es un camino continuo. Lo más importante es que la ética no es solo una idea abstracta, es algo que nos conecta a todos. Invito a cada uno de nosotros a dar un paso adelante en nuestro camino hacia la ética. *¿Qué pequeña acción ética podríamos tomar hoy?* En un mundo donde a veces enfrentamos dilemas, todos tenemos la responsabilidad de tomar decisiones éticas que ayuden a construir un mundo más justo y equitativo para las generaciones futuras.

---

### Referencias Bibliográficas:

- [1] N. Rutanen, R. Raittila, K. Harju, Y. Lucas Revilla, and M. Hännikäinen, "Negotiating Ethics-in-Action in a Long-term Research Relationship with a Young Child," *Human Arenas*, vol. 6, no. 2, pp. 386–403, Jun. 2023, doi: 10.1007/s42087-021-00216-z.
- [2] J. Bazzul, *An Intense Calling: How Ethics Is Essential to Education*, 1st ed., vol. 1. Toronto Buffalo London: University of Toronto Press, 2023.
- [3] A. Arango and N. Lustig, "Ignorance and Cultural Diversity: the Ethical Obligations of the Behavior Analyst," *Behav Anal Pract*, vol. 16, no. 1, pp. 23–39, 2023, doi: 10.1007/s40617-022-00701-z.
- [4] N. Bhuyan and A. Chakraborty, "The Problem of Efficiency: Redefining the Relation Between Success & Excellence in Business Ethics," *Philos Manag*, 2023, doi: 10.1007/s40926-023-00234-7.
- [5] D. M. S. Dissanayake and A. K. L. Jayawardana, "The impact of personal sense of power on unethical decision-making: a moderated mediation model of love of money motive and power distance orientation," *DECISION*, vol. 50, no. 1, pp. 19–34, 2023, doi: 10.1007/s40622-023-00340-5.
- [6] C. Kim, C. Lee, and G. Lee, "Impact of Superiors' Ethical Leadership on Subordinates' Unethical Pro-Organizational Behavior: Mediating Effects of Followership," *Behavioral Sciences*, vol. 13, no. 6, p. 454, May 2023, doi: 10.3390/bs13060454.

# Salud Mental en Estudiantes Universitarios

Por Dr. Francisco Antonio Calderón González y Dr. Pedro Enrique  
Yáñez Camacho

Servicios Universitarios de Atención Psicológica / Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

Ser estudiante universitario representa grandes retos académicos entre los que se incluye el desarrollo de habilidades disciplinares, profesionales, de pensamiento y socioemocionales, al igual que la adquisición de diversas actitudes y valores fundamentales para su posterior desempeño profesional, sin embargo, también debemos de tomar en cuenta que el tránsito por esa etapa formativa acarrea una serie de desafíos a la capacidad de ajuste y adaptación, y son precisamente estas dos últimas características las que están directamente relacionadas con la capacidad del individuo por mantener un adecuado estado de salud mental a pesar de enfrentarse a factores externos desfavorables, por lo tanto, se considera que las instituciones de educación superior requieren adoptar un papel activo en la atención de la salud mental de sus estudiantes.

En este documento se describen algunas acciones concretas de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez para afrontar una problemática que a nivel mundial va en aumento como se describe en el informe mundial sobre salud mental realizado por la Organización Mundial de Salud [1], en el que se reporta que una de cada ocho personas sufre algún trastorno mental, por lo tanto, los trastornos mentales son considerados como causa principal de años perdidos por discapacidad, lo que representa una disminución significativa de productividad y de satisfacción, de igual manera de acuerdo al mismo informe el suicidio representa uno de cada 100 fallecimientos. La problemática se agravó

especialmente desde el primer año de la pandemia por COVID-19, donde los trastornos de ansiedad y depresión se incrementaron en un 25%, datos que nos dan un panorama mundial de la problemática de salud mental.

En el mismo sentido, dicho panorama no es ajeno al ambiente universitario, autores como Duffy et al. [2] rescatan algunas características en estudiantes universitarios que los sitúan en una posición vulnerable, la cual se relaciona con la etapa de vida y edad de los estudiantes universitarios, ya que el 75% de todos los trastornos mentales inician antes de los 25 años, también enfatizan que entre los 15 y 24 años son las edades con mayor prevalencia de mortalidad a causa de trastornos mentales, de igual manera los estudios muestran que en estas edades se corre con un mayor riesgo para experimentar situaciones como estrés, dificultades para dormir y probabilidades de uso de alcohol y drogas. También tomar en cuenta que el ingreso a la universidad comúnmente comienza a los 17 años sin un límite de edad, lo que representa un desafío para su atención, ya que cada etapa del desarrollo humano cuenta con características y necesidades específicas desde el orden biológico, psicológico y social, por ello las universidades se enfrentan al gran reto de fomentar mediante sus diversas instancias un proceso de adaptación, fortalecimiento emocional y salud mental dentro de su comunidad.

Se considera necesario el establecer diversas

líneas de acción para la atención de la salud mental de los estudiantes universitarios, en este sentido la Organización Mundial de la Salud define a la salud mental como “un estado de bienestar mental que permite a las personas hacer frente a los momentos de estrés de la vida, desarrollar todas sus habilidades, poder aprender, trabajar adecuadamente y contribuir a la mejor de su comunidad [3]. De la definición anterior se pueden identificar diversos componentes en la vida de un estudiante, como es el desarrollo de habilidades, la capacidad para el aprendizaje, su capacidad para laborar y contribuir a la sociedad, por lo que sin duda nos lleva a reflexionar en la necesidad de formar estudiantes y futuros profesionistas integrales.

Queda claro, que es para la universidad un desafío el promover programas de salud mental y desarrollo de habilidades socioemocionales, así como el brindar atención psicológica integral a los estudiantes, mismos que semestre tras semestre y debido a la situación psicosocial ya descrita, aumentan sus probabilidades de que algún evento individual, familiar, escolar, laboral o comunitario represente una amenaza a su estado de equilibrio.

En primera instancia es fundamental reconocer la importancia del docente universitario, en su función como tutor, como agente preventivo, ya que el contacto e interacción con los alumnos le permiten una detección oportuna de problemáticas individuales, puesto que la tutoría es un espacio ideal para reconocer en los alumnos cambios en sus conductas y manifestaciones emocionales que le indican la necesidad de derivarlo a atención psicológica, de igual manera también son los alumnos quienes en ocasiones se acercan a compartir con el docente

cierta situación personal o problemática, por lo tanto, se considera que la capacitación a docentes es fundamental para brindar las herramientas que les permitan actuar con seguridad y certidumbre ante estos casos y lograr una derivación exitosa. En este sentido, la Organización Mundial de la Salud [4] ha desarrollado una guía denominada MhGAP, la cual brinda información esencial para personas no profesionales en el área de salud mental, para que identifiquen las principales sintomatologías de salud mental en trastornos como depresión, ansiedad, autolesión y suicidio, entre otros, y se pueda solventar la brecha que existe en la formación de recurso humano para la atención a la salud mental, es importante rescatar que esta guía no solo nos brinda información de la sintomatología, sino que nos brinda acciones concretas a realizar ante la detección de una problemática, cabe señalar que la guía puede ser descargada en dispositivos con sistemas operativos iOS y Android.

Retomando las acciones de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ), es de suma relevancia destacar algunas iniciativas que han tenido lugar en los últimos años, como lo es la implementación de la asignatura sello denominada Competencias en Salud Mental y Habilidad Socioemocionales con Enfoque de Género, generada por la Licenciatura en Psicología, la cual permite que todos los estudiantes sin importar su formación disciplinar tengan conocimiento y habilidades para su autocuidado y les permita detectar en ellos alguna problemática y aumentar la probabilidad de que estén dispuestos a atenderla, de igual manera se busca mediante esta asignatura que el alumno tome conciencia de la problemática de salud mental, la importancia de

prevenirla y remover los estigmas y la discriminación asociada a la atención psicológica mediante la educación y la sensibilización, con ello promover que el alumno también pueda convertirse en un agente de cambio en su entorno familiar y comunitario, el desarrollo de esta asignatura se encuentra en consonancia con las recomendaciones federales a las Instituciones de Educación Superior para la promoción de las habilidades socioemocionales dentro de los programas educativos que faciliten al alumnado hacer frente a eventuales adversidades.

Otra medida implementada en la UACJ fue el desarrollo del Programa Universitario de Salud Mental y Habilidades Socioemocionales, el cual, a través de la difusión responsable y oportuna de cápsulas informativas, pláticas, talleres, conferencias, espacios de radio e infografías en redes sociales durante la pandemia por COVID-19, sirvió como una respuesta institucional para contrarrestar la aparición de sintomatología asociada a la misma, en la comunidad universitaria.

Otro esfuerzo de la UACJ por atender la problemática de atención a la salud mental en la comunidad y siguiendo recomendaciones tanto internacionales y nacionales sobre la necesidad de formar recursos humanos debidamente capacitados para atender las problemáticas emergentes con intervenciones actualizadas y basadas en evidencia científica, es la oferta educativa de la Especialidad en Psicología Clínica y Salud Mental, que inició actividades académicas en el presente año y se suma a otras ofertas educativas de la institución como es la Licenciatura en Psicología, Maestría en Psicología, la Maestría en Psicoterapia Humanista y Educación para La Paz, y el Doctorado en Psicología, lo que sin duda permite aumentar la calidad

en la atención e investigación en salud mental.

En el rubro de servicios psicológicos, los centros de atención psicológica provistos en algunas Instituciones de Educación Superior juegan un papel fundamental para actuar como primera línea de atención a su población estudiantil y evaluar si la problemática requiere una derivación a una atención especializada. Cabe señalar que la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez desde 1998 ha brindado atención psicológica a la comunidad mediante su centro de atención psicológica, el cual recientemente incrementó su infraestructura y su capacidad operativa mediante la construcción de un edificio de dos plantas, lo que permite incrementar su capacidad de atención psicológica, mediante servicios de psicoterapia enfocados en terapia individual o familiar, evaluación psicológica que incluye evaluaciones de recursos humanos, orientaciones vocacionales y evaluaciones clínicas, investigación e intervención comunitaria con acciones preventivas, los servicios están dirigidos a estudiantes, empleados universitarios y la comunidad en general, lo que sin duda posiciona a los Servicios Universitarios de Atención Psicológica (SUAPSI) como un referente nacional en la atención a la salud mental.

Debemos tomar en cuenta que las universidades no solo están preparando profesionistas, sino seres humanos integrales, por lo tanto, resulta complejo para estas instituciones, el desarrollar en sus estudiantes las habilidades y capacidades para adaptarse y afrontar los desafíos que se presentan en un mundo en constante evolución y el surgimiento de nuevas tecnologías.

Podemos observar las diversas dificultades que

enfrentan los estudiantes universitarios para el cuidado de su salud mental y el papel importante que juegan las Instituciones de Educación Superior, que mediante respuesta oportuna pueden marcar la diferencia en el desarrollo óptimo de sus estudiantes, evitar la deserción escolar y fomentar el cumplimiento de metas profesionales, sin embargo, todavía existen diversos retos como son:

El déficit en la formación de recursos humanos en salud mental, particularmente de especialistas en psiquiatría, por lo que se considera fundamental la creación de ofertas educativas y condiciones laborales igualmente atractivas para los médicos, y de esta manera se pueda satisfacer la demanda de atención en la comunidad, esta problemática no es solo local, sino que de acuerdo con la OMS [3] la mayoría de los países solo cuentan con un psiquiatra por cada 200 000 habitantes.

Capacitar a personal no especializado con el objetivo de detectar tempranamente casos con problemáticas en salud mental para su atención oportuna, de igual manera el promover el acceso a servicios de salud mental mediante la psicoeducación que permita disminuir el estigma y la discriminación, en este mismo sentido vincular los servicios de salud mental universitarios con otros servicios comunitarios y de atención especializada.

Finalmente, es necesario compartir experiencias de éxito entre universidades para la atención de esta problemática, ya que el promover la salud mental es tarea de todos, mediante acciones individuales y comunitarias, Las universidades tienen la tarea de formar ciudadanos integrales, por lo que el alumno universitario requiere involucrarse durante su formación académica en actividades deportivas, artísticas, culturales y científicas, para acceder precisamente a un conocimiento universal y llogre su máximo desarrollo.

---

#### Referencias Bibliográficas:

- [1] Organización Mundial de la Salud (OMS), "Informe mundial sobre salud mental: transformar la salud mental para todos. Panorama general," 2022. Disponible en: <https://www.who.int/es/publications/i/item/9789240050860>
- [2] A. Duffy, K.E. Saunders, G.S. Malhi, S. Patten, A. Cipriani, S.H. Mcnevin, E. Macdonald, y J.R. Geddes, "Mental health care for university students: a way forward?" *The Lancet. Psychiatry*, 2019.
- [3] Organización Mundial de la Salud (OMS), "Salud mental: fortalecer nuestra respuesta," 2022. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/mental-health-strengthening-our-response>
- [4] Organización Mundial de la Salud (OMS), "Guía de intervención mhGAP para los trastornos mentales, neurológicos y por consumo de sustancias en el nivel de atención de salud no especializada. Versión 2.0", 2018. Disponible en: <https://iris.paho.org/handle/10665.2/34071>

# Desenterrando secretos del Alzheimer

Por **Angélica Montserrath Colin Cárdenas**

Estudiante de Ingeniería Biomédica, Instituto de Ingeniería y Tecnología, UACJ

El Alzheimer es una enfermedad que afecta la memoria y la función cerebral, ésta ha sido un enigma durante mucho tiempo. Los científicos llevan años tratando de entender sus causas y cómo prevenirla o tratarla, sin embargo, gracias al trabajo de investigadores, estamos un paso más cerca de comprenderlo.

Esta investigación se centra en una proteína llamada ApoE (apolipoproteína E), la cual desempeña un papel crucial tanto en el tejido cerebral como en la sangre. En el cerebro, el ApoE es esencial para el soporte de las neuronas, ya que les brinda factores especiales que se disuelven en la grasa, como el colesterol y ciertas vitaminas. Éstos son factores importantes para que las neuronas crezcan y se reparen adecuadamente.

El ApoE es como un guardián en el cuerpo que ayuda a controlar el colesterol, esa sustancia grasosa que fluye por nuestra sangre. Pero existen diferentes versiones de esta proteína, como ApoE2, ApoE3 y ApoE4. Algunas personas tienen una versión llamada ApoE2, que parece ser buena para mantener bajos los niveles de colesterol en la sangre, otras tienen ApoE3, que se conoce como término medio y finalmente, está el ApoE4, que parece aumentar los niveles de colesterol en la sangre y, desafortunadamente, también se ha relacionado con un mayor riesgo de Alzheimer.

Los científicos han estudiado las diversas versiones de ApoE y cómo pueden influir en el Alzheimer. Descubrieron que no es solo el ApoE4, sino también algunas otras "señales" genéticas en el ADN que influyen en los niveles de ApoE en el cuerpo, y que podrían estar relacionados con el Alzheimer. Estas variantes genéticas actúan como pistas que nos ayudan a comprender mejor la enfermedad, aunque no sabe exactamente cómo funcionan, algunas de estas señales se encuentran ubicadas cerca de genes que podrían influir en la memoria, en otras palabras, nuestros genes y los niveles de ApoE en nuestra sangre pueden influir en la probabilidad de desarrollar Alzheimer.

Además, la investigación ha revelado vínculos intrigantes entre ApoE y otras afecciones. Por ejemplo, ApoE4 también se ha asociado con un mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares, lo que sugiere una conexión entre la salud del corazón y la salud cerebral.

Si bien la investigación se ha centrado principalmente en adultos mayores, también plantea importantes preguntas sobre el impacto de estas variantes de ApoE en personas más jóvenes. ¿Podría existir alguna manera de identificar a las personas en riesgo desde una edad temprana y tomar medidas preventivas?

Como ya se mencionó anteriormente, las personas con ciertas variantes genéticas de ApoE tienen un mayor riesgo de adquirir la enfermedad, dichos niveles de ApoE se pueden medir en sangre, lo que podría llevar a una forma más sencilla de detectar la enfermedad en etapas tempranas. En un futuro, se espera que un simple análisis de sangre pueda indicar si una persona tiene mayor riesgo de desarrollar Alzheimer, lo que permitiría intervenciones más tempranas y un mejor seguimiento de las personas en riesgo.

En resumen, éste estudio abre la puerta a un futuro en el que el diagnóstico del Alzheimer podría ser más sencillo y preciso. La medición de los niveles de ApoE en sangre y su relación con otros genes y marcadores cerebrales podría revolucionar la forma en que identificamos y tratamos esta enfermedad devastadora, lo que es un paso importante hacia la detección temprana y un mejor manejo de esta enfermedad.

---

#### Referencias Bibliográficas:

- [1] M. M. Aslam et al., "Genome-wide analysis identifies novel loci influencing plasma apolipoprotein E concentration and Alzheimer's disease risk", *Mol. Psychiatry*, pp. 1–12, sep. 2023, doi: 10.1038/s41380-023-02170-4.

# Entre acordes y neuronas: Pink Floyd y la neurociencia sonora

**Por Abib Adriana Reyes Díaz**

Estudiante de Ingeniería Biomédica, Instituto de Ingeniería y Tecnología, UACJ

La famosa canción *Another Brick in the Wall* de Pink Floyd fue reconstruida mediante señales eléctricas generadas por el cerebro por un grupo de científicos de la Universidad de California. Este innovador estudio busca comprender cómo el cerebro humano procesa la música y la respuesta que tiene a los diferentes elementos musicales.

El proceso se llevó a cabo mediante la aplicación de modelos matemáticos para descifrar la actividad cerebral y examinar las respuestas a los estímulos musicales. El estudio analizó los datos de 29 pacientes con epilepsia mientras escuchaban la canción, para ello, se les colocaron electrodos en el cerebro, lo que permitió el registro en tiempo real.

Lo extraordinario del estudio fue la traducción de las señales cerebrales y la recreación de la canción. Los datos obtenidos se convirtieron en espectrogramas auditivos, esta herramienta proporciona una representación de la variación de energía de las frecuencias a través del tiempo en una señal de audio. Esta representación no solo captura las notas musicales, también determina cómo cambian las frecuencias de manera espacial en nuestros oídos y cerebro. Los patrones neuronales registrados funcionan como un código o lenguaje donde sólo el cerebro puede entender.

Para lograr la reconstrucción de la canción, se desarrollaron fórmulas matemáticas, conocidas como modelos de decodificación que son capaces de traducir señales cerebrales en una representación musical. Los modelos fueron entrenados con el propósito de obtener información sobre cómo se verían los patrones de actividad cuando alguien escucha una canción en específico, y luego aplicaron este método para reconstruir la canción. También se utilizaron modelos de codificación para comprender cómo procesar la música e identificar las estructuras neurales que participan en el proceso.

Los resultados obtenidos de la reconstrucción permitieron que se descubriera que el hemisferio derecho del cerebro desarrolla un papel importante en la forma en la que percibimos la música, junto con la región conocida como STG (Surrounding Temporal Gyrus por sus siglas en inglés). La STG, en particular, procesa la música mediante grupos

de neuronas especializadas que responden a diferentes elementos musicales. De igual forma, se identificó un área adicional dentro de la STG que se especializa en el ritmo musical.

Los resultados recabados sobre cómo el cerebro interpreta la música, proporciona nuevas posibilidades en áreas médicas. Por ejemplo, la investigación podría aplicarse como estimulación para la rehabilitación auditiva. Se espera que en futuras investigaciones las interfaces cerebro-máquina les permitan a personas comunicarse o crear música a los que tienen alguna discapacidad del habla o movilidad limitada, lo que podría cambiar la vida de las personas no solo en aplicaciones médicas, incluso en expresiones artísticas, ya que les daría la oportunidad de crear música con su mente sin la necesidad de usar instrumentos musicales.

La música es el arte que permite que exista una comunicación de manera universal para expresar emociones o pensamientos sin importar el idioma. El estudio no solo reafirma esta importancia, sino que permite obtener nuevos conocimientos sobre la comunicación implementada en los modelos predictivos de reconstrucción a partir del cerebro. De igual manera, propone las bases para futuras investigaciones, en diferentes campos como la medicina, la música y la tecnología.

Para lograr la reconstrucción de la canción, se desarrollaron fórmulas matemáticas, conocidas como modelos de decodificación que son capaces de traducir señales cerebrales en una representación musical. Los modelos fueron entrenados con el propósito de obtener información sobre cómo se verían los patrones de actividad cuando alguien escucha una canción en específico, y luego aplicaron este método para reconstruir la canción. También se utilizaron modelos de codificación para comprender cómo procesar la música e identificar las estructuras neurales que participan en el proceso.

Los resultados obtenidos de la reconstrucción permitieron que se descubriera que el hemisferio derecho del cerebro desarrolla un papel importante en la forma en la que percibimos la música, junto con la región conocida como STG (Surrounding Temporal Gyrus por sus siglas en inglés). La STG, en particular, procesa la

música mediante grupos de neuronas especializadas que responden a diferentes elementos musicales. De igual forma, se identificó un área adicional dentro de la STG que se especializa en el ritmo musical.

Los resultados recabados sobre cómo el cerebro interpreta la música, proporciona nuevas posibilidades en áreas médicas. Por ejemplo, la investigación podría aplicarse como estimulación para la rehabilitación auditiva. Se espera que en futuras investigaciones las interfaces cerebro-máquina les permitan a personas comunicarse o crear música a los que tienen alguna discapacidad del habla o movilidad limitada, lo que podría cambiar la vida de las personas no solo en aplicaciones médicas, incluso en expresiones artísticas, ya que les daría la oportunidad de crear música con su mente sin la necesidad de usar instrumentos musicales.

La música es el arte que permite que exista una comunicación de manera universal para expresar emociones o pensamientos sin importar el idioma. El estudio no solo reafirma esta importancia, sino que permite obtener nuevos conocimientos sobre la comunicación implementada en los modelos predictivos de reconstrucción a partir del cerebro. De igual manera, propone las bases para futuras investigaciones, en diferentes campos como la medicina, la música y la tecnología.

---

### *Referencias Bibliográficas:*

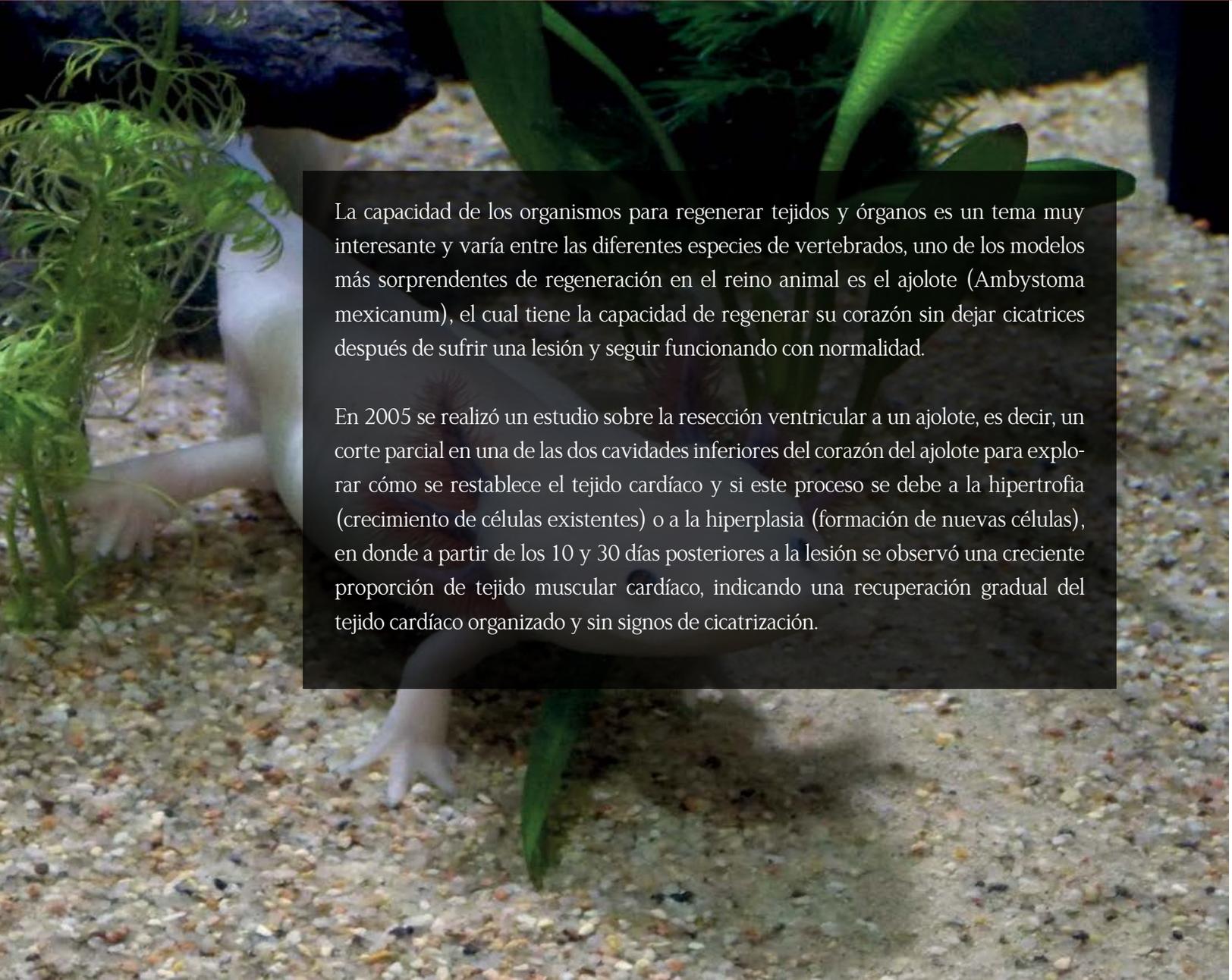
- [1] L. Bellier, A. Llorens, D. Marciano, A. Gunduz, G. Schalk, P. Brunner et al., "Music can be reconstructed from human auditory cortex activity using nonlinear decoding models," *PLOS Biology*, vol. 21, no. 8, p. e3002176, Aug. 2023, doi: 10.1371/journal.pbio.3002176.



# Ajolote mexicano: un maestro de la regeneración

Por Víctor Alfonso Irigoyen Chaparro

Estudiante de Ingeniería Biomédica, Instituto de Ingeniería y Tecnología, UACJ



La capacidad de los organismos para regenerar tejidos y órganos es un tema muy interesante y varía entre las diferentes especies de vertebrados, uno de los modelos más sorprendentes de regeneración en el reino animal es el ajolote (*Ambystoma mexicanum*), el cual tiene la capacidad de regenerar su corazón sin dejar cicatrices después de sufrir una lesión y seguir funcionando con normalidad.

En 2005 se realizó un estudio sobre la resección ventricular a un ajolote, es decir, un corte parcial en una de las dos cavidades inferiores del corazón del ajolote para explorar cómo se restablece el tejido cardíaco y si este proceso se debe a la hipertrofia (crecimiento de células existentes) o a la hiperplasia (formación de nuevas células), en donde a partir de los 10 y 30 días posteriores a la lesión se observó una creciente proporción de tejido muscular cardíaco, indicando una recuperación gradual del tejido cardíaco organizado y sin signos de cicatrización.

El estudio realizado en 2005 complementa un estudio reciente en el que se propuso desarrollar un método de anestesia prolongada para mantenerlos en estado de coma durante 60 días lo que abarcaría gran parte de su ciclo de regeneración, tanto para el corazón como para las extremidades utilizando Propofol debido a su eficacia y a que no requiere el uso de solventes orgánicos ni ajustes de pH, que podrían irritar la piel de los ajolotes. El estudio se diseñó en tres etapas piloto para evaluar el uso de la anestesia continua con Propofol en axolotl y su impacto en la regeneración del corazón y las extremidades, en la primera etapa, se sometió a seis ajolotes a anestesia continua para evaluar la producción de desechos y los efectos adversos. En la segunda etapa, nueve ajolotes se dividieron en tres grupos y se sometieron a diferentes soluciones de alojamiento para evaluar si reducían los problemas de hinchazón, en la tercera etapa, 12 axolotl se dividieron en tres grupos para estudiar la regeneración del corazón en condiciones con y sin anestesia para observar y comprender mejor los procesos de regeneración.

Para esto fueron realizadas intervenciones quirúrgicas para inducir lesiones cardíacas criogénicas y amputaciones de la extremidad frontal derecha y se realizaron procesos con el uso de pigmentos fluorescentes para evaluar la regeneración de tejidos y se tomaron imágenes de las extremidades amputadas para rastrear el crecimiento regenerativo, al concluir este periodo prologado de anestesia no se detectaron diferencias en la capacidad del ajolote para regenerar las extremidades amputadas y la criolesión cardíaca mientras estaba anestesiado, sin embargo, se observaron algunas fallas regenerativas en la extremidad tanto en los grupos de control anestesiados como no anestesiados, muy probablemente causadas por el ayuno prolongado

ya que 60 días de anestesia pueden estar acercándose a un nivel en el que la función renal se ve afectada, pero el 75% de los animales anestesiados sobrevivientes se recuperaron bien después de la anestesia y mostraron una recuperación conductual completa dentro de los 17 días.

Es un descubrimiento importante para la investigación médica y la regeneración de tejidos en humanos debido a que la capacidad de regeneración es muy limitada, si se logra comprender los mecanismos subyacentes que le permiten a los ajolotes regenerar su corazón, se podría aplicar de forma potencial ésta información para mejorar la regeneración cardíaca en humanos después de lesiones cardíacas, como ataques al corazón, ya que cuando una persona padece una enfermedad cardíaca, como un infarto, y una porción del órgano se daña o muere debido a la muerte de las células, no existe la posibilidad de restaurar las que ya se han perdido.

Un ejemplo muy común en la regeneración de órganos en el ser humano es el hígado, que tiene la capacidad de regenerarse después de una lesión o incluso de la extirpación parcial, sin embargo, la regeneración del corazón es uno de los mayores retos actuales de la investigación científica, aunque hay diferencias significativas entre las especies, los principios fundamentales de la regeneración podrían tener aplicaciones terapéuticas en el futuro.

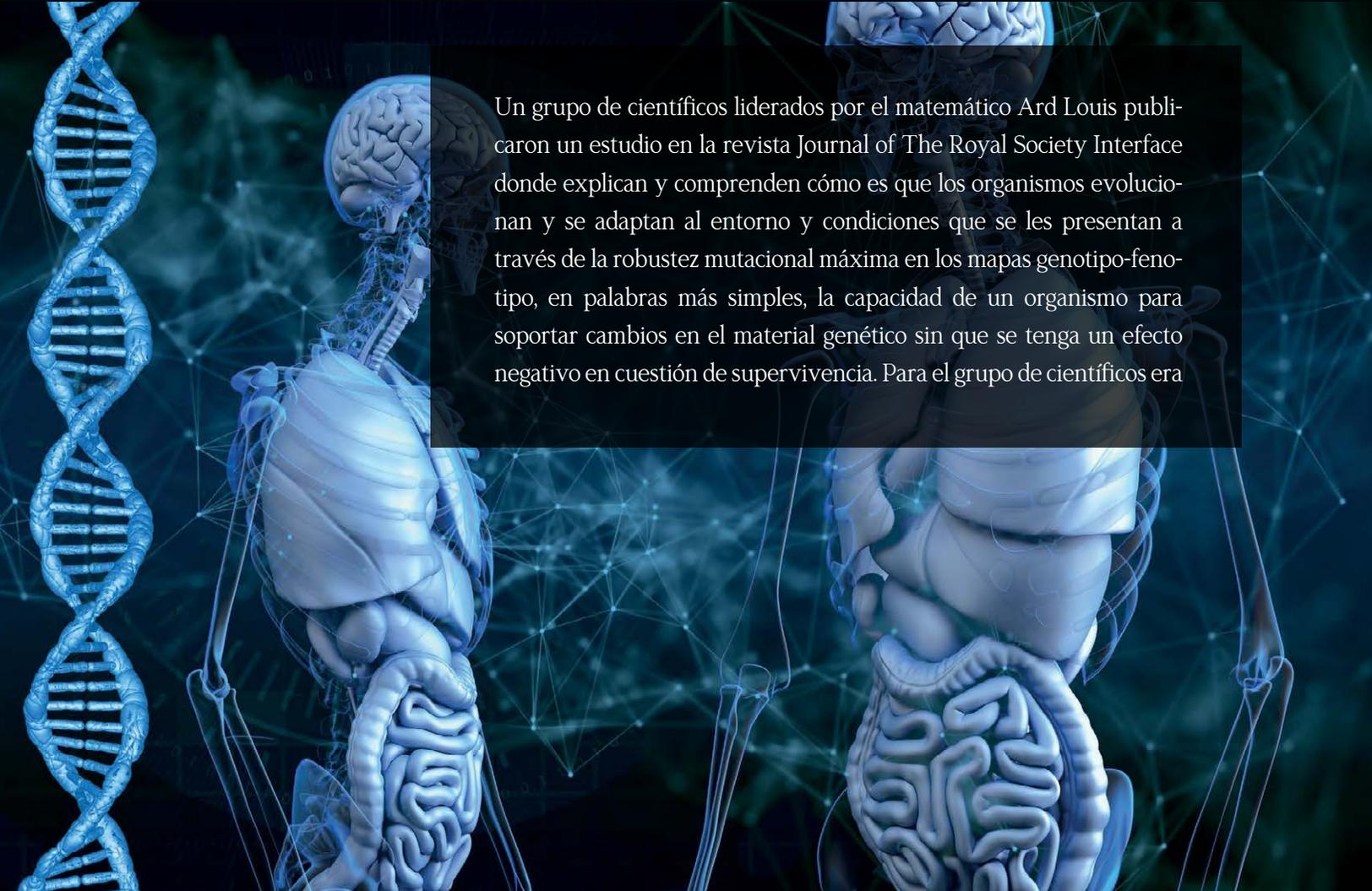
---

#### Referencias Bibliográficas:

- [1] A. Vargas-González, E. Prado-Zayago, M. León-Olea, V. Guarnier-Lans, y A. Cano-Martínez, «Regeneración miocárdica en *Ambystoma mexicanum* después de lesión quirúrgica», *Arch. Cardiol. México*, vol. 75, pp. 21-29, sep. 2005.
- [2] S. A. Andersson, A. Dittrich, y H. Lauridsen, «Continuous anesthesia for 60 days in an isosmotic environment does not impair limb or cardiac regeneration in the axolotl», *Sci. Rep.*, vol. 13, n.o 1, p. 14951, sep. 2023, doi: 10.1038/s41598-023-42339-z.

# El papel de las matemáticas en la revelación de la robustez mutacional en la evolución de los organismos

**Por Eylin Danae Flores Osorio**  
Estudiante de Ingeniería Biomédica,  
Instituto de Ingeniería y Tecnología, UACJ



Un grupo de científicos liderados por el matemático Ard Louis publicaron un estudio en la revista *Journal of The Royal Society Interface* donde explican y comprenden cómo es que los organismos evolucionan y se adaptan al entorno y condiciones que se les presentan a través de la robustez mutacional máxima en los mapas genotipo-fenotipo, en palabras más simples, la capacidad de un organismo para soportar cambios en el material genético sin que se tenga un efecto negativo en cuestión de supervivencia. Para el grupo de científicos era

que los sistemas biológicos tienen una gran robustez fenotípica, es decir, el fenotipo, que establece los rasgos físicos y de comportamiento de un organismo, tiene la capacidad de adaptarse y mantener su funcionalidad en diferentes condiciones o entornos, sin embargo, lo desconocido era si existía una robustez máxima o si había un límite.

Los mapas genotipo-fenotipo son una representación de como los genes de un organismo están relacionados con los rasgos de este, ya sean físicos o de comportamiento. Los mapas fueron de gran ayuda para poder entender cómo es que con el tiempo las mutaciones genéticas provocan un distanciamiento lento de un ancestro en común, dando paso a la evolución.

La robustez mutacional es la capacidad que tiene un organismo para ser capaz de resistir mutaciones en su ADN, sin embargo, el interés del estudio es mostrar la robustez mutacional máxima, es decir, la cantidad de mutaciones que un organismo puede soportar sin que su fenotipo tenga un efecto negativo.

Uno de los descubrimientos de los autores fue que la robustez máxima se puede predecir por medio de la frecuencia de los componentes neutrales en el mapa genotipo-fenotipo. Los componentes neutrales son los cambios que se presentan en los fenotipos del organismo y no lo afectan, pero pueden ser de importancia para la evolución de los rasgos, por lo que, durante el estudio, los autores se apoyaron de las matemáticas para hacer una simulación de la evolución de los organismos. Particularmente utilizaron la teoría de grafos para poder representar a los mapas genotipo-fenotipo y así poder analizar su estructura. Además, utilizaron el método de Trollope-Delange para calcular la máxima robustez mutacional en el mapa genotipo-fenotipo y encontraron que estos cambios seguían un patrón fractal repetitivo, conocido como curva de Blancmange, y este es proporcional a un concepto

básico matemático sobre la teoría de los números, llamado fracción de suma de dígitos.

Es importante mencionar que los componentes neutrales fueron de gran relevancia en los modelos matemáticos, ya que la frecuencia de los componentes neutrales determinó la forma de la curva de Blancmange de acuerdo con la máxima robustez mutacional. Además, descubrieron que los componentes neutrales a menudo son modulares, estos consisten en grupos de vértices altamente conectados que se unen a otros grupos por un conjunto más pequeño de vértices de enlace, es decir, la estructura modular de los componentes neutrales puede hacerlos más o menos robustos a las mutaciones, dependiendo de cómo estén conectados los grupos de vértices.

El hallazgo del grupo de científicos tiene una gran importancia para la comprensión de la evolución en los rasgos de los organismos, lo cual podría ayudarnos a comprender como los seres vivos cambian de acuerdo con las circunstancias en que se encuentran y cómo es que se adaptan a nuevos entornos y ambientes. Además, se puede aplicar en áreas de la ingeniería genética y de la biotecnología para el diseño de organismos más resistentes a mutaciones.

---

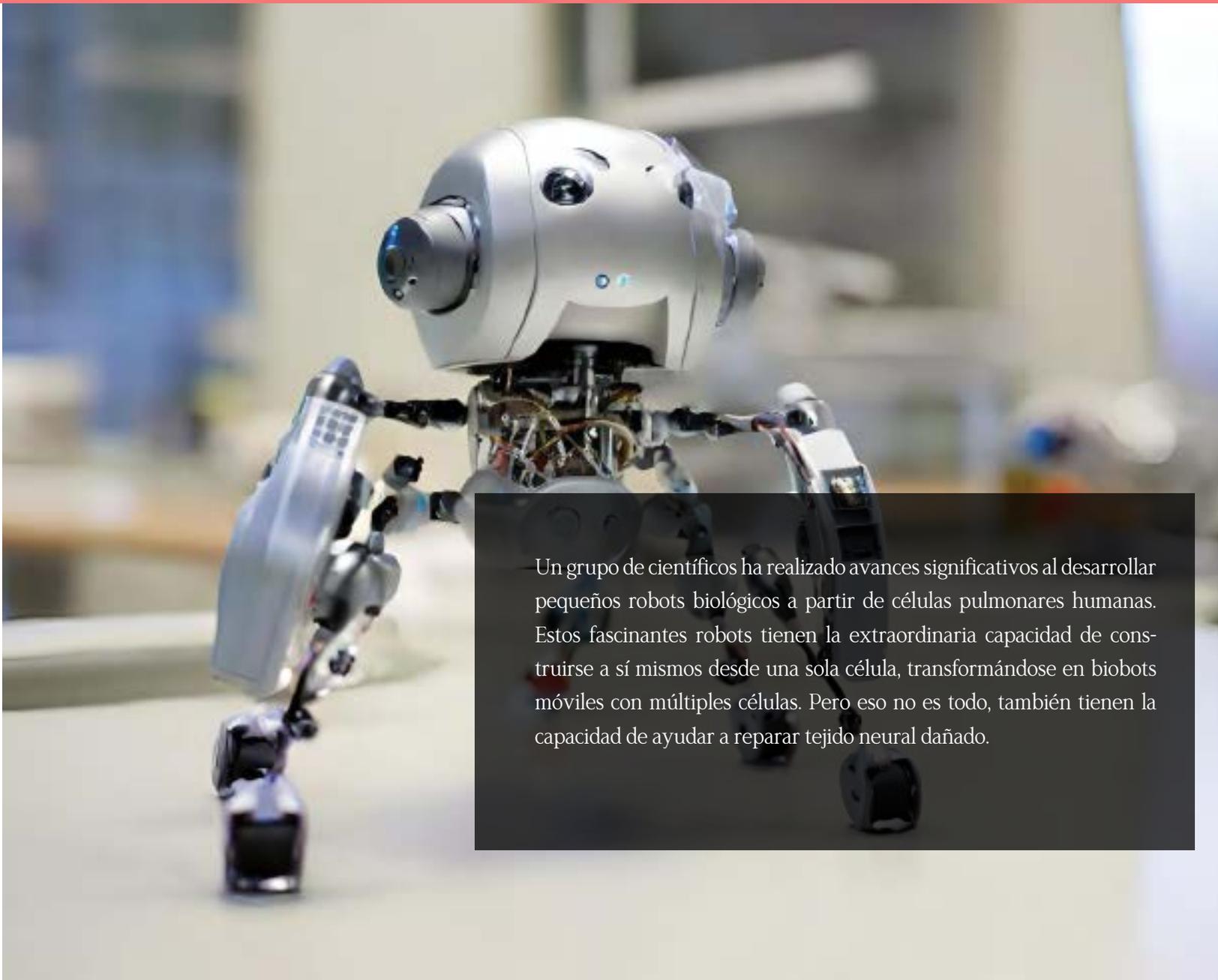
### Referencias Bibliográficas:

- [1] V. Mohanty et al., "Maximum mutational robustness in genotype-phenotype maps follows a self-similar blancmange-like curve," *Journal of the Royal Society Interface*, vol. 20, no. 204, Jun. 2023, doi: 10.1098/rsif.2023.0169.

# Robots de células humanas que reparan tejidos

**Por Abib Adriana Reyes Díaz**

Estudiante de Ingeniería Biomédica, Instituto de Ingeniería y Tecnología, UACJ



Un grupo de científicos ha realizado avances significativos al desarrollar pequeños robots biológicos a partir de células pulmonares humanas. Estos fascinantes robots tienen la extraordinaria capacidad de construirse a sí mismos desde una sola célula, transformándose en biobots móviles con múltiples células. Pero eso no es todo, también tienen la capacidad de ayudar a reparar tejido neural dañado.

El estudio fue llevado a cabo por Michael Levin de la Universidad Tufts en Medford, Massachusetts, y colaboradores. Todo comenzó con los xenobots, estos son biobots construidos a base de células de embriones de rana, que demostraron una sorprendente capacidad para moverse de manera espontánea. Sin embargo, debido a su origen no humano, presentaron limitaciones en términos de velocidad. Es aquí donde se desarrollaron los anthrobots, estructuras multicelulares que se autoconstruyen a partir de células individuales y logran desplazarse gracias a la propulsión de cilios. Los cilios son estructuras celulares microscópicas en forma de vellosidades que recubren ciertas células.

Este innovador estudio, que combina biología y robótica, utilizó un método escalable que permitió la producción de anthrobots en aproximadamente dos semanas, con una intervención manual mínima. Estos biobots exhibieron una variedad de formas y tamaños mientras se movían, presentando movimientos en círculos, líneas rectas y movimientos ondulantes. Los científicos confirmaron que los movimientos circulares eran los más estables, seguidos por los lineales y curvilíneos.

**Pero, ¿cuál es la aplicación práctica de estos fascinantes anthrobots?**

Los investigadores los sometieron a pruebas para evaluar su capacidad de reparar rasguños en láminas de células cerebrales humanas cultivadas en el laboratorio. Para ello, se colocaron los anthrobots en un recipiente pequeño y se fusionaron para formar una estructura más grande y compleja, denominada superbot. Al ser introducidos en tejido neural, los análisis demostraron que los rasguños podían curarse, permitiendo que las partes dañadas del tejido se volvieran a unir en un modelo in vitro de lesión neuronal. Este descubrimiento abre la puerta a

posibles tratamientos para lesiones cerebrales, con la perspectiva de aplicaciones más amplias en la reparación de diferentes tipos de tejidos. Al final de su **vida útil, que es de cuatro a seis semanas**, se degradan de manera segura al convertirse en desechos no viables.

La versatilidad de los anthrobots no se detiene aquí. Los investigadores comentaron que, en el futuro, estos biobots podrían personalizarse para cada paciente y utilizados para despejar la acumulación de placa en las arterias de quienes tienen aterosclerosis, eliminar el exceso de moco en las vías respiratorias de pacientes con fibrosis quística y administrar medicamentos directamente en tejidos específicos.

Esta investigación no solo resalta el asombroso potencial de los anthrobots en el ámbito médico, sino que también nos sumerge en una nueva era donde la fusión entre la biología y la tecnología redefine nuestras perspectivas sobre la salud y el tratamiento de enfermedades. Estos avances en la ciencia confirman que estamos ante un emocionante paso hacia el futuro de la medicina, donde la naturaleza y la tecnología convergen para cambiar la forma en que enfrentamos los desafíos médicos. La intersección entre la biología y la robótica nos presenta no solo robots, sino compañeros de tratamiento y curación, revelando un horizonte prometedor en la evolución de la medicina moderna.

*Tabla 1. Definición de robots biológicos*

<i>Robots biológicos</i>	<i>Definición</i>
<i>Biobots</i>	<i>Dispositivo que combina componentes biológicos y elementos robóticos.</i>
<i>Xenobots</i>	<i>Biobot creado a partir de células madre embrionarias de ranas africanas.</i>
<i>Anthrobots</i>	<i>Biobots multicelulares creados a partir de células epiteliales pulmonares humanas.</i>
<i>Superbots</i>	<i>Anthrobots diversos que se agrupan aleatoriamente para formar estructuras más grandes.</i>

*Referencias Bibliográficas:*

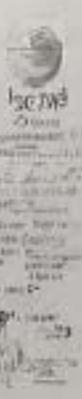
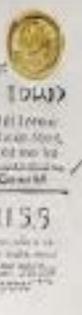
- [1] G. Gumuskaya et al., "Motile Living Biobots Self-Construct from Adult Human Somatic Progenitor Seed Cells", *Adv. Sci.*, vol. n/a, núm. n/a, p. 2303575, doi: 10.1002/advs.202303575.

# PREMIOS NOBEL

# 2023



Por **Eylin Danae Flores Osorio y Victor Alfonso Irigoyen Chaparro**  
Estudiantes de Ingeniería Biomédica, Instituto de Ingeniería y Tecnología, UACJ



## Claudia Goldin: Nobel de Economía y su contribución al entendimiento de la desigualdad de género en el trabajo

Claudia Goldin destaca que la discriminación de género, la falta de políticas de igualdad y cómo, a pesar del aumento en la participación laboral femenina, persisten brechas salariales y de liderazgo. Y a pesar del aumento en la participación laboral femenina en países de altos ingresos, persisten brechas de género que reflejan una barrera invisible que

impide que las mujeres alcancen puestos de liderazgo y altos niveles de poder en una organización o empresa. Esta barrera se debe a prejuicios y estereotipos de género arraigados a las normas culturales y sociales que continúan con la limitación de la participación de las mujeres en el mercado laboral [1].

## Narges Mohammadi: Nobel de la Paz por la resistencia infatigable por los derechos de la mujer y la paz en Irán

Narges Mohammadi ha estado en una lucha constante desde los años 90 ante la defensa de los derechos humanos y la libertad en Irán. Además, se ha enfrentado ante 13 arrestos, condenas de hasta 31 años en prisión y 154 latigazos, a causa de su activismo y la lucha contra la discriminación. Lucha por tener vidas dignas y por oponerse ante las

restricciones que son impuestas por el régimen iraní. Por el momento, Narges Mohammadi se encuentra en prisión.

Los manifestantes Iranies en apoyo a Narges Mohammadi y ante la brutalidad y opresión hacia las mujeres con el lema “Mujer - Vida - Libertad” [2].

### **Jon Fosse: Nobel de Literatura por su poder de expresar lo indecible en la escena y la palabra**

Jon Fosse, a sus 64 años, es uno de los dramaturgos contemporáneos más destacados de Noruega, reconocido por sus innovadoras obras teatrales y literarias que dan voz a lo inexplicable. Galardonado con el Premio Nobel de Literatura 2023, donde se destaca por sus innovadoras obras de teatro y prosa. Aclamado por su monumental secuencia de novelas, la "Septología", explorando temas existenciales y límites del lenguaje, además de ser autor de más de 40 obras entre ellas "El otro nombre", una introspección en la vida de un

pintor, y "Trilogía", un relato sobre amor y adversidad en la Noruega rural.

Su reconocimiento destaca su relevancia en la literatura contemporánea y su capacidad para explorar lo esquivo en la vida y el arte [3], [4].

### **Moungi G. Bawendi, Louis E. Brus y Aleksey Yekimov: Nobel de química por ser pioneros en los puntos cuánticos y su impacto en la tecnología y la medicina**

Los "puntos cuánticos" son diminutos cristales miles de veces más pequeños que un grano de arena con propiedades especiales. Aleksey Yekimov y Louis E. Brus demostraron que estos nanocristales, especialmente los semiconductores, muestran comportamientos únicos según su tamaño, los más pequeños emiten tonos azules, mientras que los más grandes emiten tonos más rojizos. Esta variación en sus propiedades es fundamental para la tecnología de pantallas y bioimagen, mejo-

rando la calidad de imagen y revolucionando campos como la óptica, la electrónica y la medicina. Moungi G. Bawendi revolucionó su producción, permitiendo fabricarlos en masa con precisión mediante un método altamente controlado para sintetizar puntos cuánticos coloidales. Estos avances a escala nanométrica han transformado nuestra comprensión de los materiales y han abierto puertas a innovaciones tecnológicas impactantes para el mundo [5].

## Pierre Agostini, Ferenc Krausz y Anne L'Huillier: Nobel de Física por abrir la puerta al mundo de los attosegundos

A través de los experimentos, lograron diseñar cortos destellos de luz para capturar los movimientos extremadamente rápidos de los electrones. Anne L'Huillier descubrió un nuevo efecto de la interacción de la luz láser con átomos en un gas. Pierre Agostini y Ferenc Krausz demostraron cómo generar pulsos lumínicos aún más cortos. Este avance expandió la física de attosegundos, permitiendo estudiar movimientos atómicos y moleculares con aplicaciones en electrónica y medicina.

Los pulsos de luz de attosegundos son ráfagas generadas con láseres de alta intensidad para estudiar electrones en átomos y moléculas, que emiten ráfagas de luz en la región de rayos x suaves o en el ultravioleta extremo [6], [7].

Attosegundo: unidad de tiempo extremadamente corta que equivale a una billonésima de billonésima parte de un segundo (10<sup>-18</sup> segundos). Lapso en el que suceden cambios muy rápidos a nivel subatómico.

## Katalin Kariko y Drew Weissman: Nobel de medicina por descubrimientos que permitieron el desarrollo de las vacunas de ARNm contra el COVID-19

Las vacunas de ARNm, basadas en investigaciones realizadas por Katalin Karikó y Drew Weissman, han sido fundamentales en la lucha contra el COVID-19. Estas investigaciones, ignoradas en su momento, allanaron el camino para desarrollos cruciales durante la pandemia, donde descubrieron que modificaciones en el ARNm evitan respuestas inmunes no deseadas y mejoran la producción de proteínas. Estos hallazgos fueron esenciales para comprender cómo el ARNm

interactúa con el sistema inmunitario siendo fundamental para la elaboración de vacunas como Pfizer/BioNTech y Moderna, derivadas de esta base científica, las cuales salvaron vidas y aliviaron la presión sobre los sistemas de salud. Este premio destaca la importancia de la investigación, resaltando cómo avances aparentemente pequeños generan soluciones transformadoras en crisis globales [8].

**Vacunas ARNm: vacunas que utilizan moléculas de ARN mensajero (ARNm) para instruir a las células del cuerpo humano a producir proteínas virales específicas.**

---

## *Referencias Bibliográficas:*

- [1] “The Sveriges Riksbank Prize in Economic Sciences in Memory of Alfred Nobel 2023”, NobelPrize.org. Consultado: el 23 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.nobelprize.org/prizes/economic-sciences/2023/advanced-information/>
- [2] “The Nobel Peace Prize 2023”, NobelPrize.org. Consultado: el 23 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.nobelprize.org/prizes/peace/2023/press-release/>
- [3] “The Nobel Prize in Literature 2023”, NobelPrize.org. Consultado: el 23 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.nobelprize.org/prizes/literature/2023/bio-bibliography/>
- [4] “The Nobel Prize in Literature 2023”, NobelPrize.org. Consultado: el 23 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.nobelprize.org/prizes/literature/2023/press-release/>
- [5] “The Nobel Prize in Chemistry 2023”, NobelPrize.org. Consultado: el 23 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: [https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/2023/advanced-information/?fbclid=IwAR3GzR6Yr-qGFPTLSnUbWwt98P021WTeizinL\\_XFb8T0mJHjU2ItMYvr0U](https://www.nobelprize.org/prizes/chemistry/2023/advanced-information/?fbclid=IwAR3GzR6Yr-qGFPTLSnUbWwt98P021WTeizinL_XFb8T0mJHjU2ItMYvr0U)
- [6] “The Nobel Prize in Physics 2023”, NobelPrize.org. Consultado: el 23 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/2023/popular-information/>
- [7] “The Nobel Prize in Physics 2023”, NobelPrize.org. Consultado: el 23 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.nobelprize.org/prizes/physics/2023/advanced-information/>
- [8] “The Nobel Prize in Physiology or Medicine 2023”, NobelPrize.org. Consultado: el 23 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.nobelprize.org/prizes/medicine/2023/advanced-information/>

# Orígenes cósmicos: moléculas vitales para la vida descubiertas en hielos estelares

**Por Víctor Alfonso Irigoyen Chaparro**

Estudiante de Ingeniería Biomédica, Instituto de Ingeniería y Tecnología, UACJ

Se ha realizado un descubrimiento impactante, ya que científicos identificaron moléculas cruciales para la formación de la vida en hielos análogos interestelares. Estos hielos son sustancias utilizadas en experimentos de laboratorio para simular las condiciones encontradas en el espacio interestelar, especialmente en regiones donde se forman estrellas y planetas, como su nombre indica, estas sustancias son a menudo hielos fríos y densos, ya que, en el espacio interestelar, las temperaturas son extremadamente bajas y, los elementos y compuestos químicos pueden existir en estados sólidos formando hielos que contienen diversas moléculas, como agua, dióxido de carbono, amoníaco y otros compuestos orgánicos. Esto nos muestra los procesos químicos que pueden haber contribuido a la creación de compuestos esenciales en el vasto cosmos.



En un artículo reciente, se detallan los límites térmicos para la formación de estas dos moléculas identificadas: el ácido carbámico ( $\text{H}_2\text{NCOOH}$ ) y el carbamato de amonio ( $[\text{H}_2\text{NCOO}^-][\text{NH}_4^+]$ ) en condiciones que simulan el ambiente del espacio exterior, estas moléculas, presentes en hielos cósmicos, son fundamentales para comprender los procesos químicos prebióticos que podrían haber dado origen a la vida tal como la conocemos. La investigación reveló que el ácido carbámico, una molécula con una estructura que contiene nitrógeno, carbono e hidrógeno, tiene una sorprendente propensión a descomponerse en amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) y dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ) a temperaturas relativamente bajas, específicamente 250 K ( $-23.15^\circ\text{C}$ ), donde este proceso resulta en la liberación de una proporción significativa de ácido carbámico a la fase gaseosa, un fenómeno crucial para comprender la composición química de los entornos estelares.

El experimento consistió en la utilización de Espectroscopía Infrarroja por Transformada de Fourier (FTIR), la cual ayuda a determinar la composición química de un material mediante la emisión de rayos infrarrojos sobre la muestra, registrando cómo las moléculas interactúan con estos rayos produciendo un patrón único de señales permitiendo identificar los tipos de enlaces químicos presentes en la muestra, en este caso para analizar los hielos de amoníaco y dióxido de carbono depositados en un sustrato de plata a tempera-

turas extremadamente bajas, entre 5 y 10 K ( $-268.15^\circ\text{C}$  y  $-263.15^\circ\text{C}$ ). Estas gélidas condiciones imitan el entorno de las nubes moleculares, permitiendo a los investigadores observar el comportamiento de las moléculas en condiciones similares a las del espacio, donde descubrieron que el amoníaco y el dióxido de carbono persisten en los hielos a temperaturas más altas de lo previsto, desafiando los límites de nuestras comprensiones previas sobre las reacciones químicas en el espacio. La baja temperatura a la que se forman estas moléculas implica que los procesos químicos pueden tener lugar en las primeras etapas de formación estelar, incluso en nubes moleculares densas donde las temperaturas alcanzan hasta 50 K ( $-223.15^\circ\text{C}$ ). Además, se ha planteado la posibilidad de que la presencia de amino ( $-\text{NH}_2$ ), amonio ( $\text{NH}_4^+$ ), ácido carboxílico ( $-\text{COOH}$ ) y carboxilato ( $-\text{COO}^-$ ) en las fracciones estudiadas pueda contribuir a la formación de moléculas más complejas, como aminoácidos. Este intercambio de hidrógeno por grupos alquilo podría dar lugar a sustancias más estables en forma de gas que podrían tener un papel interesante en los procesos químicos relacionados con el origen de la vida en la Tierra a primitiva.

Este emocionante hallazgo allana el camino para futuras investigaciones cósmicas, los telescopios, como el próximo Telescopio Espacial James Webb (JWST) y el Atacama Large Millimeter Array (ALMA), ahora

tienen una nueva serie de objetivos: buscar estas moléculas en el espacio, confirmando su presencia en las regiones de formación estelar ya que no solo tiene implicaciones para nuestra comprensión de la química estelar, sino que también sugiere conexiones intrigantes entre la formación de estrellas y el origen de la vida en la Tierra, ya que moléculas complejas como el ácido carbámico podrían haberse formado en estas nubes moleculares y llegado a nuestro planeta a través de cometas y meteoritos, sembrando los bloques de construcción de la vida en la joven Tierra.

Procesos químicos prebióticos: las reacciones químicas y eventos que ocurrieron antes de la aparición de la vida en la Tierra. Estos procesos son esenciales para entender cómo se formaron las moléculas orgánicas complejas necesarias para la vida tal como la conocemos.

**Procesos químicos prebióticos: las reacciones químicas y eventos que ocurrieron antes de la aparición de la vida en la Tierra. Estos procesos son esenciales para entender cómo se formaron las moléculas orgánicas complejas necesarias para la vida tal como la conocemos.**

---

*Referencias Bibliográficas:*

- [1] J. H. Marks et al., «Thermal Synthesis of Carbamic Acid and Its Dimer in Interstellar Ices: A Reservoir of Interstellar Amino Acids», ACS Cent. Sci., p. acscentsci.3c01108, nov. 2023, doi: 10.1021/acscentsci.3c01108.

# El futuro de la detección: estudio de múltiples ancestros revela claves genéticas para la predicción del cáncer de próstata

**Por Michelle Arely Berrueto Duarte**

Estudiante de Ingeniería Biomédica, Instituto de Ingeniería y Tecnología, UACJ



Actualmente el cáncer de próstata es la causa más frecuente de mortalidad por tumores malignos ocupando el 4to lugar de todas las enfermedades cancerígenas y el 2do más común en hombres, según la Organización Mundial de la Salud (OMS). En 2020 este tipo de cáncer contaba con un porcentaje de prevalencia aproximado del 20%, que serían alrededor de 57,824 individuos; según la “American Cancer Society” en los Estados Unidos aproximadamente 1 de cada 41 hombres morirá por cáncer de próstata. Mundialmente el cáncer de próstata es el más diagnosticado en varones, pero se observó una variación en la incidencia de este tipo de cáncer en distintas poblaciones de todo el mundo. El riesgo de contraer este tipo de cáncer está directamente influenciado por factores genéticos, contando actualmente con la identificación de 278 variantes de riesgo a través de estudios de asociación de todo el genoma (GWAS), los cuales son investigaciones que tienen como finalidad la identificación de variantes genéticas asociadas con determinadas enfermedades, características o rasgos en una población.

En un escenario donde la transferibilidad y utilidad

clínica de los puntajes de riesgo genético (GRS), empleados para calcular la probabilidad de que un individuo desarrolle una determinada condición o enfermedad, se ven limitados por la falta de equilibrio en los estudios genéticos entre poblaciones, se planteó la necesidad de abordar esta brecha. La falta de representación de diversas ascendencias en este tipo de investigaciones ha llevado a una comprensión incompleta de las variantes genéticas asociadas con el cáncer de próstata en diferentes grupos étnicos. Un grupo de investigadores realizó un estudio de asociación genómica en múltiples ancestros, abordando esta limitación realizando un meta análisis a nivel mundial, utilizando alrededor de 150,000 casos de cáncer de próstata y aproximadamente 700,000 controles de hombres entre europeos, africanos, asiáticos e hispanos, lo que arrojó un aumento del 57% en los casos no europeos a diferencia de estudios anteriores de asociación genómica en el cáncer de próstata, el aumento observado en este nuevo estudio fue del 3% en asiáticos, 14% en europeos, 15% en hispanos y 23% en africanos (ver Figura 1).

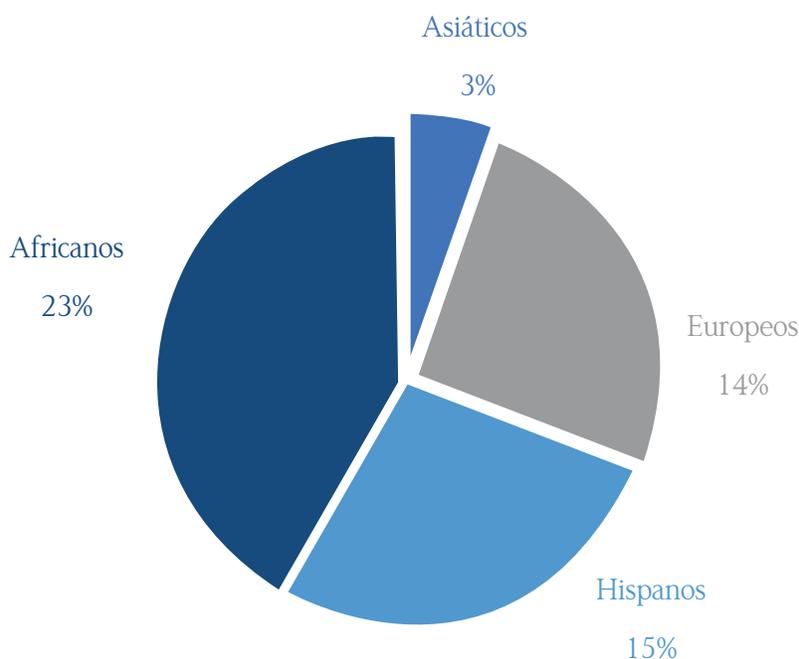


Figura 1. Aumento de variantes genéticas asociadas con el cáncer de próstata en diferentes poblaciones

Figura 1. Aumento de variantes genéticas asociadas con el cáncer de próstata en diferentes poblaciones

En total se identificaron 451 variantes de riesgo significativas a nivel mundial para el cáncer de próstata en análisis de múltiples ancestros, incluyendo 187 que no se habían detectado previamente. De estas nuevas variantes de riesgo se identificaron 28 que alteran directamente la estructura de las proteínas, también se encontró una relación entre las variantes genéticas identificadas y la agresividad del cáncer de próstata; esta asociación se basa en el análisis de la expresión de genes y las variantes genéticas identificadas en el estudio, que sugieren una conexión entre la información genética y la naturaleza agresiva del cáncer de próstata, siendo los hombres de ascendencia africana con cáncer de próstata, los individuos con mayor riesgo de enfermedad agresiva en comparación con la no agresiva. Este hallazgo se refuerza al tener en cuenta las variantes relacionadas con el antígeno prostático específico (PSA), el cual es un marcador comúnmente utilizado para evaluar la salud de la próstata.

Si bien este estudio no habla sobre el descubrimiento de una cura o de un tratamiento novedoso para el cáncer de próstata, los resultados obtenidos no solo amplían nuestro conocimiento de las variantes genéticas asociadas con el cáncer de próstata, sino que también destacan la complejidad y la diversidad genética que está detrás de esta enfermedad, además de que reveló información valiosa para la detección temprana del cáncer de próstata; dado que muchos casos de cáncer de próstata diagnosticados hoy en día podrían no llegar nunca a poner en peligro a sus portadores, diferenciar el riesgo de padecer una enfermedad agresiva mediante el análisis de puntuación de riesgo es un factor clave para el correcto tratamiento del cáncer de próstata.

---

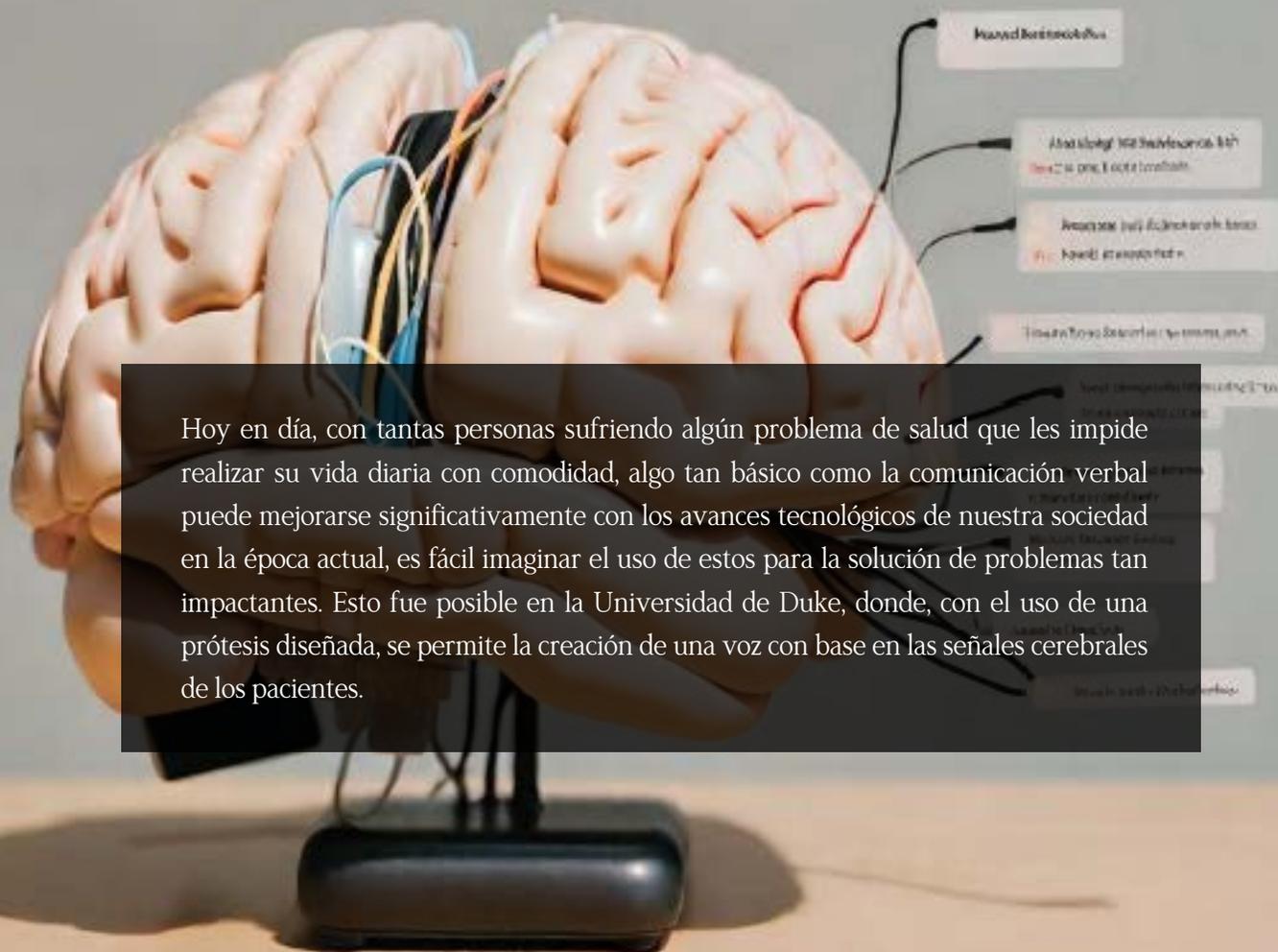
### *Referencias Bibliográficas:*

- [1] «Estadísticas importantes sobre el cáncer de próstata». Accedido: 23 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://www.cancer.org/es/-cancer/tipos/cancer-de-prostata/acerca/estadisticas-clave.html>
- [2] «Cancer today». Accedido: 23 de noviembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <http://gco.iarc.fr/today/home>
- [3] A. Wang et al., «Characterizing prostate cancer risk through multi-ancestry genome-wide discovery of 187 novel risk variants», *Nat Genet*, pp. 1-10, nov. 2023, doi: 10.1038/s41588-023-01534-4.

# Hablar sin palabras: un gran avance de las prótesis neurocognitivas

Por **Mauricio Adrián Pinales Jiménez**

Estudiante de Ingeniería Biomédica, Instituto de Ingeniería y Tecnología, UACJ



Hoy en día, con tantas personas sufriendo algún problema de salud que les impide realizar su vida diaria con comodidad, algo tan básico como la comunicación verbal puede mejorarse significativamente con los avances tecnológicos de nuestra sociedad en la época actual, es fácil imaginar el uso de estos para la solución de problemas tan impactantes. Esto fue posible en la Universidad de Duke, donde, con el uso de una prótesis diseñada, se permite la creación de una voz con base en las señales cerebrales de los pacientes.

Si bien es cierto que desde antes existen herramientas que permiten y facilitan la comunicación a personas que sufren trastornos motores como la esclerosis lateral amiotrófica (ELA), los cuales reducen la capacidad de comunicación verbal de las personas que lo padecen, esto suele ser "muy lento y tedioso", según lo expresado por el mismo Dr. Gregory Cogan, uno de los principales investigadores al mando de este innovador proyecto. En este contexto, la presentación de prótesis del habla neural surge como un camino prometedor, ya que busca, decodificar directamente el habla a partir de las señales cerebrales, ofreciendo así una alternativa más rápida y precisa.

El funcionamiento es basado en el uso de micro-electrocorticografía ( $\mu$ ECoG) de alta resolución que permite una grabación excepcionalmente detallada de la actividad cerebral durante la producción del habla. Con este tipo de señales se demuestra un rendimiento significativamente mayor en la decodificación del habla, ya que supera los límites presentados por los métodos anteriores existentes como la electrocorticografía de macroelectrodos.

La prueba de funcionamiento de esta innovación se hizo bajo una prueba de escuchar y repetir en 4 pacientes, los cuales fueron seleccionados a usar el dispositivo de manera temporal debido a que estos serían sometidos a una cirugía por algún trastorno del movimiento o por algún tumor cerebral. En las etapas iniciales había una fase de calibración que utilizaba ciertos estímulos verbales específicos para

lograr un mapeado sobre la actividad cerebral asociada a la articulación de fonemas. Con esto realizado fue posible el ajuste del dispositivo para lograr la interpretación de manera precisa de las señales neuronales y traducirlas en instrucciones para la generación de palabras. Esta meticulosa atención permitió una personalización adecuada para los distintos casos presentados en los pacientes y para cada uno de ellos dado a su anatomía cerebral y patrones de activación neuronal.

Con esto logrado y como se observó en el estudio, además de presentar una solución para la comunicación de los pacientes, también se pudo notar un aumento de confianza y autoestima en ellos; y es fácil imaginar que, cuando llegue esta innovación a gran parte de aquellos que lo requieran, les apoye de igual manera. Si bien se ve un futuro prometedor con esto en desarrollo, hacen notar que existe un camino aún muy largo por recorrer para permitir que la prótesis esté disponible al público, ya que estando en estas primeras etapas, aún es muy lento el método comparándolo con el habla natural.

---

### *Referencias Bibliográficas:*

Duraivel, S., Rahimpour, S., Chiang, CH. et al. High-resolution neural recordings improve the accuracy of speech decoding. *Nat Commun* 14, 6938 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41467-023-42555-1>

# La sombra que enciende el cielo: descifrando los eclipses



**Brandon Yahir Templos Marín**

Estudiante de Ingeniería Biomédica, Instituto de Ingeniería y Tecnología, UACJ

A mediados del mes de octubre, vivimos un evento fascinante: el eclipse anular. Cada persona disfrutó de este fenómeno astronómico a su manera; sin embargo, ¿qué fue lo que ocurrió y por qué fue un evento tan importante?

De manera general, un eclipse se genera cuando la posición relativa de la Tierra y la Luna impiden el paso normal de la luz del sol. Para entender este fenómeno, hay que comprender que la Tierra mantiene una rotación elíptica respecto al sol; mientras que, la luna sostiene una rotación alrededor de la Tierra, pero esta tiene un ángulo de inclinación de  $5^{\circ}$ . ¿Qué quiere decir esto? La luna, al tener cierta inclinación respecto a la Tierra, ocasiona que ambos cuerpos celestes no se encuentren en el mismo plano; sin embargo, sí existe un momento en el que los dos planos, el de la Luna y la Tierra, se interceptan. A esa posición de coincidencia se le conoce como Línea de los Nodos (Figura 1). Cuando el plano de rotación de la Luna está próximo a la Línea de los Nodos, tenemos como resultado un maravilloso eclipse.

Existen dos tipos principales de eclipse: eclipse de sol y eclipse de luna. Dentro de los eclipses de sol podemos encontrar 3 variantes: eclipse solar total, anular o parcial. Mientras que los eclipses de Luna pueden ser dos: eclipse lunar total o parcial.

El tipo de eclipse dependerá de la posición de la Luna. Ya sabemos que un eclipse se genera cuando la Luna entra en la Línea de los Nodos. Una vez dentro de esa línea, si la Luna se interpone entre el Sol y la Tierra, se da lugar a un eclipse solar, mientras que, si la Tierra se interpone entre la Luna y el Sol, se genera un eclipse lunar.

Primero, tomemos de ejemplo la situación en la que la Luna está entre el Sol y la Tierra (eclipse solar). Un eclipse solar parcial ocurrirá cuando la Luna cubre sólo una parte del Sol, por lo que la estrella parecerá que

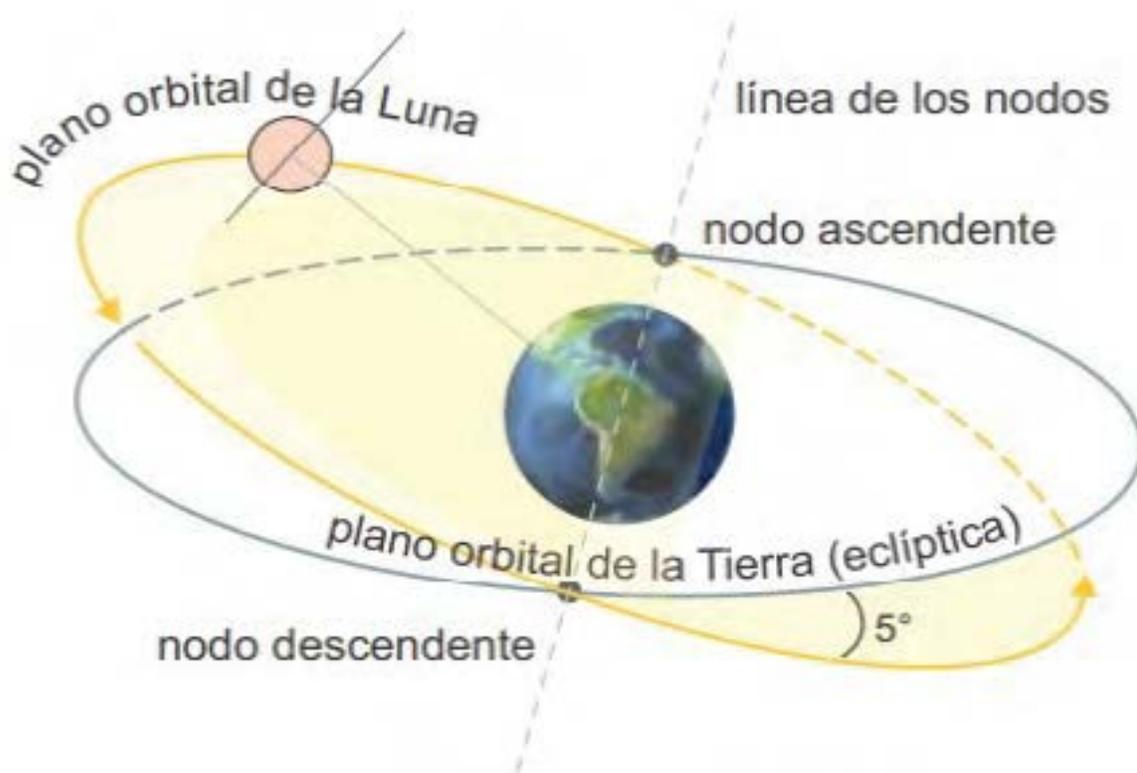


Figura 1. Línea de los nodos. Tomada de [1]

está cortada. Por otro lado, si la Luna sí cubre al Sol, pero se encuentra en su punto más lejano de la Tierra, aparentará que es más pequeña que el Sol, y no lo cubrirá en su totalidad, generando un anillo de luz y dando lugar a un eclipse anular, como el que presenciamos el 14 de octubre de 2023 en México y otras partes del mundo. Además, en el caso de que la Luna cubra totalmente al Sol, sólo se observará la corona solar lo que es conocido como eclipse solar total.

Para los eclipses lunares, cuando la Luna no está totalmente cubierta por la sombra que genera la Tierra, notaremos que el satélite estará oscurecido de una parte, por eso se conoce como eclipse lunar parcial. Mientras tanto, cuando la Luna sí es cubierta por la sombra de la Tierra, recibe la luz del Sol dispersada a través de la atmósfera terrestre, lo que le da un color rojizo, fenómeno conocido como “Luna de sangre” o eclipse lunar total.

Es interesante la manera en la que los cuerpos celestes, simplemente con variar un poco su posición, nos otorgan la oportunidad de presenciar fenómenos astronómicos tan encantadores, que nos provocan satisfacción, y despierta en nosotros esa curiosidad por comprender más acerca de nuestro cosmos, las maravillas que realiza y el significado que tiene cada evento astronómico para la humanidad. Los eclipses, especialmente los solares, como el anular, son escasos, por lo que hay que aprovechar este regalo de la naturaleza cada que la ocasión se presente.

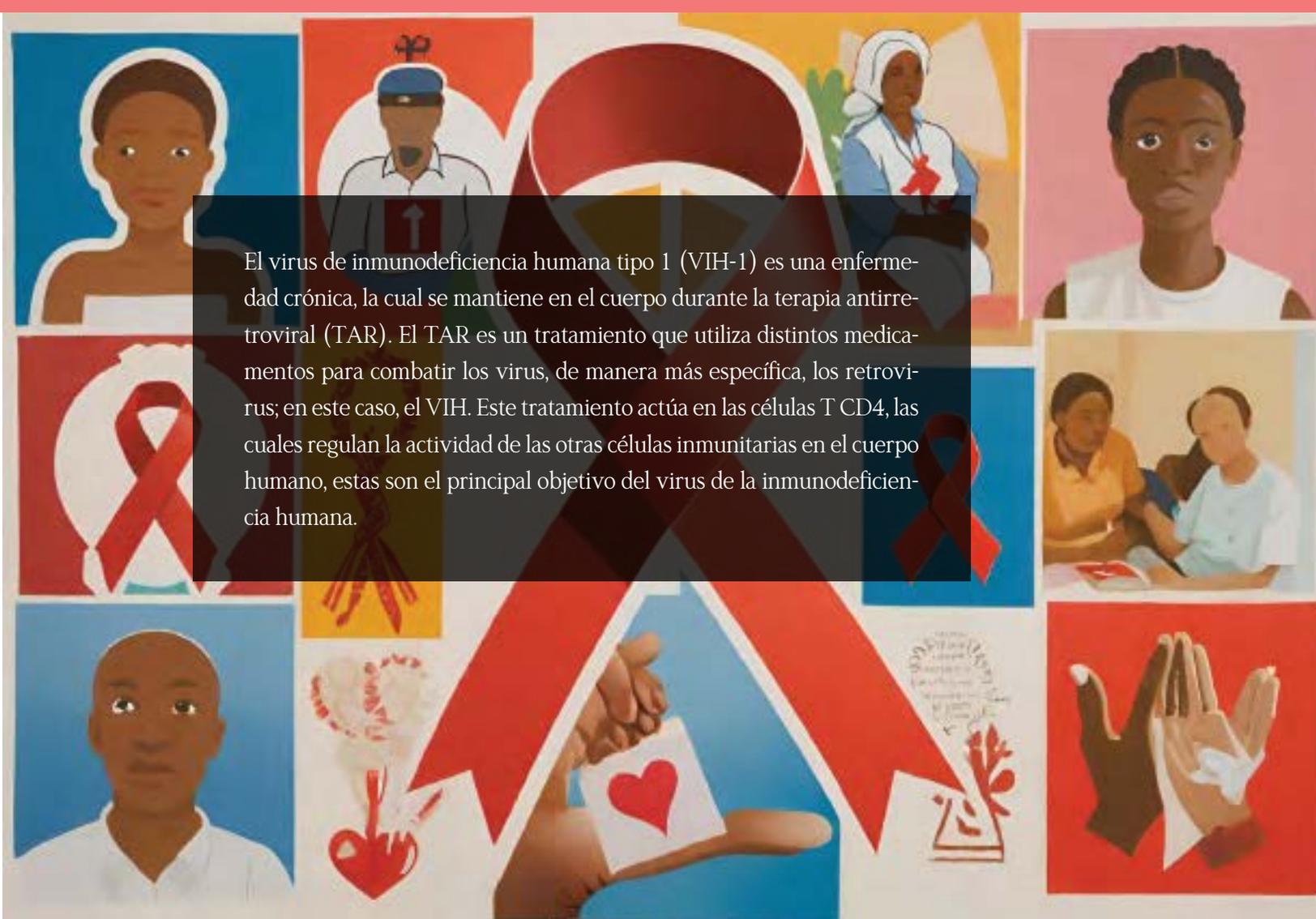
---

#### *Referencias Bibliográficas:*

- [1] “SolyEclipses\_cast\_web.pdf”. Consultado: el 21 de octubre de 2023. [En línea]. Disponible en: [https://ecfm.usac.edu.gt/cifuentes/NASE/Libros/SolyEclipses\\_cast\\_web.pdf](https://ecfm.usac.edu.gt/cifuentes/NASE/Libros/SolyEclipses_cast_web.pdf)
- [2] “Información sobre el eclipse anular del 14 de octubre de 2023 - NASA Science”. Consultado: el 21 de octubre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://science.nasa.gov/resource/informacion-sobre-el-eclipse-anular-del-14-de-octubre-de-2023/>

# De la ciencia a la resiliencia: el camino hacia una cura definitiva del VIH-1

Por **Jaqueline Gutiérrez Tapia / Daniela Alejandra Chávez Espino**  
Estudiantes de Ingeniería Biomédica, Instituto de Ingeniería y Tecnología, UACJ



El virus de inmunodeficiencia humana tipo 1 (VIH-1) es una enfermedad crónica, la cual se mantiene en el cuerpo durante la terapia antirretroviral (TAR). El TAR es un tratamiento que utiliza distintos medicamentos para combatir los virus, de manera más específica, los retrovirus; en este caso, el VIH. Este tratamiento actúa en las células T CD4, las cuales regulan la actividad de las otras células inmunitarias en el cuerpo humano, estas son el principal objetivo del virus de la inmunodeficiencia humana.

Por parte del departamento de farmacología clínica del Centro Médico Universitario de la Utrecht, se realizó un estudio en un varón de 53 años, el cual tuvo un período largo sin presentar síntomas del VIH-1. El paciente se realizó un trasplante de médula ósea para tratar la leucemia mieloide aguda, a partir de esto, se estudió cuidadosamente durante 9 años cómo reaccionaba el paciente.

Los investigadores encontraron en ocasiones ADN del VIH-1 en ciertas células y tejidos, para ello se utilizaron técnicas especiales como el PCR digital en gotas, el cual es una técnica de laboratorio que se utiliza para poder analizar y copiar material genético, como el ADN; así como también ensayos de hibridación in situ, que nos permite localizar una molécula en específico dentro de una célula. Gracias a estas técnicas se reveló que el virus seguía siendo capaz de replicarse.

Después de vivir 4 años sin tratamiento, se presentaron niveles bajos de la respuesta inmunológica y una disminución en las defensas que actúan contra el VIH-1. Afortunadamente, no hubo señales de que el virus regresara al cuerpo del paciente, y la falta de evidencia de una activación viral sugiere que el sistema inmunológico logró eliminar de manera efectiva el VIH-1. Este descubrimiento resulta interesante, pues, sugiere que el trasplante de médula ósea podría tener un efecto positivo en personas con VIH.

El análisis del virus del VIH-1 es fundamental para comprender adecuadamente la evolución de la infección, y predecir el curso clínico de la enfermedad. En el análisis se utilizaron células sanguíneas para medir la cantidad de virus VIH-1 y estudiar una parte específica del virus llamada bucle V3. Para ello se seleccionaron distintas secuencias para analizar cómo afecta el virus en el tipo de receptor que utiliza; los receptores actúan como una cerradura en la superficie de las células, el virus necesita encontrar la cerradura para entrar en la célula y causar la infección. Se utilizó esta parte en particular debido a que el bucle V3 es esencial en la interacción del VIH con las células del paciente.

Se implementaron 2 distintas variaciones del virus, una variación es la R5-trópicas que utilizan el receptor CCR5, siendo estos los principales responsables de la transmisión y establecimiento de la infección por VIH-1, donde la etapa más predominante es la asintomática. También, se tiene el tipo X4- trópicas que utiliza el receptor CXCR4, esta se encuentra asociada a una progresión más rápida de la enfermedad.

Se examinaron detenidamente el sistema inmunológico y el virus VIH-1. Durante el estudio se midió la cantidad de material genético del VIH-1 usando técnicas automáticas, evaluando así su presencia y la carga viral en muestras pequeñas de sangre y líquido alrededor del cerebro, igual que en las células T CD4. En el estudio también se llevaron a cabo comparaciones de muestras de personas con y sin VIH-1. El estudio del trasplante de células madre hematopoyéticas (TCMH) proporciona pruebas sólidas de la curación del VIH-1. Aún son necesarias más investigaciones para comprender completamente cómo el trasplante de células madre hematopoyéticas (TCMH) ayuda en la curación del VIH-1, sin embargo, estos nuevos descubrimientos pueden dar nuevas perspectivas para que científicos y clínicos continúen trabajando en un tratamiento para el VIH-1.

**Trasplante de células madre hematopoyéticas (TCMH): Se refiere de esta manera específica al trasplante de células madre que tienen la capacidad de generar células sanguíneas que se encuentran en la médula ósea.**

#### *Referencias Bibliográficas:*

B.-E. O. Jensen et al., «In-depth virological and immunological characterization of HIV-1 cure after CCR5Δ32/Δ32 allogeneic hematopoietic stem cell transplantation», *Nat. Med.*, vol. 29, n.º 3, pp. 583-587, mar. 2023, doi: 10.1038/s41591-023-02213-x

# Día Internacional de la Ingeniería Biomédica

**Por Dr. Víctor Gómez Flores**

Profesor por honorarios IIT-UACJ / Candidato SNI



El 05 de diciembre es reconocido como el Día Internacional de la Ingeniería Biomédica, pero ¿qué es esta disciplina?, ¿por qué se estudia? o ¿por qué es atractiva? Desde un punto de vista formal se define a la ingeniería según la Real Academia Española como “conjunto de conocimientos orientados a la invención y utilización de técnicas para el aprovechamiento de los recursos naturales o para la actividad industrial” [1], por ende Bio tiene sus bases en latín que significa vida y médico como “conjunto de conocimientos y técnicas aplicados a la predicción, prevención, diagnóstico y tratamiento de las enfermedades humanas y, en su caso, a la rehabilitación de las secuelas que puedan producir” [2]. Es decir, en términos prácticos es: una de las disciplinas más jóvenes de la ingeniería, que a través de la comprensión de las ciencias de la vida busca aplicar los conocimientos de las ciencias de la ingeniería a fin de formular, interpretar e implementar soluciones para la mejora de la salud [3]. La ingeniería biomédica se puede dividir en diferentes áreas: biomedicina, procesamiento de señales e imágenes médicas, ingeniería clínica, diseño de prótesis y órtesis, biomecánica, bioinstrumentación, ingeniería tisular, etc, [4], [5]. cada una de estas aportan un conocimiento fundamental y preciso sobre cómo atender y solucionar una problemática específica y que, en conjunto con los médicos y otros profesionales de la salud, buscan mejorar la salud del paciente. Se ha aportado mucho desde sus inicios, algunos de ellos desde los antiguos implantes dentales impulsados por los egipcios, las prótesis de madera en los antiguos marineros, hasta hoy en día con las innovadoras formas de diagnóstico y tratamiento, ya sea la tomografía computarizada, ultrasonido, monitores cardíacos, resonancia magnética o las cirugías robóticas. Lo cierto es que cada avance demuestra la capacidad y el deseo de ayudar a la población a contar con mejores herramientas que puedan combatir padecimientos o enfermedades, prevenirlas, o por qué no, hasta erradicarlas.

La ingeniería biomédica está en todas partes, hasta en

Hollywood en películas como Terminator (1984), Robocop (1987), el hombre bicentenario (1999) o Ironman (2008), suena curioso pero algunos especialistas de esta disciplina las tuvieron de inspiración como un ¿y qué tal si se pudiera...? Al ver estas historias, quizá no volar, lanzar rayos de plasma por las manos o el pecho, tener mirada láser o estar fusionados a una máquina, se puede tener la posibilidad utilizar la tecnología para ayudar a alguien a caminar o recuperar el movimiento con alguna prótesis, garantizar un diagnóstico certero con apoyo de la inteligencia artificial o regenerar tejidos con ayuda de un biomaterial. Todos estos avances, el pasado, el presente y el futuro de la ingeniería biomédica constan y se sustentan en jóvenes entusiastas que se plantearon la posibilidad de crear un mundo saludable y con una mejor calidad de vida para todos. El 5 de diciembre no solo es el Día Internacional de la Ingeniería Biomédica, también es de aquellos estudiantes y profesionistas que quieren ayudar a través de la tecnología médica el progreso de la salud. La ingeniería biomédica es pues una carrera con muchas posibilidades, multidisciplinaria, difícil en algunos sentidos, pero muy humana.

---

#### Referencias Bibliográficas:

- [1] R.- ASALE y RAE, «ingeniería | Diccionario de la lengua española», «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. Accedido: 4 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://dle.rae.es/ingeniería>
- [2] R.- ASALE y RAE, «medicina | Diccionario de la lengua española», «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. Accedido: 4 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible en: <https://dle.rae.es/medicina>
- [3] N. Gordillo, «Introducción a la ingeniería biomédica», vol. 19-41. Ciudad Juárez: UACJ, 2012.
- [4] B. Karagözoglu, «Biomedical engineering: Education, research and challenges», en 2013 The International Conference on Technological Advances in Electrical, Electronics and Computer Engineering (TAECE), may 2013, pp. 430-436. doi: 10.1109/TAECE.2013.6557313.
- [5] «MIT Biological Engineering & Biomedical Engineering Society». Accedido: 4 de diciembre de 2023. [En línea]. Disponible en: [https://web.mit.edu/bmes/www\\_old/academics.html](https://web.mit.edu/bmes/www_old/academics.html)

# Voces desde la prisión: pérdida de la libertad y estereotipos de género

**Por Anett Giselle González Rentería**

Estudiante de Ingeniería Biomédica, Instituto de Ingeniería y Tecnología, UACJ

Los estereotipos de género son expectativas culturales que influyen en cómo las personas deben comportarse en función de su género, moldeando roles, responsabilidades y conductas. Un estudio realizado por dos investigadoras del Colegio del Estado de Hidalgo examinó cómo estos estereotipos afectan la percepción de la privación de la libertad en hombres y mujeres, así como su relación con las condiciones en las que viven en prisión.

En los testimonios de dos individuos, uno condenado por secuestro y otro por acoso sexual, se revelaron las experiencias y perspectivas relacionadas con la privación de libertad y la carga emocional que conllevan los estereotipos de género. Uno de ellos compartió haber crecido en una familia unida, donde nunca sufrió

violencia, él comentaba sentir presión, vergüenza y preocupación por no poder cumplir con su rol social tradicional, esta situación le llevó a experimentar sentimientos de autocrítica y fracaso debido a su incapacidad para proveer económicamente a su familia mientras estaba encarcelado.

Por otro lado, el segundo individuo creció en un entorno familiar estable y no violento, pero cuando formó su propia familia, enfrentó conflictos y ataques verbales por parte de las hermanas de su expareja, según afirma “Yo me hacía cargo de lo económica de ella y mi hijo, a veces me apoyaba, trabajaba conmigo, pero más se quedaba a cuidar al niño y eso”. A pesar de ser el proveedor, durante su encarcelamiento no se encontraba preocupado por no serlo más, sino que se centra-

ba más en sus logros personales, además, contaba con el apoyo de su familia, los cuales se aseguraban de que se encontrara cómodo dentro de la cárcel.

En contraste, los testimonios de dos mujeres condenadas ofrecieron una perspectiva diferente a las experiencias de los dos individuos previamente mencionados. Una de ellas experimentó una vida marcada por la violencia y la limitación de su autonomía, tanto en su crianza como en su matrimonio, debido a las restricciones impuestas por los estereotipos de género. Su encarcelamiento resultó en el abandono de su familia, lo que le causó un profundo dolor relacionado con la responsabilidad de haber dejado a sus hijos solos y el hecho de que, al crecer, también la abandonaron, a pesar de estas dificultades, esta mujer mantenía la esperanza de rehacer su vida tras su liberación.

En cuanto a la segunda mujer, pese a no haber experimentado violencia en su crianza, creció en una familia conservadora que limitaba sus actividades, especialmente en lo que respecta al contacto con hombres. Su tiempo en prisión le brindó la oportunidad de aprender

nuevas habilidades y reflexionar sobre la relación con su esposo, durante este período, aprendió a valorar su independencia y la capacidad de tomar decisiones por sí misma, algo que no había experimentado en su vida cotidiana antes de su encarcelamiento. Su testimonio sugiere que, para algunas mujeres, la vida en libertad puede ser más desafiante que la vida en prisión.

Mientras los hombres en prisión enfrentaban preocupaciones económicas y de roles de género, como no poder cumplir su papel de proveedor, no enfrentaban el abandono social y familiar de la misma manera que alguna de las mujeres entrevistadas. Por otro lado, las mujeres encontraron en la prisión un espacio para el crecimiento personal y la liberación de expectativas tradicionales de género.

Estos relatos resaltan la importancia de cuestionar y abordar estos estereotipos arraigados en la sociedad y cómo impactan en las vidas de las personas, tanto dentro como fuera de la prisión.

---

#### *Referencias Bibliográficas:*

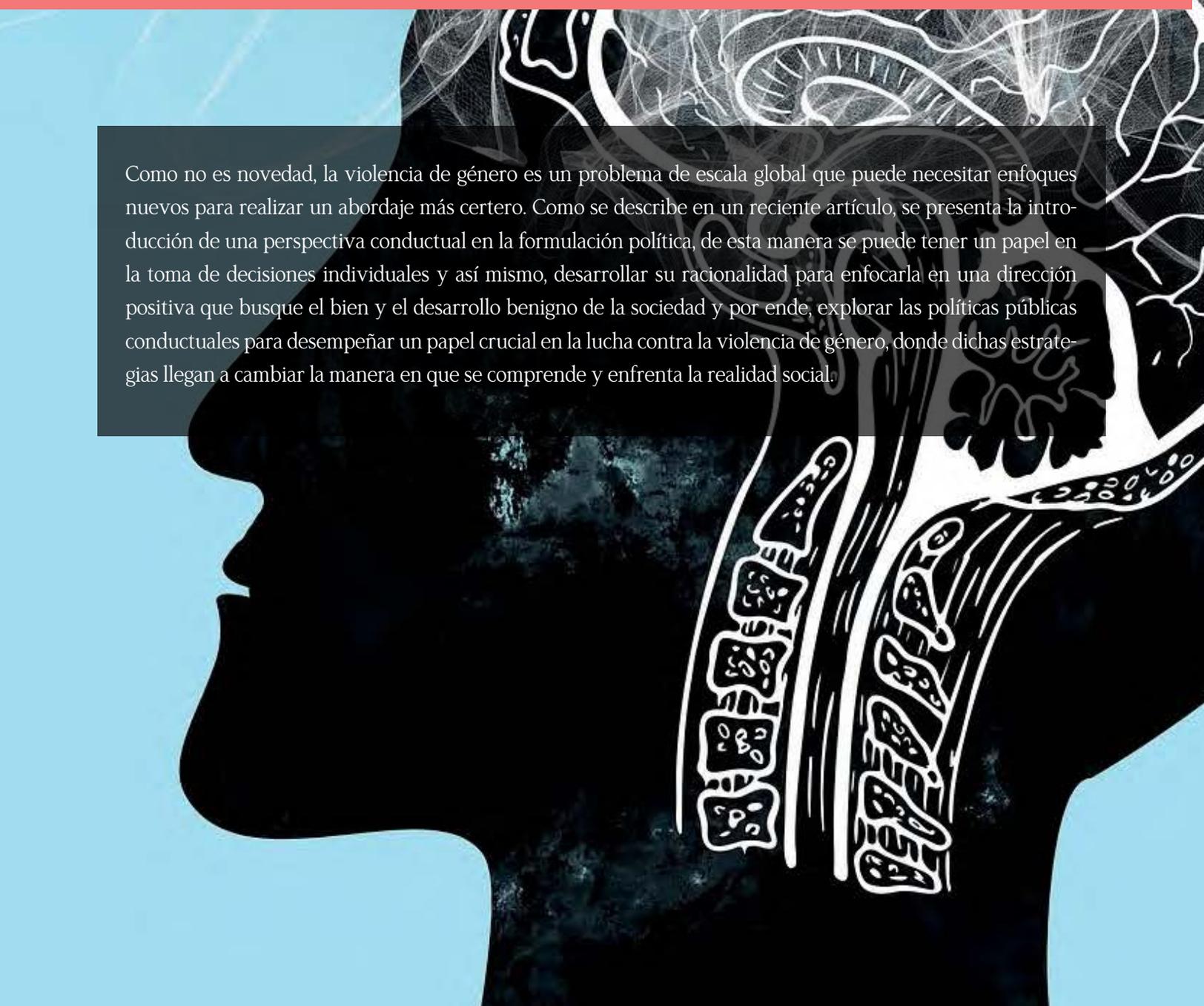
- [1] P. Sánchez & V. Ruiz, "Impacto de los estereotipos de género en condiciones de privación de la libertad", *Revista de ciencias sociales y humanidades*, vol. 44, pp. 147-172, 2023. <https://doi.org/10.28928/ri/942023/aot2/sanchezlunap/ruizarriagav>

# Rompiendo barreras: políticas públicamente conductuales para erradicar la violencia de género

Por **Mauricio Adrián Pinales Jiménez**

Estudiante de Ingeniería Biomédica, Instituto de Ingeniería y Tecnología, UACJ

Como no es novedad, la violencia de género es un problema de escala global que puede necesitar enfoques nuevos para realizar un abordaje más certero. Como se describe en un reciente artículo, se presenta la introducción de una perspectiva conductual en la formulación política, de esta manera se puede tener un papel en la toma de decisiones individuales y así mismo, desarrollar su racionalidad para enfocarla en una dirección positiva que busque el bien y el desarrollo benigno de la sociedad y por ende, explorar las políticas públicas conductuales para desempeñar un papel crucial en la lucha contra la violencia de género, donde dichas estrategias lleguen a cambiar la manera en que se comprende y enfrenta la realidad social.





Algunas de las herramientas de política pública conductual que desarrolla el artículo para la lucha contra la violencia de género son los “Nudges” y “Boosts”. Los “Nudges” se basan en las políticas públicas y la psicología presente en ciertas intervenciones en el entorno que pueden influir en la toma de decisiones y el comportamiento de los individuos, de esta manera, según Dan Kahan, “a los reformadores les resulta más conveniente utilizar una estrategia simple de nudges que con el tiempo induciría a los responsables de la toma de decisiones y al público en general a tolerar menos la violencia doméstica”.

Dicha herramienta presenta distintas posibilidades que se pueden resumir en campañas de concientización sobre la importancia de denunciar los casos existentes de violencia y de igual forma, generar un entorno más igualitario y respetuoso para reducir los índices de riesgo en violencia de género, también visualiza que existen casos donde se obtiene lo contrario a lo deseado, dentro del artículo se establece que el grupo Busara realizó una investigación orientada a la ciencia del comportamiento para diseñar intervenciones en busca de promover el desarrollo social, donde se observó un patrón en el cual los participantes eran menos propensos a denunciar cualquier caso de violencia por la carga de la responsabilidad social que sentían.

Por otro lado, los “Boosts” se enfocan en mejorar las habilidades y competencias de los individuos, esto puede ser a través de programas de educación para identificar y prevenir la violencia de género. Se da a entender que las políticas públicas conductuales logran demostrar su relevancia como una herramienta valiosa en la lucha contra la violencia de género. Esto lo consigue debido a que revela la importancia de la denuncia y la búsqueda de mejora de habilidades para prevenir la violencia de género, dicho tipo de estrategias están tomando parte de un gran cambio en la sociedad.

---

#### Referencias Bibliográficas:

- [1] A. Hortal, “Combatiendo la violencia de género a través de políticas públicas conductuales: alcances y limitaciones”, *RETOS Rev. Cienc. Adm. Econ.*, vol. 13, núm. 25, pp. 69–83, sep. 2023, doi: 10.17163/ret.n25.2023.05.

UACJ por el mundo



THE UNIVERSITY OF  
**AUCKLAND**  
Te Whare Wānanga o Tāmaki Makaurau  
NEW ZEALAND

**AUCKLAND**  
**BIOENGINEERING**  
INSTITUTE

# Jaime Lara: un talento juarense en Nueva Zelanda

Jesús Daniel Espinoza



En una entrevista para Ciencia Vital, el Dr. Jaime Lara, quien es egresado de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ), segunda generación de Ing. Biomédica (2009-2014), nos cedió amablemente parte de su tiempo para compartir un poco de su trayectoria académica y científica.

Desde joven, tuvo una inclinación hacia la ingeniería y por ayudar a las personas; si bien había tenido experiencias previas con equipos médicos, no se visualizaba como médico, en donde había que trabajar en un hospital realizando cirugías. Ante este panorama, descubrió la ingeniería biomédica, por la que se decantó, aprovechando que en la UACJ estaba ofertándose, sin la necesidad de moverse de ciudad ni de invertir en ello.

Durante sus estudios de ingeniería, tuvo la oportunidad de trabajar en los laboratorios de la universidad junto con investigadores, por lo que

comenzó a interesarse por el campo de la producción científica. Durante este tiempo, su enfoque se dio en la instrumentación electrónica, desarrollando un sistema de electrooculografía para personas con discapacidad, es decir, un sistema que funciona a partir de la exploración del movimiento de los ojos, aplicado en el manejo de herramientas, como un teléfono celular, para personas con parálisis. Debido a esto y a que en ese momento la oferta laboral para un biomédico era limitada, es que decidió estudiar una maestría.

En 2016, pudo entrar a estudiar al Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV), en donde realizó una Maestría en Bioelectrónica, mencionando que se decidió por ella por el nivel y la calidad del programa y de los investigadores. Durante su estadía, pudo trabajar con investigaciones, en la ablación y tratamiento por microondas para el cáncer de mama.

Para poderse financiar su estadía en la Ciudad de México, el Dr. Lara tuvo el apoyo de una beca CONACYT, por la que no tuvo que pagar inscripción o colegiatura en el CINVESTAV, y que, además, recibía un sueldo para cubrir la renta, alimentación y gastos que tuvo. Como nota adicional, el Dr. Lara comentó que tuvo que ganarse a los profesores de maestría, en el sentido que tuvo que esmerarse para ser considerado como un investigador que era capaz de cumplir con los objetivos; por lo que poco a poco pudo hacerse de mentores que lo incentivaron a continuar con sus estudios con un doctorado y, además, fuera el país.

Para 2018, dos años después de haber terminado su maestría, empezó su Doctorado en Bioingeniería en la Universidad de Auckland, en Nueva Zelanda, luego de haber aplicado a una beca completa en la misma universidad, que le permitía pagar la inscripción y también tener un sueldo. Su enfoque en este periodo fue el uso de tecnologías y sensores para robótica flexible, con lo que trataba de detectar señales de los músculos para controlar prótesis; pudiendo colaborar con otras universidades, como la Universidad de Stuttgart, de Alemania.

En la entrevista para Ciencia Vital, se le preguntó sobre el tema del inglés para el ingreso a su maestría y doctorado, a lo que el Dr. Lara compartió que consiguió aprenderlo desde que era un niño, pero que antes de mudarse a Auckland, no había estado en alguna institución en donde este idioma fuera primordial. Si bien tenía las habilidades básicas, se dio cuenta que tenía que aprender otras más técnicas para poder trabajar. Del mismo modo, compartió que:

*“Yo siempre les digo, si alguien está en la universidad y tiene la oportunidad y el tiempo: estudien inglés. [...] El inglés es el idioma principal en muchos lados del mundo, así que te abre más puertas”*

Sobre el tema de diferencias en el desarrollo de investigaciones entre México y Nueva Zelanda, el Dr. Lara dio su punto de vista, que consistió que, en ciertos aspectos, ambos países son bastantes similares, como lo es el desarrollo de temas para una investigación, plantear preguntas, planear un protocolo y hacer experimentos. Pero es la cultura alrededor lo que los hace distintos; mientras que, en México, el enfoque está en el investigador que desarrolla y está a cargo de las investigaciones, en Nueva Zelanda, se da más que cada estudiante tenga que aprovechar el tema que se le da. También, mencionó que México cuenta con una mejor escuela en cuanto a la constancia y disciplina. Hablando de formar relaciones con colaboradores de investigación, indicó que Nueva Zelanda tiene un enfoque más fuerte, pues se trata de encontrar el factor humano de hacer conexiones y saber relacionarse; En México, pocas veces se conocen profesores o estudiantes de otras universidades. Se le preguntó sobre el impacto de sus estudios en la UACJ en su trayectoria académica a la hora de cursar la maestría y el doctorado, y comentó que la UACJ tiene instalaciones de primer nivel, equipos

de instrumentación electrónica, hardware y software que muchas universidades públicas en México no tienen; lo que ofrece “un as bajo la manga” con el que se puede competir con otras personas, que tal vez poseen un conocimiento teórico, pero que gracias al conocimiento físico-práctico, es que se puede sobresalir.

El Dr. Lara no solo estudió en Nueva Zelanda, sino que actualmente trabaja para la Universidad de Auckland (además de que tiene un puesto como ing. De diseño de producto para una importante empresa fabricante de electrodomésticos); durante sus estudios, dijo que, si bien el objetivo era terminar el proyecto de investigación, también prestó atención a los consejos de que se realizaran prácticas como tutor, asesor, dando clases o como profesor asistente de tiempo parcial. A esto, compartió:

*“... (la universidad) te va formando a no solamente a ser un investigador, sino también a ser una persona que puede ser capaz de transmitir tus conocimientos a otros estudiantes”.*

Comentó también que ya tenía una actitud dispuesta a saber un poco de todo y de aportar, lo que se trasladó a su doctorado, haciéndose una buena reputación. En relación con esto, dijo:

*“Siempre hay que ser... digamos, curioso y un poco metiche, [ya que] nunca sabes cuando puedes aprender algo que [...] en el futuro, te va a sacar de algún apuro”.*

Dio su punto de vista sobre saber trasladar la investigación a la gente en general; que en un inicio tal vez no les “sirva”, pero que por lo menos se den cuenta del mérito y que estén enterados para qué se utilizan sus impuestos, hablando de becas de estudiantes. También, considera que hay que incentivarlos, desde niños, por las ciencias, ofrecerles una ventana para que puedan observar qué es lo que se hace, para qué y por qué se hace y qué puede ganar la ciudad con ello.

Mencionó que, para lo anterior son necesarios dos elementos: saber qué se está haciendo y saber replantear las cosas para entender y dar a entender qué se está haciendo.

Consideró que es importante saber conectar a varios niveles con la investigación, pues así se abren puertas a más recursos, a más interés y a vencer el miedo de la gente por la ciencia, generando confianza y gusto, trayendo aún más recursos a largo plazo.

Sobre retos y aportaciones que ha realizado al área de la investigación en salud, nos compartió que, durante su maestría, pudo aportar con una forma de hacer que la experimentación en el tratamiento de cáncer de mama fuera más sencilla. La experimentación consistía en aplicar calor mediante antenas aplicadores de microondas en cerdos; pero, debido al calibre de las antenas, no era muy aplicable en seres humanos, pues ya era más conveniente realizar cirugía que utilizar los aplicadores. El Dr. Lara, ideó una forma de hacer las antenas aplicadores con un calibre menor, lo que conllevó a tener la posibilidad de realizar los experimentos en ratones, modelos más fáciles de manipular genéticamente para ya poder trabajar sobre tumores directamente.

Por otro lado, uno de los retos a nivel académico fue el

nivel de competencia, pues era bastante alto, por lo que tuvo que ponerse al corriente con los temas en los que flaqueaba para seguir aprendiendo. Por esto, nos comentó:

*“Al final de cuentas, depende de ti. Continuar tu preparación y llenar esos huecos”*

En el aspecto personal, mencionó que fue pesado moverse de ciudad, cambiarse de país y llegar para volver a empezar y hacer nuevos contactos.

Hablando de los méritos resultados por los retos tomados, el Dr. Lara comunicó que le es muy gratificante cuando sus compañeros o sus estudiantes asesorados ganan un reconocimiento o premio, porque se puede ver su apoyo a las metas de ellos; como méritos propios, también compartió una experiencia en la que la revista Transactions on Biomedical Engineering, de la, IEEE puso como portada y de mención honorífica un artículo que él había publicado. Relacionada a la pregunta anterior, se le preguntó sobre colaboraciones con otros científicos y equipos de investigación, mencionando que, desde el CINVESTAV,

ya colaboraba con investigadores de otras áreas y que, en el doctorado, se dio la oportunidad de trabajar con su proyecto con estudiantes y asesores de la Universidad de Stuttgart, permitiéndole ampliar su red de contactos. Si bien esta red le permite mantenerse actualizado en ciertos temas de ing. Biomédica, por la naturaleza del campo, que cada vez se expande más y más rápido, es muy difícil mantenerse actualizado.

El Dr. Lara también compartió una experiencia en la que los resultados no fueron los que esperaba y qué fue lo que aprendió de ello. En esta experiencia, trataba de hacer un sensor para así determinar el comportamiento del nervio vago, utilizando señales a partir de la oreja; y aunque la idea tuviera mérito, esto no dio el resultado esperado, pero se trató de rescatar lo que se pudiera aprender. Compartió que:

*“Si haces algo y no sale como esperabas, simplemente ahora encontraste una manera de no hacer eso”*

También, remarcó, que hay aspectos que no están bajo el control del investigador, y que por más que se intente tener todo monitoreado, habrá eventos fortuitos que harán esto no viable, aprendiendo en el camino qué no se tiene que hacer, qué es lo que le hace falta a uno como investigador y en qué se puede mejorar. Añadió:

*“Si vas a fallar, hay que fallar rápido”*

Otra de las preguntas que se le hizo durante la entrevista fue la gestión del equilibrio entre la vida profesional y personal, a lo que contestó que, en un inicio, sí trataba de mantener ambas esferas totalmente

separadas, teniendo reglas muy fijas para eso; pero que, a la larga, esto no es sostenible, pues poco a poco se mezclaron, sobre todo cuando estaba en las etapas finales del doctorado. Añadió respecto al tema del descanso:

*“Si tengo la oportunidad, voy a hacer mi descanso o mi tiempo personal como otro pendiente más”*

Respecto a la ética en sus investigaciones, el Dr. Lara dividió su respuesta en dos partes: por un lado, se tiene la importancia de informar a la gente sobre qué se está haciendo con sus datos e información colectados; y por el otro, se tiene que asegurar que el trabajo va a generar un bien mayor, justificando muy bien todo lo que se haga y darles además el debido respeto a las cosas.

Sobre el tema de posibles consejos a interesados por la labor científica, el Dr. Lara ofreció tres principales: El primero, dirigido a las personas interesadas en una maestría, que apliquen a cualquier beca u oportunidad.

Para los interesados en un doctorado, que se pregunten si de verdad quieren un doctorado, por qué y para qué lo quieren

Y, por último, para los interesados en seguir una carrera científica, que se acerquen a los profesores y pregunten por consejos para saber cómo empezar en la investigación; sobre cómo ponerse en contacto con otra universidad; sobre cómo investigar para becas y apoyos; o sobre cómo ponerse en contacto en plataformas del ámbito laboral para contactar a gente en la industria.

UACJ por el mundo



# Argentina a través de los ojos de Paloma, estudiante de la UACJ

Por Angélica Montserrath Colin Cárdenas  
Invitada especial Paloma Navarrete Yáñez

---

Paloma Navarrete de 22 años, estudiante de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ), compartió su experiencia como estudiante de intercambio en la Universidad Nacional de Cuyo (UNCUYO) en Mendoza, Argentina. Comenzó su proceso de selección y preparación para este intercambio semestral un año antes de su partida, puesto que realizó trámites burocráticos y decisiones importantes, como la elección de la universidad anfitriona. Este proceso, aunque largo y complejo, le brindó la oportunidad de reflexionar sobre sus objetivos académicos y personales.

El aterrizaje de Paloma en Mendoza fue una experiencia con giros inesperados, ya que perdió su vuelo original. A pesar de dicho contratiempo, Paloma destacó la cálida bienvenida que recibió de la UNCUYO, previo a su llegada se le asignó un tutor que la recibió con una visita guiada a través del campus, facilitando su presentación a la comunidad

local y brindándole ayuda para realizar los trámites necesarios. Esta amigable bienvenida marcó el comienzo de su aventura.

La motivación detrás de la elección de UNCUYO como destino de intercambio se centró en la oportunidad de tomar la materia de antropología que no se oferta en la UACJ. Lo que despertó el interés de Paloma fue la posibilidad de adquirir conocimientos académicos adicionales a los de su plan de estudios, y, por ende, agregar valor curricular a su carrera en Licenciatura en Historia.

En cuanto a su experiencia académica en UNCUYO, compartió su conmoción por la estructura de clases y la dinámica de enseñanza ya que es en forma de cátedra. El enfoque pedagógico le resultó sorprendente, puesto que en Argentina tiene cuatro profesores por asignatura, a diferencia de la UACJ, donde solo un docente imparte la materia, debido a esto nos comentó:

*"Al menos en antropología es un profesor titular, un profesor adjunto y dos de trabajos prácticos. La mitad del curso la da el profesor titular y la otra mitad la da el profesor adjunto. En los trabajos prácticos por lo regular es uno, pero hay dos por cuestión de que al menos en esa materia somos 120 alumnos".*

A pesar de esta diferencia, elogió a los profesores por su compromiso y conocimiento en sus respectivos campos. También mencionó su participación en un proyecto de historia local relacionado con la dictadura cívico-militar en Argentina, donde tendrá la oportunidad de rescatar testimonios de personas que estuvieron en un centro clandestino de detención en Mendoza.

En términos de relaciones personales, mencionó su interacción con estudiantes locales e internacionales. En su clase de antropología, uno de sus profesores fomentó la participación activa y, gracias a su entusiasmo, Paloma se sintió más involucrada, por ende, durante su estancia ha entablado amistad con diversos alumnos que se han convertido en un apoyo para ella, como dato

interesante mencionó que comparte vivienda con alumnas de diversas licenciaturas que también pertenecen a la comunidad UACJ.

Se le pregunto a Paloma que lugares o atracciones turísticas le habían impresionado durante su corta estancia en Mendoza, Argentina, a lo que ella respondió:

*"Aconcagua, que es la segunda montaña más alta del mundo después del Everest, una visita muy padre. Fue impresionante es estar en medio de las montañas y aparte nos tocó nevado, estaban cerrados los pasos por la misma nieve, pero pudimos caminar hasta donde alcanzamos porque después la nieve nos iba a tapar".*

Para continuar Paloma compartió sus observaciones sobre las diferencias culturales que ha notado durante su estadía en Argentina, un aspecto notable es la ausencia de picante en la comida, lo que representó un cambio total en su experiencia gastronómica, además, señaló la pausa de la siesta, una tradición argentina que se extiende desde las 2:00 pm hasta las 5:00 pm, durante dicho tiempo las actividades se detienen y la mayoría de los locales cierran sus puertas, por otro lado, señaló que Argentina tiene vida nocturna, donde las salidas suelen comenzar a las 10:00 pm y extenderse hasta las 7:00 am, lo que ha resultado un desafío sumamente interesante para ella, puesto que aún no se adapta a ese ritmo de vida.

Una de sus anécdotas memorables fue la primera vez que probó la bebida tradicional de Argentina, el mate, puesto que se encontraba en un aula escolar y uno de sus profesores junto a sus compañeros se sorprendieron cuando les comentó que no había tenido la oportunidad de degustar dicha bebida, por lo que la incitaron a hacerlo en clase, esta experiencia la conectó aún más con sus compañeros y profesores, marcando un momento ameno en su integración cultural y académica en Argentina.

La entrevista continuó con Paloma compartiendo anécdotas adicionales, como perderse en el autobús y situaciones que la orillaron a aprender a disfrutar su soledad. A pesar de momentos de nostalgia y desafíos, Paloma expresó su satisfacción con la decisión de realizar el intercambio, destacando el crecimiento personal que ha experimentado durante esta aventura. Su historia es un testimonio de cómo la educación internacional puede enriquecer la vida de un estudiante y ampliar su horizonte académico y cultural. Actualmente sigue en su estancia en Mendoza, Argentina, por lo que le deseamos éxito a ella y sus compañeras de la UACJ, porque "somos UACJ".

---

## Acerca de Ciencia Vital

Ciencia Vital Revista de Divulgación Científica de la UACJ es una publicación seriada, en línea, publicada en modalidad continua con cuatro números anuales por la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ) a través del Consejo Editorial. Su propósito fundamental es tender puentes entre el conocimiento científico y la comunidad en general. Con Ciencia Vital, buscamos acercar la ciencia a las personas de una forma clara, accesible y, sobre todo, confiable.

## Compromiso con la calidad, la revisión por pares doble ciego

Cada manuscrito sometido a Ciencia Vital es meticulosamente evaluado a través de un riguroso proceso de revisión por pares doble ciego. Este proceso asegura la calidad, relevancia y rigor científico de cada artículo. Nuestros revisores, expertos en sus respectivos campos, aportan sus conocimientos y perspectivas críticas para garantizar que cada trabajo cumpla con los más altos estándares académicos.

## Acceso abierto para amplificar el conocimiento

Comprometidos con la democratización del conocimiento, Ciencia Vital opera bajo un modelo de acceso abierto. Esto significa que todos los artículos son accesibles sin costo alguno para

los lectores de todo el mundo, fomentando una mayor difusión y un impacto más amplio de las investigaciones presentadas. Aunado a esto, las publicaciones se comparten en la página web [cienciavital.uacj.mx](http://cienciavital.uacj.mx) y a través de nuestras redes académicas y sociales en un formato amigable que fácilmente puede ser compartido.

## Diversidad y colaboración internacional

Alentamos la participación de autores de todo el mundo, creando un espacio inclusivo y diverso para la discusión científica. Nuestra plataforma fomenta la colaboración internacional, reflejando la naturaleza global de la ciencia y la investigación.

## Innovación y actualidad en la investigación

Los autores de Ciencia Vital están en la vanguardia de sus campos, presentando investigaciones innovadoras y relevantes. A través de su trabajo, abordan desafíos actuales y ofrecen nuevas perspectivas y soluciones.

## Invitación a contribuir

Extendemos una cordial invitación a investigadores, académicos y expertos a considerar Ciencia Vital para la publicación de sus trabajos. Su contribución es esencial para continuar construyendo un conocimiento científico accesible, confiable y de vanguardia.