

# CIENCIA VITAL

Revista de Divulgación Científica de la UACJ

Pirólisis una opción para la  
obtención de combustibles renovables

Los beneficios potenciales de los  
extractos de frutos secos en el  
tratamiento del cáncer

Innovación con IA en la creación de  
nuevos medicamentos

Educación de Calidad para el  
Desarrollo Sostenible

La falta de justicia en casos  
transfronterizos

¿Qué desafíos éticos plantea la  
inteligencia artificial generativa?

Predictores de conductas suicidas en  
adolescentes mexicanos y el apoyo  
comunitario como prevención





## DIRECTORIO INSTITUCIONAL

**Dr. Daniel Constandse Cortez**  
Rector

**C. D. Salvador David Nava Martínez**  
Secretario General

**Mtra. Guadalupe Gaytán Aguirre**  
Secretaria Académica

**Dr. Fausto Aguirre Escárcega**  
Director del Instituto de Arquitectura, Diseño y Arte

**Mtra. Tania Dolores Hernández García**  
Directora del Instituto de Ciencias Biomédicas

**Dr. Erwin Adan Martínez Gómez**  
Director del Instituto de Ingeniería y Tecnología

**Dr. Jesús Meza Vega**  
Director del Instituto de Ciencias Sociales y Administración

**Dra. Nelly Gordillo Castillo**  
Jefa del Departamento de Ingeniería Eléctrica y Computación

## COMITÉ EDITORIAL DE CIENCIA VITAL

Dra. Nelly Gordillo Castillo  
Editora jefa

M. I. B. Alberto Davis Ortiz  
Coordinador general

Michelle Arely Berrueto Duarte  
Coordinadora general estudiantil

### CIENCIAS APLICADAS

Mtro. Manuel Alejandro Chairez  
Ortega  
Editor de sección

Eylin Danae Flores Osorio  
Líder estudiantil de sección

Abib Adriana Reyes Díaz  
Joel Daniel Ochoa Lucio  
Comité editorial estudiantil

### CIENCIAS BÁSICAS

Dra. Sarai Esmeralda Favela Camacho  
Editora de sección

Brandon Yahir Templos Marín  
Líder estudiantil de sección

Víctor Alfonso Irigoyen Chaparro  
Mauricio Adrián Pinales Jiménez  
Comité editorial estudiantil

### CIENCIAS DE LA SALUD

Dra. Alejandra Vargas Caraveo  
Editora de sección

Cesar Andrés Holguín Rivas  
Líder estudiantil de sección

Jaqueline Gutiérrez Tapia  
Kevin Iván Olivares Muñoz  
Comité editorial estudiantil

### CIENCIAS SOCIALES

Dr. Jorge Antonio Breceda Pérez  
Editor de sección

Anneth Nohemí Velázquez Mendoza  
Líder estudiantil de sección

Luisa Fernanda Sandoval Gaytán  
Comité editorial estudiantil

### DIMENSIONES ÉTICAS

Dra. Nelly Gordillo Castillo  
Editora de sección

Frida Sofía Lizárraga Tavares  
Líder estudiantil de sección

Ana María García Castro  
Comité editorial estudiantil

### ENTREVISTAS

M. I. B. Alberto Davis Ortiz  
Editor de sección

Daniela Alejandra Chávez Espino  
Líder estudiantil de sección

Jesús Daniel Rivas Valenzuela  
Javier Ramírez Hernández  
Comité editorial estudiantil

### NOTICIENCIAS

Anett Giselle González Rentería  
Líder estudiantil de sección

Ashley Naomi Pantoja Medrano  
Corrección de estilo

### SALUD MENTAL

Mtra. Ana Cecilia Gutiérrez de la Peña  
Editora de sección

Michelle Arely Berrueto Duarte  
Líder estudiantil de sección

Flor Minerva Montejo Dávila  
Comité editorial estudiantil

### UACJ POR EL MUNDO

Dra. Nelly Gordillo Castillo  
Editora de sección

Ashley Naomi Pantoja Medrano  
Líder estudiantil de sección

### ¿Y QUÉ OPINA LA CIENCIA?

M. I. B. Alberto Davis Ortiz  
Editor de sección

Daniela Alejandra Chávez Espino  
Líder estudiantil de sección

### PRODUCCIÓN

Mtro. Leonardo Arroyo Ortega  
Administrador web

Ximena Marchand Martínez  
Edición gráfica

### REDES SOCIALES

Víctor Alfonso Irigoyen Chaparro  
Líder de redes sociales

Abib Adriana Reyes Díaz  
Gestora de Programación de Redes  
Sociales

Anett Giselle González Rentería  
Facebook

Luisa Fernanda Sandoval Gaytán  
Instagram

Brandon Yahir Templos Marín  
LinkedIn

Angélica Montserrath Colín Cárdenas  
TikTok

Eylin Danae Flores Osorio  
X

Ximena Machand Martínez  
Diseño gráfico

# CONTENIDO

Pirólisis una opción para la obtención de combustibles renovables

---

Los beneficios potenciales de los extractos de frutos secos en el tratamiento del cáncer

---

Innovación con IA en la creación de nuevos medicamentos

---

Educación de Calidad para el Desarrollo Sostenible

---

La falta de justicia en casos transfronterizos

---

¿Qué desafíos éticos plantea la inteligencia artificial generativa?

---

Predictores de conductas suicidas en adolescentes mexicanos y el apoyo comunitario como prevención

---

# ACERCA DE CIENCIA VITAL

**C**iencia 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

## Revisión por pares

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.

# Pirólisis una opción para la obtención de combustibles renovable



Dr. Carlos Omar González Moran

Dr. Héctor Herrera Hernández

Centro Universitario UAEM

Dra. Gemima Lara Hernández

Tecnológico Nacional de México-Instituto Tecnológico de Orizaba

Dr. José de Jesús Agustín Flores Cuautle

CONAHCYT-Instituto Tecnológico de Orizaba

larag\_139@hotmail.com

## Resumen

En una época en la que el cuidado del medio ambiente es una premisa, la búsqueda por combustibles verdes, así como el reaprovechamiento de los diversos materiales son una constante, a este respecto la pirólisis surge como una alternativa para obtener un mayor provecho de diversos desechos orgánicos. La pirólisis es un proceso térmico mediante el cual se pueden obtener diversos productos susceptibles de convertirse en combustibles. Las condiciones experimentales bajo las cuáles se lleva a cabo este proceso determinan en gran medida los productos finales a obtener. En este trabajo se describe el proceso de pirólisis, sus principales características, los productos que se pueden obtener de la pirólisis y finalmente, se hace una crítica a los beneficios que esta técnica aporta.

El rápido crecimiento de la economía, sumado a las crecientes demandas de la población, ejerce una gran presión sobre la producción industrial. Uno de los factores clave para la industria es el consumo de energía. Para cumplir con los objetivos de crecimiento, la demanda de energía por parte de las industrias ha aumentado considerablemente en los últimos años. Un ejemplo de ello es el incremento en la producción de petróleo, que pasó de aproximadamente 83 millones de barriles diarios en 2010 a 96 millones de barriles diarios en 2023 [1].

Tradicionalmente, la producción de energía en las industrias se ha basado en combustibles fósiles. Sin embargo, en años recientes, la conciencia ambiental y las políticas internacionales han impulsado la búsqueda de fuentes alternativas de energía que sean menos contaminantes y renovables. En 2020, por ejemplo, el uso directo de energías renovables en la industria fue cercano al 9% [2].

Una manera de contribuir a la generación de energía de forma sostenible es aprovechar la biomasa, que es el material orgánico generado como desecho en diversos procesos industriales y que suele acabar en vertederos. En este contexto, la pirólisis se presenta como una opción viable para tratar la biomasa y, al mismo tiempo, generar energía.

En general, los combustibles que usamos provienen de fuentes fósiles, lo que los convierte en no renovables. Por otro lado, los materiales vegetales pueden ser quemados para producir energía, algo que se ha hecho durante siglos. Recientemente, se ha popularizado el uso de alcoholes y aceites de origen vegetal como combus-

tibles, conocidos como combustibles renovables o “verdes” debido a que su materia prima puede ser cultivada.

En los últimos años ha surgido una tercera opción: la pirólisis, un proceso termoquímico que convierte desechos orgánicos en carbón, aceite y gas, los cuales pueden ser utilizados como combustibles renovables. Este artículo explica el proceso de pirólisis y presenta algunos ejemplos de su aplicación, en combinación con diésel.

## Definición de pirólisis

La pirólisis es un proceso termoquímico en el que la materia orgánica se descompone en ausencia de oxígeno y bajo altas temperaturas. Cuando se utiliza biomasa (material vegetal o animal) en este proceso, los componentes lignocelulósicos (fibra vegetal) se descomponen en moléculas más simples [3]. El equipo donde se realiza la pirólisis se llama reactor pirolítico. Los principales productos de este proceso son carbón, aceite y gas, y se les suele añadir el prefijo “bio-” para distinguirlos de los obtenidos directamente de combustibles fósiles.

Las condiciones de operación, como la tasa de calentamiento, la temperatura final, la presión dentro del reactor, y la presencia o ausencia de catalizadores [4], determinan la naturaleza y composición de los productos obtenidos.

La pirólisis puede ser lenta o rápida [5], dependiendo de la velocidad de calentamiento. En la pirólisis lenta, el proceso toma de horas a días y se alcanzan temperaturas entre 400 y 600°C, produciendo principalmente *biochar* (biocarbón). En la pirólisis rápida, la tasa de ca-

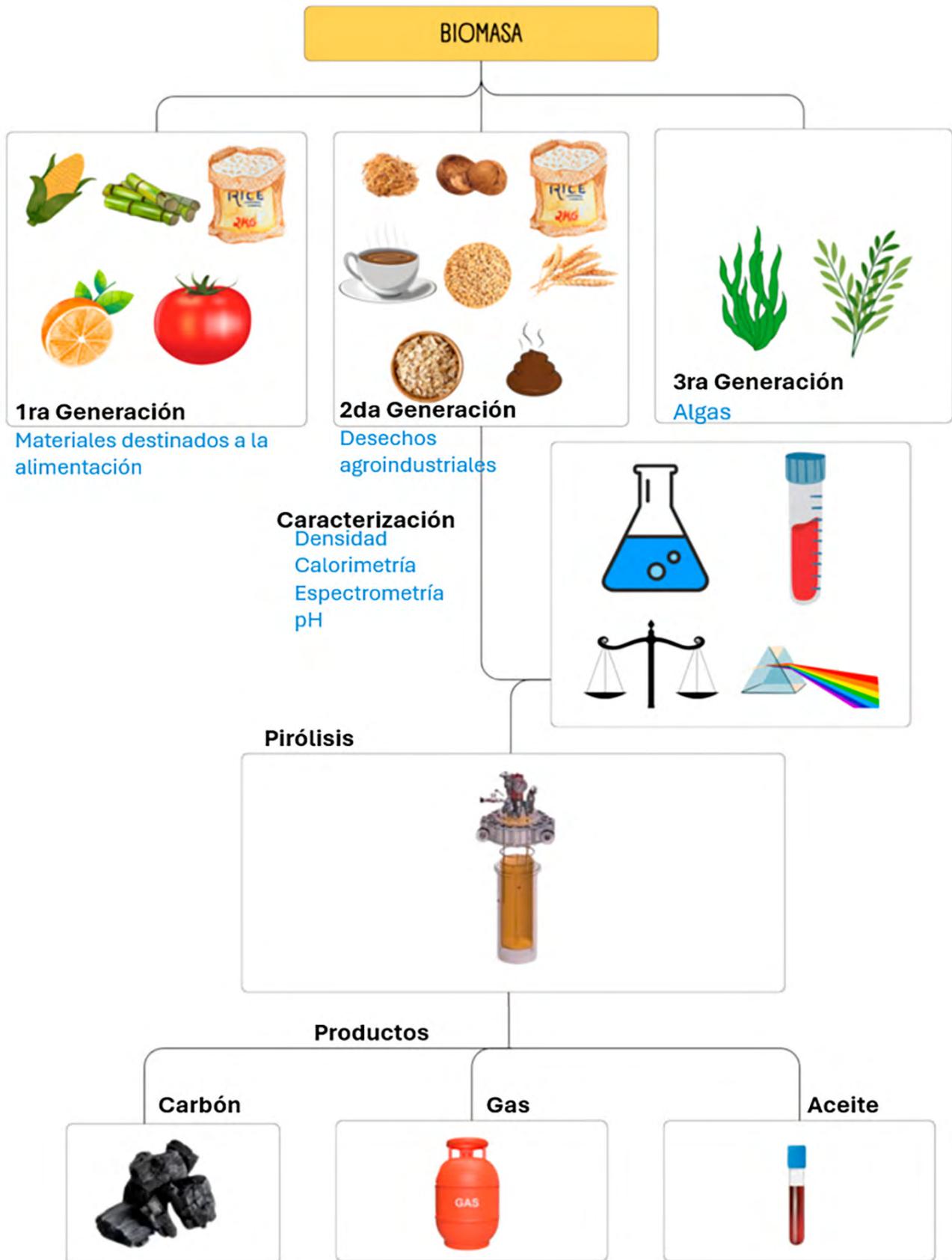


Figura 1. Generaciones de la biomasa.

lentamiento es mucho mayor (de 10 a 1000 °C/min) y se llega a temperaturas de hasta 1000°C, obteniendo bioaceite como producto principal.

## Tipos de biomasa empleados

Una de las principales ventajas de la pirólisis es que se puede utilizar una gran variedad de biomasa. La biomasa puede clasificarse en tres generaciones (Figura 1):

1. Primera generación: proviene de cultivos destinados a la alimentación, como maíz, caña de azúcar, arroz, jitomate y naranja, entre otros.
2. Segunda generación: proviene de residuos agrícolas o agroindustriales, como el bagazo de caña, cáscara de coco, paja de trigo, paja de avena y estiércol animal [6].
3. Tercera generación: proviene de algas: los combustibles obtenidos de estas biomásas también se clasifican en primera, segunda o tercera generación, según su origen: residuos agrícolas (caña, maíz, arroz), residuos forestales (madera, ramas, hojas), residuos municipales (comida, papel, cartón) y otros residuos como algas o residuos industriales.

## Productos de la pirólisis

Los productos obtenidos como resultado de la pirólisis incluyen compuestos orgánicos sólidos, gases no condensables y bioaceite. La selección de la biomasa adecuada para este proceso depende de varios factores, como el origen de la biomasa, su composición química, el contenido de humedad y el tamaño de las partículas. Estas propiedades fisicoquímicas influyen en las

condiciones experimentales necesarias para obtener los mejores resultados.

Por ejemplo, en la biomasa con un alto contenido de hemicelulosa (un componente de las paredes celulares de las plantas), la descomposición comienza a temperaturas entre 250 y 300°C. En contraste, la lignina (otro componente de las plantas, especialmente en maderas) se descompone a temperaturas más altas, entre 300 y 550°C. Por lo tanto, las muestras con un alto contenido de lignina requieren temperaturas más elevadas para su descomposición [7]. La pirólisis rápida favorece la producción de gases no condensables, lo que significa que, al aplicar altas tasas de calentamiento, se genera una mayor cantidad de gas de pirólisis. Por otro lado, temperaturas entre 500 y 600°C promueven la obtención de bioaceite. Cabe destacar que estos rangos de temperatura son aproximados y pueden variar según el tipo de materia orgánica que se utilice en el reactor.

Finalmente, cuando se emplean materiales de alta densidad, como maderas duras o residuos con un alto contenido de lignina, se obtiene una mayor cantidad de *biochar*.

## Bioaceite

El bioaceite es una mezcla de ácidos grasos y agua. A pesar de su nombre, este tipo de aceite no se utiliza comúnmente en aplicaciones de lubricación, sino que su uso principal es como combustible o como precursor de otras moléculas de interés industrial. Para ello, el bioaceite requiere un proceso de refinación o modificación. Se usa el término “bioaceite” para diferenciar este tipo de aceite de aquellos que provienen del petróleo.

Es importante destacar que el bioaceite resultante de la pirólisis contiene un alto porcentaje de agua, que varía entre el 40% y el 60% [8]. Debido a esto, el bioaceite generalmente debe someterse a un proceso adicional antes de poder ser utilizado como combustible. El poder calorífico (cantidad de energía que puede liberar) del bioaceite depende en gran medida de la biomasa utilizada como materia prima, así como de las condiciones experimentales, en particular, de los rangos de temperatura a los que ha sido sometido durante su producción.

Entre los principales compuestos presentes en el bioaceite se encuentran el pentano, el tolueno, el éter dietílico y el metanol, especialmente cuando la biomasa utilizada proviene de palma o tapioca (yuca). No obstante, debido a la complejidad de la mezcla de estas moléculas orgánicas, existe un gran interés en desarrollar nuevas metodologías que permitan una identificación más precisa de los compuestos obtenidos.

## Biochar

El *biochar* es la fracción sólida que se produce durante la pirólisis, y está compuesto principalmente de cenizas y carbón. Este subproducto tiene un poder calorífico similar al del carbón mineral, lo cual es lógico, ya que el carbono es su principal componente químico. Además del carbono, el *biochar* contiene otros elementos como nitrógeno y azufre. Gracias a su alta porosidad, el *biochar* tiene aplicaciones útiles, como en la filtración de agua y la mejora del suelo, ya que ayuda a retener agua y nutrientes.

## Gas pirolítico

El gas pirolítico es el gas generado durante la pirólisis a partir de la volatilización de la materia orgánica. Este gas está compuesto principalmente por hidrógeno, metano, monóxido de carbono y dióxido de carbono. La proporción de estos gases varía dependiendo de las condiciones experimentales y del tipo de materia prima utilizada. Para utilizar este gas como combustible, es necesario separar el monóxido y dióxido de carbono, ya que estos son productos de la combustión y no combustibles. Sin embargo, un proceso adicional llamado reformado catalítico permite aprovechar el monóxido y el dióxido de carbono para la producción de productos de alto valor.

## Aplicaciones prácticas

Un ejemplo práctico del uso del bioaceite como combustible fue presentado por Divyansh y Abhishek, quienes utilizaron aceite de cocina usado, junto con residuos de bolsas plásticas, para producir un aceite que luego mezclaron con diésel en porcentajes del 10% al 30% en relación con el diésel [9]. Una de las desventajas de este trabajo fue que el costo del aceite de cocina usado y su posterior procesamiento resultó ser entre un 25% y 30% mayor al costo del diésel comercialmente disponible.

Un uso similar del aceite pirolítico fue reportado por Unal y Rahman [10], quienes emplearon cáscaras de nueces y avellanas junto con residuos plásticos para obtener un bioaceite. Después de un proceso de refinación, este bioaceite se combinó con diésel y se utilizó para ali-

mentar un motor diésel. Los resultados indicaron que es posible usar el bioaceite de cáscaras de nuez y avellana en bajas concentraciones (10%) para hacer funcionar el motor. Sin embargo, en concentraciones más altas (30%), el rendimiento del motor disminuyó y las emisiones contaminantes aumentaron.

Por otro lado, Hui y colaboradores [11] informaron sobre el uso de residuos de madera para producir bioaceite, carbón y biogás. En este estudio, el carbón obtenido se utilizó con éxito para eliminar residuos de colorantes en aguas residuales.

## Observaciones finales

A pesar de los beneficios aparentes de la pirólisis en la búsqueda de materiales sustentables y la revalorización de residuos, el impacto ambiental global de estas técnicas aún está en debate.

El proceso de pirólisis requiere una inversión inicial elevada, ya que implica trabajar con altas temperaturas, mantener una estabilidad térmica en las materias primas y escalar las investigaciones científicas a nivel industrial. Estos factores encarecen su aplicación industrial debido a la complejidad de los equipos necesarios.

Aunque es cierto que estas técnicas permiten dar un segundo uso a los desechos orgánicos, también es verdad que ese aprovechamiento requiere métodos que consumen mucha energía. Las altas temperaturas necesarias para el proceso, junto con la eficiencia energética, son puntos clave en la discusión sobre su viabilidad desde el punto de vista del consumo energético.

Además, la biomasa utilizada como material de partida es generalmente un desecho de otros procesos, lo que genera una alta variabilidad en sus propiedades físicas y químicas. Esta variabilidad complica el control del proceso y la obtención de productos con características uniformes.

Por último, aunque la pirólisis está diseñada para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en comparación con la combustión directa de biomasa, sigue habiendo emisiones de compuestos volátiles y partículas finas. Además, este proceso no elimina por completo la generación de residuos sólidos, por lo que la disposición final de estos residuos sigue siendo un tema pendiente. Por lo tanto, además de los estudios técnicos, es necesario desarrollar análisis económicos, estudios de ciclo de vida y evaluaciones sociales que permitan hacer viable esta tecnología.

---

## Referencias

- [1] Energy Institute, Statistical review of world energy. 2024, Energy Institute. <https://www.energyinst.org/statistical-review>
- [2] REN21, Renewables 2023 Global Status Report Collection. 2023. <https://www.ren21.net/gsr-2023/>
- [3] Li, P., et al., Bio-oil from biomass fast pyrolysis: Yields, related properties and energy consumption analysis of the pyrolysis system. *Journal of Cleaner Production*, 2021. 328: p. 129613. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.129613>
- [4] Stelmach, S., et al., Evaluation of Bio-Oils in Terms of Fuel Properties. *Processes*, 2023. 11 (12): p. 3317. <https://doi.org/10.3390/pr11123317>
- [5] Kintek. What Is The Difference Between Slow And Fast Pyrolysis. 2024 2027/06/26 2027/07/03]; Available from: <https://kindle-tech.com/faqs/what-is-the-difference-between-slow-and-fast-pyrolysis>.
- [6] Marín-Valencia, P.A., et al., The integral use of aromatic plants: prefeasibility comparison of stand-alone and biorefinery processes using thyme (*Thymus vulgaris*) as base case. *Biomass Conversion and Biorefinery*, 2021. 11: p. 681-691. <https://doi.org/10.1007/s13399-020-00734-w>

- [7] Madhu, P, C. Sowmya Dhanalakshmi, and M. Mathew, Multi-criteria decision-making in the selection of a suitable biomass material for maximum bio-oil yield during pyrolysis. *Fuel*, 2020. 277: p. 118109. <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2020.118109>
- [8] Weerachanchai, P, C. Tangsathitkulchai, and M. Tangsathitkulchai, Fuel Properties and Chemical Compositions of Bio-Oils from Biomass Pyrolysis. 2007, SAE International. <https://doi.org/10.4271/2007-01-2024>
- [9] Singh, D. and A. Paul, Energy, exergy, emission, exergoeconomic, environmental, and sustainability analysis of diesel engine, fueled by waste cooking oil and waste polyethylene co-pyrolysis oil-diesel blends. *Journal of Cleaner Production*, 2023. 426: p. 139186. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.139186>
- [10] Eraslan, U. and R. Calhan, Investigation of the performance and emissions of a diesel engine fuelled with bio-oil generated through microwave-assisted pyrolysis of a blend of hazelnut, walnut, and polyethylene terephthalate waste. *Industrial Crops and Products*, 2024. 214: p. 118560. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2024.118560>
- [11] Guo, H., et al., Production of high-quality pyrolysis product by microwave-assisted catalytic pyrolysis of wood waste and application of biochar. *Arabian Journal of Chemistry*, 2023. 16(8): p. 104961. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2023.104961>

# Los beneficios potenciales de los extractos de frutos secos en el tratamiento del cáncer

Dr. Christian Chapa González,  
Dra. Jazmín Cristina Stevens Barrón  
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez  
[christian.chapa@uacj.mx](mailto:christian.chapa@uacj.mx)

## Resumen

El cáncer es un problema de salud pública muy serio en México y en el mundo, con millones de personas afectadas cada año. A pesar de los avances en su tratamiento, diagnóstico y prevención, el cáncer sigue siendo una de las principales causas de muerte, y su incidencia se espera que continúe en aumento. No obstante, la investigación e innovación en el campo no se detienen. Constantemente se desarrollan nuevas estrategias para mejorar los tratamientos y aumentar la supervivencia de los pacientes. En los últimos años, los compuestos bioactivos han ganado relevancia en la investigación contra el cáncer. Estos compuestos, como los tocoles y los fenoles, han mostrado un potencial prometedor como complementos a las terapias convencionales, como la quimioterapia. Se ha comprobado científicamente que el consumo de nueces, ricas en estos compuestos, ofrece beneficios significativos para la salud, incluidos efectos antioxidantes que ayudan a reducir el riesgo de diversos tipos de cáncer. La nanomedicina está emergiendo como una herramienta clave para potenciar el uso de extractos ricos en tocoles y fenoles, optimizando su efectividad en combinación con terapias tradicionales. Por ejemplo, se han formulado nanoestructuras que combinan quimioterapias con extractos de nuez para aumentar la eficacia de los tratamientos y reducir sus efectos adversos. El panorama de las formulaciones de sistemas de nanomedicina con extractos de tocoles y fenoles es alentador, sin embargo la investigación científica debe fortalecerse para consolidar avances hacia terapias más seguras y eficaces.

¿Podrá la nanomedicina con extractos de compuestos bioactivos abrir nuevas fronteras en la investigación contra el cáncer y transformar los tratamientos actuales? Aun no tenemos la respuesta, lo cierto es que nos estamos acercando. Los compuestos bioactivos son sustancias naturales o sintéticas que interactúan con organismos vivos, produciendo efectos biológicos específicos. Estos compuestos pueden tener propiedades beneficiosas para la salud o ser utilizados en tratamientos médicos. Los extractos de compuestos bioactivos se han mostrado efectivos como coadyuvantes en tratamientos contra el cáncer. El cáncer es una enfermedad multifactorial compleja que afecta cada año a millones de personas en todo el mundo [1]. Por ello, si al lector le preguntamos si conoce algún caso en su familia o conocidos sobre cáncer es muy probable que su respuesta sea afirmativa porque se trata de un problema de salud pública mundial muy serio. Nuestro conocimiento acerca de las causas del cáncer ha permitido avanzar hacia nuevas formas de tratamiento, diagnóstico y prevención, pero el cáncer sigue siendo una de las principales causas de muerte a nivel mundial,

a pesar de los avances. De hecho, se ha pronosticado que el cáncer siga estando en los primeros lugares de muertes a nivel mundial en los próximos años y sigan creciendo los números de incidencia y mortalidad [2].

Hoy en día, los investigadores no descansan en buscar innovaciones en el tratamiento buscando aumentar las tasas de supervivencia y mejorar la calidad de vida de los pacientes. Recientemente se han registrado avances importantes en la investigación, prevención y el tratamiento del cáncer [3] (Figura 1), como en 2006 cuando se aprobó la vacuna contra el virus del papiloma humano (VPH) que causa aproximadamente el 70% de todos los casos de cáncer de cuello de útero; en 2010 la primera, y hasta ahora única, vacuna derivada de células dendríticas (inmunitarias) del paciente de cáncer de próstata metastásico que ya no responde a la terapia hormonal; en 2017, la terapia CAR-T personalizada, que es una terapia inmunológica que utiliza células del sistema inmunitario modificadas genéticamente para atacar células cancerosas, y en 2018 se aprueba el primer fármaco dirigido

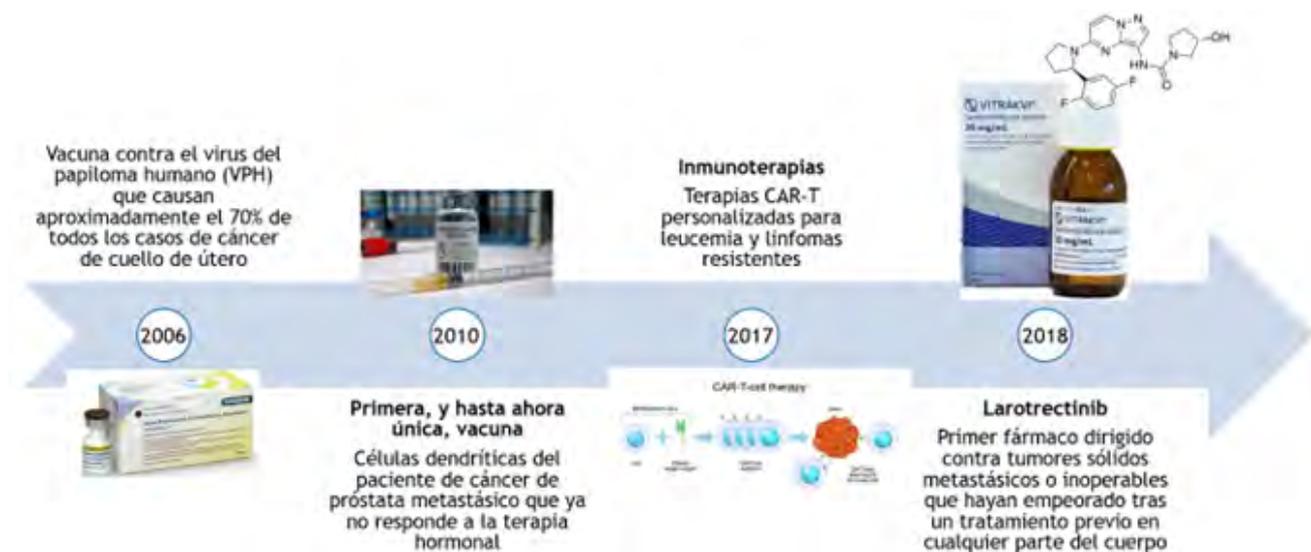


Figura 1. Hitos recientes en la investigación, prevención y el tratamiento del cáncer, elaborado con información de [3].

contra tumores sólidos metastásicos o inoperables que hayan empeorado tras un tratamiento previo en cualquier parte del cuerpo.

## Especies reactivas de oxígeno (ROS) y su impacto en el cáncer

A pesar de sus efectos secundarios significativos, la quimioterapia sigue siendo la opción más común o el tratamiento estándar para muchos tipos de cáncer. Aunque es eficaz en destruir células cancerosas, también afecta a las células sanas. Las quimioterapias son responsables de elevar los niveles de unas moléculas denominadas especies reactivas de oxígeno, ROS por sus siglas en inglés para Reactive Oxygen Species [6]. Estas ROS son moléculas de oxígeno altamente reactivas que pueden dañar las células si se producen en exceso. Están involucradas en procesos biológicos normales, pero también en el desarrollo de enfermedades. El equilibrio en-

tre la generación y la eliminación de ROS mantiene el nivel normal de ROS en la célula. En niveles normales, las ROS apoyan las funciones de las células sanas como la defensa inmunológica, la estabilidad genómica, la regulación de la transcripción y traducción; sin embargo, el aumento de los niveles de ROS favorece la inestabilidad genética, acelera la progresión del ciclo celular, la señalización oncogénica, la reprogramación metabólica, el crecimiento celular aberrante [7]. Y si los niveles de ROS continúan aumentando favorecen la muerte de las células cancerosas, la detención del ciclo celular, la senescencia, la muerte celular (Figura 2). Existen fármacos quimioterapéuticos generadores de oxidantes que son administrados para lograr una sobrecarga de ROS para que las células cancerosas mueran [8].

Los ROS son muy variados y se ha estudiado cuál es su principal fuente, cómo actúan y cuál es su sistema de depuración. Por ejemplo, uno de

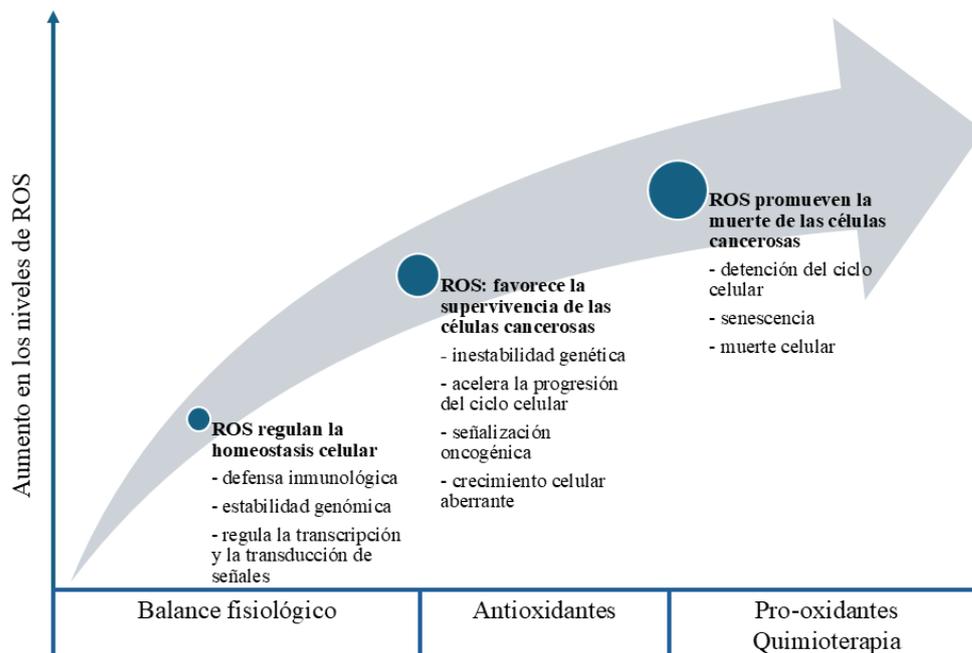


Figura 2. Las especies reactivas del oxígeno (ROS) como agentes de señalización celular y fisiológica. Elaborada con información de [6], [7], [8].



antioxidantes. El principal mecanismo de acción de los antioxidantes es su capacidad para interactuar con las ROS que se producen naturalmente en el cuerpo. Las ROS, aunque necesarias en pequeñas cantidades para funciones celulares, pueden acumularse en niveles elevados bajo ciertas condiciones, como el estrés, la mala alimentación o incluso durante tratamientos como la quimioterapia. Para que las ROS no dañen el ADN, las proteínas y las membranas celulares de las células sanas, se pueden emplear los antioxidantes presentes en los frutos secos, como los tocoferoles y los fenoles, que tienen la capacidad de interceptar y neutralizar estos radicales libres. Por ejemplo, los fenoles, gracias a su estructura química, pueden interactuar con los ROS y reducir su capacidad de dañar las células. En la Figura 3 puede verse algunos compuestos bioactivos derivados de la nuez y un recuadro con la reacción de un polifenol con el radical peroxil. Gracias a esa reacción en consecuencia, no reaccionaría con la membrana, esta es su función antioxidante. En el caso específico de las nueces pecanas, su alto contenido en tocoferoles (vitamina E) y otros compuestos fenólicos ha atraído la atención de la comunidad científica por sus efectos antioxidantes, anti-ROS.

## Evidencia científica sobre los beneficios del consumo de nueces en el cáncer

En consecuencia, la nuez pecana y otros frutos secos se consideran como una fuente rica de antioxidantes. Los ensayos clínicos son estudios de investigación en humanos diseñados para evaluar la seguridad y eficacia de nuevos tratamientos médicos y se llevan a cabo para el

desarrollo de nuevos fármacos y terapias. Recientemente, se reunió bastante evidencia científica en ensayos clínicos en donde se demostró el efecto benéfico del consumo de nueces respecto al tratamiento del cáncer. Por ejemplo, en 2015 después de revisar los resultados de 36 ensayos clínicos que incluían más de 30 mil sujetos de estudio se determinó que el consumo de nueces puede contribuir a reducir el riesgo de cáncer colorectal, endometrial y pancreático [9]. En 2019, a mujeres que se les detectó cáncer de mama se les indicó consumir 2 oz. (aproximadamente 56 gramos) de nueces por día hasta el día de la cirugía de extirpación. Los resultados demostraron que el consumo de nuez activó vías metabólicas que promueven la muerte celular (apoptosis) y que se inhibieron vías metabólicas que promueven la proliferación y migración celular. Estos resultados apoyan la hipótesis de que, en humanos, el consumo de nueces podría suprimir el crecimiento y la supervivencia de los cánceres de mama [10]. Luego, en 2022 un análisis tipo “umbrella”, que se considera uno de los niveles más altos de síntesis de evidencia científica disponibles, determinó que una ingesta de 28 gramos de nueces por día está asociada a una reducción del riesgo de muerte por cáncer [11]. Si bien, toda esta evidencia está basada en el consumo de nueces, es posible obtener los beneficios mediante extractos de los compuestos bioactivos.

En los últimos años se ha formulado quimioterapias en conjunto con derivados de compuestos bioactivos. Además, el campo de la nanomedicina ha abierto nuevas puertas para optimizar el uso de estos compuestos, brindando innovadoras terapias complementarias a los tratamientos convencionales. Por ejemplo, en 2018 se estudiaron unas nanoestructuras liposomas

de tocoferoles cargados de vincristina, un medicamento de quimioterapia que se utiliza para tratar diferentes tipos de cáncer, como la leucemia, el linfoma, el mieloma, el cáncer de mama, el cáncer de cabeza y cuello, y los sarcomas de tejidos blandos [12]. En ese estudio se determinó que las formulaciones que combinan los fármacos con compuesto bioactivos son estables, por lo que sí es posible la combinación de quimioterapias con extractos de frutos secos ricos en tocoferoles o tocotrienoles. En 2020, examinaron la aplicación potencial de la formulación de  $\alpha$ -tocotrienol para mejorar la eficiencia de la doxorubicina, un fármaco ampliamente utilizado en la quimioterapia del cáncer, en hepatocarcinoma, el tipo de cáncer de hígado más común y la quinta causa de muerte por cáncer en el mundo [13]. La combinación de extractos ricos en compuestos tocoles o fenoles parece ser prometedor hacia nuestra búsqueda de tratamientos más seguros y eficaces [14].

Aunque se requieren más ensayos clínicos para acumular evidencia sobre el efecto benéfico de la combinación de quimioterapias con compuestos bioactivos o extractos que sean más seguros y eficaces disminuyendo los efectos adversos, los investigadores están dando pasos en ese sentido. Por ejemplo, se estudiaron las interacciones entre extractos ricos en tocoles y extractos ricos en fenoles de nueces con células de varios tipos de cáncer y, en general, se observó que los extractos de frutos secos efectivamente actúan de forma sinérgica para provocar la muerte de estas células [15]. Además, en 2020 se emplearon extractos de menta en pacientes con cáncer de mama, en 2022 setas shiitake en desórdenes relacionados al cáncer de páncreas [16] y extractos de brotes de brócoli en pacientes con cáncer de mama [17] y en 2024 extractos de

muérdago en pacientes con cáncer pancreático avanzado [18]. El énfasis está en lograr el equilibrio entre los niveles de ROS causados por las quimioterapias y aprovechar los efectos antioxidantes de los extractos para equilibrar los niveles adecuados de ROS en las células sanas. Existe evidencia sobre los beneficios de complementar las terapias con tocoferoles o tocotrienoles en cáncer de próstata [19] y cáncer de ovarios [20]. Los resultados de estudios en humanos y en laboratorio sobre las actividades preventivas del cáncer de diferentes formas de tocoferoles y tocotrienoles son prometedoras. Por esa razón, es factible proponer formulaciones elaborados con extractos de nuez pecana, que como se comentó anteriormente es muy rica en compuestos bioactivos, dirigidos al desarrollo de terapias adyuvantes, es decir, tratamientos que complementen los métodos convencionales. Esto se ha vuelto una prioridad de los investigadores en la lucha contra esta enfermedad.

Afortunadamente, Chihuahua, México, es una región productora una región altamente productora de la nuez pecana y ocupa un lugar de producción muy importante a nivel mundial. Por ello puede aprovecharse para desarrollar formulaciones para ofrecer soluciones encaminadas hacia la mejora de las terapias actuales de cáncer que este estado también ocupa los primeros lugares en incidencia y mortalidad. Particularmente la leucemia ocupa el primer lugar en los rangos de edad desde cero hasta 29 años en la población de hombres y mujeres en México. Por esa razón, se están investigando las formulaciones de nanomedicina con los compuestos bioactivos extraídos de la nuez pecana como un enfoque novedoso de las nuevas fronteras en el tratamiento del cáncer. Se busca analizar el efec-

to de tocoles y fenoles sobre el estado de células normales y cancerosas, así como su sensibilización a agentes terapéuticos, particularmente en los tipos de cáncer con mayor incidencia en Chihuahua, como el cáncer colorectal y la leucemia linfoblástica aguda, entre otros.

## La creciente adopción de métodos basados en la nanomedicina para tratamiento del cáncer

Por otro lado, la nanomedicina es un campo interdisciplinario, disruptivo que utiliza materiales a escala nanométrica (mil veces más pequeños que un cabello humano) para mejorar la administración de medicamentos y tratar enfermedades de manera más precisa. Se espera que los avances significativos y la reciente comercialización de productos, como las vacunas basadas en ARNm y liposomas, impulsen el crecimiento de las nanomedicinas en un futuro próximo. Además, la creciente adopción de métodos basados en la nanotecnología para la administración de fármacos y la ineficacia prevalente de las terapias convencionales representan perspectivas de crecimiento emergentes para la industria de la nanomedicina, cuyo principal desafío en el tratamiento del cáncer es atacar selectivamente las células cancerosas sin dañar las células sanas. Aquí es donde la nanomedicina tiene el potencial de revolucionar el campo.

Por todo lo anterior, la encapsulación de los compuestos bioactivos que se extraen de los frutos secos, como la nuez pecana, en sistemas de nanomedicina como nanopartículas de oro, nanofibras electrohiladas, liposomas, micro- y nanoemulsiones, entre otros sistemas de nano-

medicina ofrece un panorama prometedor. Estos sistemas de nanomedicina permitirían una liberación controlada y prolongada de los compuestos, mejorando su estabilidad y biodisponibilidad en el organismo. Además, pueden ser diseñados para administrarse por diferentes vías y para dirigirse específicamente a las células tumorales, aumentando la eficacia del tratamiento y reduciendo los efectos secundarios.

## Conclusión

Los avances en la investigación científica de las propiedades beneficiosas de los compuestos bioactivos, extractos ricos en tocoles y fenoles, en sistemas de nanomedicina otorgan una perspectiva que hasta ahora es prometedor. Sin embargo, aún queda un largo camino por recorrer en la investigación científica antes de que los extractos de frutos secos encapsulados en sistemas de nanomedicina puedan ser utilizados de manera rutinaria en los tratamientos oncológicos. Se necesitan varios proyectos de investigación y estudios que evalúen su seguridad y eficacia en humanos, determinar las dosis óptimas y los posibles efectos secundarios a largo plazo. Para llegar a ese punto es imperativo consolidar una infraestructura científica dedicada al desarrollo de las investigaciones, especialmente en áreas interdisciplinarias como la nanomedicina, donde convergen campos como la ingeniería biomédica, la química y la medicina. Esto facilitaría, a la vez, la integración de estudiantes y la formación de nuevos investigadores, contribuyendo al crecimiento académico y al desarrollo de proyectos de investigación a largo plazo. Además, este tipo de proyectos científicos requiere establecer redes de colaboración formales y eficientes entre distintos grupos de investigación, ampliando las

posibilidades de llevar a cabo investigaciones de fases preclínicas y clínicas, que eventualmente podrían mejorar la vida de millones de personas. Si ya hemos avanzado tanto con compuestos bioactivos y nanomedicina, ¿qué descubrimientos nos esperan si seguimos explorando?

## Referencias

- [1] H. Sung et al., "Global Cancer Statistics 2020: GLOBOCAN Estimates of Incidence and Mortality Worldwide for 36 Cancers in 185 Countries," *CA Cancer J Clin*, vol. 71, no. 3, pp. 209–249, May 2021, <https://www.doi.org/10.3322/CAAC.21660>.
- [2] "Cáncer: The Silent Pandemic | ACS." Accessed: Sep. 21, 2024. [Online]. Available: <https://www.facs.org/for-medical-professionals/news-publications/news-and-articles/bulletin/2022/01/cancer-the-silent-pandemic/>
- [3] "Milestones in Cáncer Research and Discovery - NCI." Accessed: Sep. 30, 2024. [Online]. Available: <https://www.cancer.gov/research/progress/250-years-milestones>
- [4] D. S. Mousa, A. H. El-Far, A. A. Saddiq, T. Sudha, and S. A. Mousa, "Nanoformulated bioactive compounds derived from different natural products combat pancreatic cancer cell proliferation," *Int J Nanomedicine*, vol. 15, pp. 2259–2268, 2020, <https://www.doi.org/10.2147/IJN.S238256>.
- [5] K. Ganesan, B. Du, and J. Chen, "Effects and mechanisms of dietary bioactive compounds on breast cancer prevention," *Pharmacol Res*, vol. 178, p. 105974, 2022, <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2021.105974>.
- [6] B. Perillo et al., "ROS in cancer therapy: the bright side of the moon," *Experimental & Molecular Medicine* 2020 52:2, vol. 52, no. 2, pp. 192–203, Feb. 2020, <https://www.doi.org/10.1038/s12276-020-0384-2>.
- [7] H. Sies and D. P. Jones, "Reactive oxygen species (ROS) as pleiotropic physiological signalling agents," *Nature Reviews Molecular Cell Biology* 2020 21:7, Vol. 2,1, no. 7, pp. 363–383, Mar. 2020, <https://www.doi.org/10.1038/s41580-020-0230-3>.
- [8] S. K. Reddy Padi, S. S. Chauhan, and N. Singh, "ROS Induced by Chemo and Targeted Therapy Promote Apoptosis in Cancer Cells," *Handbook of Oxidative Stress in Cancer: Mechanistic Aspects*, vol. 1, pp. 583–598, Jan. 2022, [https://www.doi.org/10.1007/978-981-15-9411-3\\_47](https://www.doi.org/10.1007/978-981-15-9411-3_47).
- [9] L. Wu, Z. Wang, J. Zhu, A. L. Murad, L. J. Prokop, and M. H. Murad, "Nut consumption and risk of cancer and type 2 diabetes: a systematic review and meta-analysis," *Nutr Rev*, vol. 73, no. 7, pp. 409–425, Jul. 2015, <https://www.doi.org/10.1093/NUTRIT/NUV006>.
- [10] W. E. Hardman, D. A. Primerano, M. T. Legenza, J. Morgan, J. Fan, and J. Denvir, "Dietary walnut altered gene expressions related to tumor growth, survival, and metastasis in breast cancer patients: a pilot clinical trial," *Nutr Res*, vol. 66, pp. 82–94, Jun. 2019, <https://www.doi.org/10.1016/j.NUTRES.2019.03.004>.
- [11] R. Balakrishna, T. Bjørnerud, M. Bemanian, D. Aune, and L. T. Fadnes, "Consumption of Nuts and Seeds and Health Outcomes Including Cardiovascular Disease, Diabetes and Metabolic Disease, Cancer, and Mortality: An Umbrella Review," *Adv Nutr*, vol. 13, no. 6, pp. 2136–2148, Nov. 2022, <https://www.doi.org/10.1093/ADVANCES/NMAC077>.
- [12] Y. Yang et al., "Vincristine-loaded liposomes prepared by ion-pairing techniques: Effect of lipid, pH and antioxidant on chemical stability," *Eur J Pharm Sci*, vol. 111, pp. 104–112, Jan. 2018, <https://www.doi.org/10.1016/j.EJPS.2017.09.045>.
- [13] E. B. Lages et al., "pH-sensitive doxorubicin-tocopherol succinate prodrug encapsulated in docosahexaenoic acid-based nanostructured lipid carriers: An effective strategy to improve pharmacokinetics and reduce toxic effects," *Biomed Pharmacother*, vol. 144, Dec. 2021, <https://www.doi.org/10.1016/j.BIOPHA.2021.112373>.
- [14] C. S. Yang, P. Luo, Z. Zeng, H. Wang, M. Malafa, and N. Suh, "Vitamin E and cancer prevention: Studies with different forms of tocopherols and tocotrienols," *Mol Carcinog*, vol. 59, no. 4, pp. 365–389, Apr. 2020, <https://www.doi.org/10.1002/MC.23160>.
- [15] J. C. Stevens-Barrón et al., "Synergistic Interactions between Tocol and Phenolic Extracts from Different Tree Nut Species against Human Cancer Cell Lines," *Molecules*, Vol. 2,7, no. 10, p. 3154, May 2022, <https://www.doi.org/10.3390/MOLECULES27103154/S1>.
- [16] H. Yanagimoto, S. Hirooka, T. Yamamoto, S. Yamaki, and M. Sekimoto, "Efficacy of Lentinula edodes Mycelia Extract on Chemotherapy-Related Tasted Disorders in Pancreatic Cancer Patients," *Nutr Cancer*, vol. 75, no. 1, pp. 236–246, 2023, <https://www.doi.org/10.1080/01635581.2022.2107226>.
- [17] Z. Wang et al., "A Presurgical-Window Intervention Trial of Isothiocyanate-Rich Broccoli Sprout Extract in Patients with Breast Cancer," *Mol Nutr Food Res*, vol. 66, no. 12, Jun. 2022, <https://www.doi.org/10.1002/MNFR.202101094>.
- [18] K. Wode et al., "Mistletoe Extract in Patients With Advanced Pancreatic Cancer: a Double-Blind, Randomized, Placebo-Controlled Trial (MISTRAL)," *Dtsch Arztebl Int*, vol. 121, no. 11, pp. 347–354, 2024, <https://www.doi.org/10.3238/ARZTEBLM2024.0080>.
- [19] F. Fontana et al., "δ-Tocotrienol induces apoptosis, involving endoplasmic reticulum stress and autophagy, and paraptosis in prostate cancer cells," *Cell Prolif*, vol. 52, no. 3, May 2019, <https://www.doi.org/10.1111/CPR.12576>.
- [20] F. Fontana, M. Marzagalli, M. Raimondi, V. Zuco, N. Zaffaroni, and P. Limonta, "δ-Tocotrienol sensitizes and re-sensitizes ovarian cancer cells to cisplatin via induction of G1 phase cell cycle arrest and ROS/MAPK-mediated apoptosis," *Cell Prolif*, vol. 54, no. 11, Nov. 2021, <https://www.doi.org/10.1111/CPR.13111>.

# Innovación con IA en la creación de nuevos medicamentos

Kevin Iván Olivares Muñoz  
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez  
al197950@alumnos.uacj.mx

## Resumen

En los últimos años, los fármacos peptídicos han ganado atención por sus propiedades únicas, como alta especificidad y baja toxicidad, siendo útiles para tratar diversas enfermedades. Tradicionalmente, el descubrimiento de estos fármacos se ha hecho mediante experimentación directa, pero este método es costoso y lento. Ahora, la inteligencia artificial (IA) ofrece nuevas oportunidades, facilitando la generación de nuevos fármacos peptídicos. En este artículo se destaca el potencial que tiene la IA en el descubrimiento de nuevos fármacos peptídicos, sus retos y consideraciones.

En los últimos años, los medicamentos basados en péptidos han ganado mucha atención debido a sus propiedades únicas, como su alta especificidad y afinidad para unirse a otras proteínas, su baja toxicidad y su potencial para tratar una amplia variedad de enfermedades, incluyendo el cáncer, enfermedades inmunológicas, infecciones, trastornos metabólicos y neurológicos. Los péptidos son moléculas formadas

por cadenas cortas de aminoácidos, que son los bloques básicos de las proteínas, y desempeñan un papel fundamental en muchos procesos biológicos. Actualmente, más de 100 medicamentos peptídicos están en uso, principalmente para el tratamiento de la diabetes, utilizando péptidos análogos al GLP-1 (un tipo de hormona), que estimulan la producción de insulina en respuesta a niveles elevados de glucosa en sangre.

Tradicionalmente, el desarrollo de medicamentos peptídicos se ha llevado a cabo de manera empírica, es decir, mediante experimentación directa. Sin embargo, este enfoque presenta muchas limitaciones, como el tiempo que requiere, la necesidad de una experiencia considerable y los altos costos asociados al proceso de prueba y error. En este contexto, la inteligencia artificial (IA) abre nuevas oportunidades, utilizando herramientas más accesibles, como los modelos de lenguaje avanzados (LLMs, por sus siglas en inglés), para resolver problemas complejos. Por ejemplo, aplicaciones como ChatGPT están siendo estudiadas en el ámbito médico y en investigaciones científicas de gran alcance.

La IA incluye una amplia gama de tecnologías, como el aprendizaje automático (machine learning), el aprendizaje profundo (deep learning), el procesamiento de lenguaje natural (natural language processing) y la minería de datos (data mining). Estas tecnologías permiten analizar e interpretar grandes volúmenes de datos químicos y biológicos. Así, la IA puede facilitar la creación de nuevos medicamentos peptídicos mediante la predicción computacional de algoritmos generados. Sin el apoyo de la IA, analizar la enorme cantidad de posibles secuencias de péptidos sería una tarea prácticamente imposible.

Por ejemplo, los modelos de aprendizaje automático pueden entrenarse con grandes conjuntos de datos sobre interacciones proteína-péptido, para identificar patrones y predecir uniones con alta afinidad entre proteínas. Un caso práctico es el uso de un algoritmo llamado In Silico Peptide Synthesizer (InSiPS), que permite diseñar herramientas computacionales para generar nuevas secuencias de proteínas sintéticas que interactúan con objetivos específicos y con

un bajo margen de error. Entre sus aplicaciones, InSiPS ha sido utilizado para predecir péptidos que se unen a la superficie de la proteína spike del SARS-CoV-2, lo que ha sido útil como método de diagnóstico de COVID-19. Otra aplicación destacada es el diseño de péptidos inhibidores de la proteasa HIV-1 (una enzima clave para la replicación del VIH) utilizando RosettaScripts, un sistema de software especializado.

No obstante, a pesar de las ventajas que ofrece la IA en la creación de medicamentos peptídicos, también enfrenta retos importantes. Entre ellos, la disponibilidad de datos de calidad, la validación de estos datos y la infraestructura tecnológica necesaria. Además, las cuestiones éticas juegan un papel fundamental. La transparencia y la integridad en el desarrollo de tecnologías basadas en IA requieren la implementación de directrices y regulaciones, especialmente en temas como la privacidad de los datos y el uso responsable de estas tecnologías en el ámbito de la salud.

Aunque la aplicación de la IA en la generación de péptidos es relativamente reciente, está evolucionando rápidamente. A día de hoy, no existen en el mercado péptidos generados por IA para uso terapéutico. Sin embargo, las posibilidades que ofrece la IA son prácticamente infinitas, y se espera que contribuya al desarrollo de péptidos completamente nuevos que puedan mitigar o curar enfermedades que, hasta ahora, no han podido ser tratadas con éxito con las tecnologías actuales.

---

## Referencia

Nissan, N., Allen, M., Sabatino, D. & Biggar, K. "Future perspective: harnessing the power of artificial intelligence in the generation of new peptide drugs". *Biomolecules*, vol. 14. 2024 <https://doi.org/10.3390/biom14101303>.

# Educación de Calidad para el Desarrollo Sostenible

Dr. David Cortés Sáenz,  
Dr. Cesar Omar Balderrama Armendáriz  
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez  
[david.cortes@uacj.mx](mailto:david.cortes@uacj.mx)

## Resumen

Se explora el papel de las instituciones de educación superior en la implementación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente el ODS 4: Educación de Calidad. Se enfatiza la importancia de la educación como herramienta para eliminar desigualdades, promover la igualdad de género y garantizar una formación inclusiva y equitativa, preparando a las personas para el empleo, el emprendimiento y la sostenibilidad.

De acuerdo con las Naciones Unidas, el desarrollo sostenible implica cómo debemos vivir hoy si queremos un futuro mejor, ocupándose de las necesidades presentes sin comprometer las oportunidades de las generaciones futuras de cumplir con las suyas [1]. Pero, ¿cómo pueden las universidades convertirse en catalizadores del cambio hacia un mundo más sostenible? Como instituciones públicas, las universidades tienen un gran compromiso con la sociedad. Tal es el caso de la Universidad

Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ), que se ha consolidado como un referente en educación, ciencia y deporte en ámbitos locales, estatales y nacionales. Además, al encontrarse en un espacio fronterizo privilegiado, se sitúa como una institución clave que contribuye con sus egresados al crecimiento económico de la región.

Las universidades desempeñan un papel crucial en el desarrollo sostenible al ser espacios donde se genera conocimiento, se forman ciu-

dadanos responsables y se impulsa la innovación. Estas instituciones tienen la capacidad de integrar los principios del desarrollo sostenible en sus planes educativos, investigaciones y acciones comunitarias, convirtiéndose en actores clave para abordar los desafíos ambientales, sociales y económicos. Al actuar como motores de cambio, las universidades además de transmitir conocimientos, también promueven valores y estrategias que impactan directamente en la construcción de un futuro sostenible.

Con una matrícula cercana a los 40,000 estudiantes y más de 3,700 egresados en los periodos 2023-II/2024-I [2], uno de los mayores compromisos universitarios debe ser la formación de profesionistas y ciudadanos social y ambientalmente responsables, debido a que serán los futuros pilares de la sociedad y el principal motor de los sectores industriales, sociales, empresariales y públicos. Al ser la universidad más grande del

estado de Chihuahua, la UACJ impacta en la vida de miles de familias de estudiantes de licenciatura y posgrado, así como empleados, miembros de la comunidad, estudiantes de idiomas, artes y oficios, entre otros. Por otra parte, tiene relación de forma indirecta con usuarios de clínicas, servicios, beneficiarios de las acciones sociales de la institución, proveedores, comerciantes o visitantes que asisten a la universidad en sus tradicionales fiestas. Es decir, una gran parte de la población tiene contacto con la universidad.

Por esta razón, la institución está obligada a considerar como una necesidad primordial la implementación de principios sostenibles y ambientales, así como proponer acciones para que sea un referente en prácticas sustentables y un ejemplo para todos los que tienen relación con ella. Más que ser un espacio que transmita conocimiento a sus generaciones, la universidad debe inculcar valores y principios para el desarrollo



Fig. 1 Objetivos de Desarrollo Sostenible.

sostenible y buscar el bienestar de la comunidad universitaria y de la sociedad, garantizando el bienestar de las generaciones venideras.

El objetivo de este artículo es analizar cómo las universidades pueden contribuir al desarrollo sostenible mediante la integración de estrategias ambientales y sociales en su quehacer académico y comunitario. Para ello, se abordará el caso de estudio de la UACJ, destacando su impacto, sus acciones actuales y los retos que enfrenta en la construcción de un modelo sostenible.

## La Universidad y los Objetivos de Desarrollo Sostenible

Uno de los grandes compromisos que tienen los países, es el tomar acción en los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) representados en la Fig. 1 y creados con la finalidad de erradicar la pobreza, proteger al planeta y asegurar la prosperidad para todos [1]. A fin de garantizar los objetivos y sus metas, cada miembro de la sociedad debe tomar su responsabilidad y aportar con su parte. En el caso de las instituciones de educación superior, se puede aportar en diversos ODS, uno de ellos sería contribuir como comunidad Universitaria en el ODS 4 que se denomina Educación de Calidad mostrado en la Figura 2, el cual ayuda a reducir las desigualdades y a alcanzar la igualdad de género. También ayuda a las personas de todo el mundo vivir una vida más

saludable y sostenible. La educación es de suma importancia debido a que es un mecanismo que fomenta la tolerancia entre las personas y contribuye al desarrollo de sociedades más pacíficas.

## ODS 4. Educación de Calidad

Los ODS se encuentran estructurados por metas con las cuales las Instituciones de Educación Superior tienen relación directa y pueden intervenir con acciones internas y externas utilizando para este medio su infraestructura y como mecanismo de difusión a la comunidad universitaria. Se muestran a continuación algunas de las metas del objetivo 4:

4.3: De aquí a 2030, asegurar el acceso igualitario de todos los hombres y las mujeres a una formación técnica, profesional y superior de calidad, incluida la enseñanza universitaria.

¿Cómo puede la UACJ garantizar la inclusión de estudiantes de comunidades marginadas y rurales? ¿Qué estrategias pueden implementarse para que las mujeres y otros grupos históricamente excluidos accedan a programas universitarios de calidad?

4.4: De aquí a 2030, aumentar considerablemente el número de jóvenes y adultos que tienen las competencias necesarias, en particular técnicas y profesionales, para acceder al empleo, el trabajo decente y el emprendimiento.



Fig.2 ODS 4.

¿Qué programas innovadores puede actualizar o desarrollar la UACJ para formar estudiantes con habilidades técnicas que respondan a las demandas del mercado laboral regional y global? ¿Cómo puede la universidad fomentar una mentalidad emprendedora entre sus egresados?

4.5: De aquí a 2030, eliminar las disparidades de género en la educación y asegurar el acceso igualitario a todos los niveles de la enseñanza y la formación profesional para las personas vulnerables, incluidas las personas con discapacidad, los pueblos indígenas y los niños en situaciones de vulnerabilidad.

¿Qué políticas debe implementar la UACJ para garantizar que las personas con discapacidad y las comunidades indígenas encuentren en la universidad un espacio de igualdad y respeto? ¿Qué medidas específicas pueden reducir las barreras educativas para grupos vulnerables dentro y fuera de la institución?

4.7: De aquí a 2030, asegurar que todos los alumnos adquieran los conocimientos teóricos y prácticos necesarios para promover el desarrollo sostenible, entre otras cosas mediante la educación para el desarrollo sostenible y los estilos de vida sostenibles, los derechos humanos, la igualdad de género, la promoción de una cultura de paz y no violencia, la ciudadanía mundial y la valoración de la diversidad cultural y la contribución de la cultura al desarrollo sostenible.

¿Cómo puede la UACJ integrar de manera efectiva la educación para el desarrollo sostenible en todos sus programas académicos? ¿Qué acciones específicas pueden tomarse para promover una cultura de paz y no violencia dentro y fuera de la comunidad universitaria?

## Estableciendo las bases

La Universidad en su Plan de Trabajo 2024-2030 considera en su eje transversal 2 a la Institución como Universidad Sustentable. Esto significa que existe preocupación y sensibilidad con relación al medio ambiente y la sostenibilidad. Por otra parte, los ODS tienen como meta el cumplimiento de sus objetivos para el 2030, lo cual posiciona a la institución en un punto de partida ideal para planear, desarrollar y ejecutar acciones que finalicen a la par del cumplimiento de los ODS.

A continuación, se presentan pasos prácticos para establecer un plan de trabajo hacia la sostenibilidad que no solo es aplicable a la UACJ, sino que puede ser replicado en cualquier institución de educación superior. Este enfoque contempla la participación de actores clave como administrativos, docentes, estudiantes, miembros de la comunidad, proveedores y otros grupos de interés para garantizar una implementación integral y efectiva.

Paso 1. Creación de un equipo de trabajo y definición del objetivo institucional. Se debe conformar un equipo multidisciplinario compuesto por representantes administrativos, docentes, estudiantes y líderes comunitarios. Este equipo, en colaboración con la administración universitaria, definirá un objetivo institucional claro que alinee las acciones hacia el cumplimiento de metas sostenibles. Cada miembro del equipo debe tener roles específicos para asegurar que las estrategias sean inclusivas y efectivas.

Paso 2. Realización de un diagnóstico institucional. Este paso involucra a todos los sectores

de la institución: administrativos para gestionar datos, docentes y estudiantes para proporcionar información desde las aulas y laboratorios, y proveedores para evaluar los recursos disponibles. El diagnóstico debe abarcar áreas como cultura sustentable, gestión de recursos, sistemas de certificación ambiental y la creación de una comunidad verde, permitiendo identificar fortalezas y áreas de oportunidad.

Paso 3. Definición de acciones específicas. Con base en los resultados del diagnóstico, se desarrollarán programas concretos que incluyan cursos, talleres, diplomados y campañas de comunicación. Los administrativos deben coordinar la logística, los docentes liderar las capacitaciones, los estudiantes participar activamente en actividades sostenibles y los proveedores colaborar con materiales y servicios alineados a los principios ambientales.

Paso 4. Establecimiento de un plan de trabajo. El plan debe incluir objetivos claros y fechas específicas para el logro de metas. Este debe garantizar la inclusión de todos los sectores, promoviendo competencias técnicas y profesionales en los estudiantes, fomentando el empleo y el emprendimiento, y asegurando que toda la comunidad universitaria adopte conocimientos y prácticas sostenibles. Administrativos y docentes son responsables de supervisar el progreso, mientras que estudiantes y miembros de la comunidad contribuyen con su participación activa.

Paso 5. Evaluación continua de resultados. Se debe implementar un sistema de monitoreo y evaluación periódica para medir el impacto

de las acciones emprendidas. Los administrativos pueden coordinar los informes de avance, los docentes pueden recopilar datos de impacto desde las aulas, y los estudiantes y miembros de la comunidad pueden participar en encuestas y grupos de enfoque para ofrecer retroalimentación. Este proceso permitirá ajustar estrategias y asegurar que los objetivos se mantengan en línea con las metas institucionales y globales de sostenibilidad.

## Conclusión

Las Instituciones de Educación Superior tienen un gran impacto en la sociedad y pueden ser un instrumento eficaz para contribuir al cumplimiento de los ODS, promoviendo una cultura y estilo de vida sostenibles mediante mecanismos y procedimientos específicos que giren en torno a un objetivo y visión institucional hacia el 2030. Estas instituciones tienen la oportunidad de liderar el cambio hacia un modelo más sostenible, estableciendo metas claras que permitan construir un espacio universitario respetuoso con el medio ambiente y fomentar una cultura ambiental entre toda la comunidad universitaria.

¿Está preparada su institución para asumir este compromiso y convertirse en un modelo a seguir en el camino hacia la sostenibilidad?

---

## Referencias

[1] Organización de las Naciones Unidas, "Objetivos de Desarrollo Sostenible," [en línea]. Disponible: <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/objetivos-de-desarrollo-sostenible>

[2] Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, "Primer Informe Semestral de la Matrícula 2024-I," Dirección General de Planeación y Desarrollo Institucional, marzo 2024. [PDF].

# La falta de justicia en casos transfronterizos

Luz Daniela Natividad Molina  
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez  
al232765@alumnos.uacj.mx

## Resumen

El artículo aborda la falta de justicia en casos transfronterizos a través de la comparación entre dos incidentes: el caso "Hernández vs. Mesa", donde un adolescente mexicano murió por disparos de un agente estadounidense desde suelo estadounidense, y el caso de Leonardo Stanton, un soldado extraditado a México por el feminicidio de su pareja en Ciudad Juárez. Se destaca cómo la cooperación internacional para resolver homicidios puede ser desigual dependiendo de factores como la presión social y la naturaleza del crimen, siendo los feminicidios más prioritarios debido al impacto de los movimientos feministas.

El caso "Hernández vs. Mesa" pone en evidencia las complejidades y desafíos que enfrentan los sistemas de justicia en incidentes transfronterizos. El 7 de junio de 2010, Sergio Adrián Hernández Güereca, un adolescente mexicano, murió a manos del agente estadounidense Jesús Mesa Jr. Este incidente ocurrió con el agente en suelo estadounidense y Sergio en territorio mexicano. Lo que hace este caso particularmente complicado es la dificultad para determinar qué derechos y leyes deben aplicar-

se en situaciones que cruzan las fronteras de dos países.

La controversia surge porque el homicidio de Sergio Hernández fue perpetrado desde territorio estadounidense, mientras que la víctima se encontraba en suelo mexicano. La familia de Hernández buscó justicia bajo las leyes de Estados Unidos, argumentando violaciones de derechos humanos. No obstante, el caso pasó por el Tribunal de Distrito y la Corte de Apelaciones

del Quinto Circuito, hasta llegar finalmente a la Corte Suprema de los Estados Unidos. En 2020, este tribunal falló en contra del derecho de la familia para demandar al agente bajo la ley estadounidense, argumentando que el incidente ocurrió fuera de las fronteras del país, lo que impedía la aplicación extraterritorial de la Constitución.

En contraste, en 2022, Leonardo Stanton, un soldado estadounidense estacionado en Fort Bliss, fue extraditado a México por el feminicidio de su pareja, María Riya Pérez López, en Ciudad Juárez, misma ciudad natal de Sergio Hernández. Este caso atrajo atención no solo por la gravedad del crimen, sino también por la rapidez con la que Stanton fue procesado bajo la ley mexicana. La extradición destacó una priorización de los feminicidios sobre otros tipos de homicidios en los acuerdos de cooperación internacional.

En homicidios que no involucran violencia de género, como el de Hernández, las vías legales parecen más limitadas. Esto se debe, en parte, a la falta de tratados de extradición que cubran ciertos tipos de homicidios y al peso de la presión internacional generada por los feminicidios. La priorización de los feminicidios está vinculada a las luchas sociales y políticas en América Latina, particularmente en México, donde los movimientos feministas han visibilizado la violencia de género como una crisis de derechos humanos. Las campañas nacionales e internacionales han impulsado reformas legales y han exigido mayor atención a estos crímenes.

Por ello, en el caso de Leonardo Stanton, la extradición fue posible al clasificarse como un crimen que demanda justicia inmediata. Esto contrasta con casos igualmente trágicos, como

el de Hernández, que no han recibido la misma presión internacional y, en consecuencia, no siempre son prioritarios en la colaboración entre países fronterizos.

El caso “Hernández vs. Mesa” evidencia la necesidad de realizar reformas legales y fomentar la cooperación internacional para garantizar la justicia en incidentes transfronterizos. Comparado con la extradición de Leonardo Stanton, revela profundas desigualdades en los sistemas judiciales al manejar homicidios transfronterizos. La falta de un marco legal claro y mecanismos efectivos perpetúa la impunidad y la ausencia de justicia.

La comunidad internacional y los Estados deben trabajar en conjunto para desarrollar acuerdos y políticas que protejan los derechos humanos. Solo mediante un esfuerzo decidido y colaborativo se podrá construir un sistema legal que respete y proteja la integridad de todas las personas, independientemente de su ubicación o nacionalidad.

---

## Referencias

[1] Extraditan a militar de EU acusado de feminicidio en Ciudad Juárez, Chihuahua, La Crónica, 23 de febrero de 2024. [En línea]. Disponible en: <https://www.cronica.com.mx/nacional/extraditan-militar-eu-acusado-feminicidio-ciudad-juarez-chihuahua.html>

[2] Hernández v. Mesa, 582 U.S. \_\_\_\_ (2017), Justia Law. [En línea]. Disponible en: <https://supreme.justia.com/cases/federal/us/582/15-118/>. [Último acceso: 10 de agosto de 2024].

[3] La Constitución de los Estados Unidos de América 1787, National Archives, 15 de agosto de 2016. [En línea]. Disponible en: <https://www.archives.gov/espanol/constitucion>

# ¿Qué desafíos éticos plantea la inteligencia artificial generativa?

Ana María García  
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez  
al211678@alumnos.uacj.mx

## Resumen

La inteligencia artificial generativa presenta desafíos éticos importantes, como riesgos a la privacidad, derechos de autor y desinformación. Sin una regulación adecuada, su uso podría violar la privacidad y difundir contenido falso, afectando valores democráticos. Para que sus beneficios no generen riesgos, es muy importante tener un enfoque ético basado en derechos humanos, transparencia y responsabilidad.

La inteligencia artificial generativa, con su capacidad de crear contenidos convincentes y realistas, plantea serios desafíos éticos en múltiples áreas, especialmente en lo que respecta a la privacidad, protección de datos, derechos de autor, desinformación y desigualdades sociales. Estos desafíos no solo afectan al ámbito digital, sino que también tienen repercusiones directas en la vida diaria y en la sociedad.

El primer desafío importante radica en la privacidad y la protección de datos. La IA pue-

de analizar grandes cantidades de datos para producir contenido personalizado o, en algunos casos, simular información personal. Esto plantea riesgos para la privacidad de los usuarios, ya que se podría utilizar información sensible sin el consentimiento adecuado, lo cual viola el derecho fundamental a la privacidad. Este aspecto se complica aún más debido al uso de datos personales en el entrenamiento de modelos de IA, lo cual, sin una regulación adecuada, puede llevar a violaciones de datos y a la exposición de infor-

mación confidencial, además de contribuir a la desinformación, que se considera otro problema crítico. Las plataformas de redes sociales y sitios de noticias están cada vez más pobladas de contenido creado con inteligencia artificial que, al ser indistinguible de la realidad, puede confundir a los usuarios y promover la propagación de noticias falsas o manipuladas. Este tipo de contenido tiene el potencial de distorsionar la opinión pública y de influir en decisiones importantes, como las elecciones políticas, lo cual representa una gran problemática en cuanto a derechos y valores democráticos.

Un ejemplo de las posibilidades y riesgos de la IA generativa se puede ver en la creación de “deepfakes”, donde la IA genera imágenes o videos de personas diciendo o haciendo cosas que en realidad nunca ocurrieron. Esto ha sido empleado tanto para entretenimiento como para fines maliciosos, como la difusión de videos falsos que dañan la reputación de figuras públicas o particulares. La presencia de la IA está creciendo rápidamente y junto con sus beneficios, trae una serie de dilemas que afectan a la sociedad en su conjunto. En la medicina podría ayudar a detectar enfermedades o analizar resultados de exámenes en cuestión de minutos, algo que podría salvar vidas. No obstante, los mismos sistemas que benefician a los pacientes pueden también llevar a un mal uso de la información o la creación de tratamientos falsos, si no se regulan adecuadamente.

Para que esta herramienta aporte a la sociedad sin generar riesgos, es necesario un enfoque ético en su desarrollo y uso. De lo contrario, las personas podrían perder confianza en esta tecnología y dejar de aprovechar sus beneficios. La transparencia en los algoritmos, el consentimiento informado de los usuarios y la responsabilidad de las empresas y gobiernos son ele-

mentos clave para que la IA se convierta en un recurso positivo en nuestras vidas.

¿Cómo podemos evitar que esta tecnología cause daño? La inteligencia artificial representa un avance impresionante, pero también exige un compromiso ético firme. Para abordar los desafíos, es esencial que la tecnología se guíe por los derechos humanos, la equidad y la transparencia. Solo así se podrá asegurar que sea una herramienta beneficiosa para todos, capaz de mejorar nuestras vidas sin comprometer nuestros derechos o la veracidad de la información. Con un enfoque en el desarrollo responsable y siempre contemplando los derechos humanos es posible aprovechar sus beneficios al tiempo que se minimizan sus riesgos, promoviendo un uso que respete y fortalezca los valores de nuestra sociedad.

---

## Referencia

- [1] M. Al-kfairy, D. Mustafa, N. Kshetri, M. Insiew, y O. Alfandi, «Ethical Challenges and Solutions of Generative AI: An Interdisciplinary Perspective», *Informatics*, vol. 11, n.o 3, Art. n.o 3, sep. 2024, <https://doi.org/10.3390/informatics11030058>.

# Predictores de conductas suicidas en adolescentes mexicanos y el apoyo comunitario como prevención

Flor Minerva Montejo Dávila  
Universidad Autónoma de Ciudad Juárez  
[montejo3010@gmail.com](mailto:montejo3010@gmail.com)

## Resumen

La inteligencia artificial generativa presenta desafíos éticos importantes, como riesgos a la privacidad, derechos de autor y desinformación. Sin una regulación adecuada, su uso podría violar la privacidad y difundir contenido falso, afectando valores democráticos. Para que sus beneficios no generen riesgos, es muy importante tener un enfoque ético basado en derechos humanos, transparencia y responsabilidad.

El número de suicidios ha aumentado considerablemente a lo largo de los años. Sin embargo, más allá de las cifras, cada suicidio representa a una persona con una historia que la llevó a tomar esa decisión. Se cree que es posible detectar los factores de vida que influyen en este desenlace, aunque la mayoría de los estudios se han realizado en países con niveles

socioeconómicos altos. Investigadores del Centro de Estudios Avanzados sobre Violencia - Prevención del Instituto Nacional de Pediatría, en México [1], analizaron estos factores en adolescentes mexicanos, enfocándose en la salud mental y las experiencias difíciles durante la infancia, para proponer mejoras en la calidad de la salud mental en México.

El suicidio es un grave problema de salud mental que afecta a nivel mundial y es una de las principales causas de muerte entre adolescentes y adultos jóvenes, según la Organización Mundial de la Salud. En los últimos años, los intentos de suicidio y los pensamientos suicidas han ido en aumento, lo que podría agravar aún más esta problemática.

De acuerdo con estudios realizados en países con altos niveles socioeconómicos, los principales factores que influyen en las conductas suicidas son: la experiencia de violencia, problemas de salud mental en el hogar (como intentos de suicidio, adicción a drogas o divorcios), bajos niveles socioeconómicos, bajo rendimiento escolar y discriminación. No obstante, surge la pregunta: ¿afectan estos factores de igual manera en México? Además, en estos países, es más accesible recibir tratamiento de salud mental y atención post-intento, sin importar el nivel económico, mientras que en México, estos servicios son limitados y costosos. Esto podría hacer que las personas sean más vulnerables al suicidio como última alternativa.

En 2021, se realizó una encuesta en escuelas secundarias públicas de 20 de los 32 estados de México, abarcando diversas áreas geográficas, económicas, naturales y culturales. El estudio evaluó la relación entre problemas de salud mental, experiencias adversas en la infancia (como violencia doméstica, abuso sexual o familiares con problemas de adicciones) y la tendencia suicida (autolesiones, intentos de suicidio o pensamientos suicidas). Los resultados indicaron que los principales predictores de conductas suicidas en adolescentes mexicanos son: problemas de conducta, síntomas depresivos, trastor-

nos obsesivo-compulsivos y problemas físicos. Se observó que cuanto más factores de este tipo experimenta una persona, mayor es el riesgo de suicidio.

A diferencia de lo que sucede en otros países, en México no se encontró una relación significativa entre las experiencias adversas en la infancia y las conductas suicidas. Se deduce que esto podría deberse al apoyo que brindan las familias y comunidades, que genera una red de contención emocional para los adolescentes. Este tipo de apoyo no es tan común en países con mayores niveles socioeconómicos.

También es importante considerar otros factores, como la personalidad de cada individuo, que podrían influir en las conductas suicidas. No obstante, si las personas cuentan con herramientas para enfrentar las situaciones difíciles y gestionar sus emociones, el riesgo de suicidio disminuye considerablemente. Por ello, es crucial identificar estos factores en los adolescentes mexicanos para prevenir intentos de suicidio y brindar apoyo a quienes ya han experimentado pensamientos o intentos suicidas. Esto es especialmente importante para evitar que los adolescentes lleven a cabo el acto en la adultez, lo cual es común por la falta de seguimiento y atención post-intento.

Como personas cercanas, aunque no seamos profesionales, podemos ofrecer una red de apoyo. No debemos dejar sola a una persona que esté atravesando una crisis, y no podemos depender únicamente del sistema de salud, que actualmente no es el más eficiente en el país.

Es necesario concientizar sobre el suicidio en México y dejar de verlo como un tema tabú. Debemos reconocerlo como un problema real que puede afectar a cualquier persona. Cuanto más informada esté la población sobre este tema, será más fácil intervenir de manera temprana, identificar factores de riesgo y, en última instancia, salvar vidas. Es crucial dejar de pensar que “esto no le puede pasar a alguien cercano”; es mejor estar atentos a las señales y actuar a tiempo. Aunque aún se necesitan más estudios en América Latina, es vital que la sociedad mexicana tome este tema con la seriedad que merece, especialmente considerando que los adolescentes son la población de mayor riesgo, ya que muchas veces no ven salidas a sus problemas.

El suicidio, los pensamientos suicidas y las conductas suicidas no desaparecen si los ignoramos. Es fundamental que estos temas se integren conscientemente en el sistema de salud. Como sociedad, debemos educarnos y brindar apoyo a las personas vulnerables, sin juzgar.

---

## Referencias

[1] Casas-Muñoz, Á. E. Velasco-Rojano, A. Rodríguez-Caballero, E. Prado-Solé, and M. G. Álvarez, “ACEs and mental health problems as suicidality predictors in Mexican adolescents,” *Child Abuse and Neglect*, vol. 150, Apr. 2024, doi: 10.1016/j.chiabu.2023.106440. <https://doi.org/10.1016/j.chiabu.2023.106440>

[2] Angulo P. “Hablemos de suicidio,” Blog del Instituto Mexicano del Seguro Social, Gobierno de México, 2022. <https://www.gob.mx/imss/es/articulos/hablemos-de-suicidio>

[3] INEGI “Estadísticas a propósito del día mundial para la prevención del suicidio (10 de septiembre),” Comunicado de prensa No. 547/24, 2024. [https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2024/EAP\\_Suicidio24.pdf](https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2024/EAP_Suicidio24.pdf)

¡Descubre, aprende y conecta!

Sigue nuestras redes y explora temas de ciencias aplicadas, salud mental, y mucho más.

¡Únete a nuestra comunidad científica!



Ciencia Vital



@ciencia\_vital



@ciencia\_vital



Ciencia Vital