

# HISTORIAS DE FENGACOS

ISSN: 3061-7340

ENERO-JUNIO  
2026



# HISTORIAS DE FENGACOS

Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico Aplicado al Comportamiento

## DIRECTORIO UAT

**Dr. Dámaso Leonardo Anaya Alvarado**  
Rector

**Dr. Eduardo Arvizu Sánchez**  
Secretario General

**Dra. Rosa Issel Acosta González**  
Secretaria Académica

**Dr. Fernando Leal Ríos**  
Secretario de Investigación y Posgrado

## DIRECTORIO DE LA FADYCS

**Dra. Elda Ruth De Los Reyes Villareal**  
Directora

**Mtra. Oliva Ramírez San Vicente**  
Secretaria Administrativa

**Dra. Rufina Flores Barrios**  
Secretaria Académica

**Dra. Esperanza Sida Ponce**  
Secretaria Técnica

**Dra. Helen Contreras Hernández**  
Jefa de la División de Estudios de Posgrado e  
Investigación

## EDITOR GENERAL

**Ennio Héctor Carro Pérez**

## EQUIPO EDITORIAL:

**Alejandra Abigail Serrano García**

## COMITÉ EDITORIAL:

**Dra. Lucía Ruíz Ramos**

**Dr. Alfredo Sánchez Carballo**

**Dra. Aileen Azucena Salazar Jasso**

**Dra. María Consuelo Lemus Pool**

**Dr. Bernardo Nahuat Roman**

**Dr. Arturo Secundino Hernández Gómez**

**Dra. María Josefina Hernández Barrera**

**Dr. Marcial Ranulfo Buttén de Leon**

**Dra. Yolanda del Rocío Moreno Ramírez**

**Dr. Oscar Monreal Aranda**

**Dra. Lucero de Jesús Rodríguez Jasso**

**Dra. Laura del Carmen Moreno Chimely**

**Dr. Ángel Mario Lerma Sánchez**

**Dra. Mireya Velázquez Hernández**

**Dra. Amada Ampudia Rueda**

**Dr. Edgar Vicente Torres González**

**Dra. Helen Contreras Hernández**

**Dr. Javier Castro Llamas**

**Dr. Daniel Cantú Cervantes**

**Dra. Angélica Leticia Bautista López**

## ILUSTRADORA:

**Alejandra Abigail Serrano García**

**Envío de contribuciones conforme a  
las normas para publicación:**

**[historiasdefengacos@uat.edu.mx](mailto:historiasdefengacos@uat.edu.mx)**

En portada: Alejandra Abigail Serrano García (2026) *CARIBDIS ESTUDIANDO AL AIRE LIBRE*. Ilustración digital, México.

REVISTA "HISTORIAS DE FENGACOS", Año: 2026, Volumen 3, Número 1, enero - junio, es una publicación semestral de divulgación científica arbitrada, editada por la Universidad Autónoma de Tamaulipas. Centro Universitario Tampico, Madero, Boulevard Adolfo López Mateos esquina con Ave. Universidad s/n, C.P. 89138, Tampico, Tamaulipas, México; Edificio Administrativo, Primer piso, Teléfono (52)+ 8332412000, Extensiones: 3768 y 3776. Sitio web: <https://fengacos.uat.edu.mx>. Editor responsable: Dr. Ennio Héctor Carro Pérez. Reserva de Derechos de Uso Exclusivo (versión electrónica) No. 04-2023-070713040900-102, ISSN Electrónico: 3061-7340, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor (INDAUTOR). Responsable de la última actualización de este número: Dr. Ennio Héctor Carro Pérez. Fecha de la última modificación: 30 de junio de 2026.

El contenido de los artículos y colaboraciones publicadas en ésta revista son responsabilidad de cada autor. Se autoriza la reproducción total o parcial del material citando la fuente.

# ÍNDICE

## VOL. 3 NÚM. 1 (2026): ENERO-JUNIO 2026

### EDITORIAL

#### HISTORIAS DE FENGACOS VOL. 3 NÚM. 1

Ennio Héctor Carro Pérez

1-2

### DOXA Y EPISTEME

#### LUZ ABSORBIDA Y DISPERSADA POR NANOPARTÍCULAS DE ORO: EL EFECTO DE LA POROSIDAD

Ana Lilia González Ronquillo, Alejandro Ramos Romero

3-10

#### EL DERECHO HUMANO A UN MEDIO AMBIENTE SANO. CASO ZONA SUR DE TAMAULIPAS

Helen Contreras Hernández, Ana Beatriz Cortina Dávila, Cindy Lucía Félix Hernández

11-17

#### LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA ¿MÁQUINAS CREATIVAS?

Alejandra Abigail Serrano García

18-28

#### LA FUSARIOSIS DE LA ESPIGA EN TRIGO: AMENAZA ALIMENTARIA AMENAZA SILENCIOSA PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA

Norma Cecilia Morales Elias, Guillermo García Barrios

29-35

#### SEQUIÁS Y LLUVIAS: "LATIGAZO" HIDROCLIMÁTICO EN EL SUR DE TAMAULIPAS

Oscar Morelos Santos, Luis Fernando Muñoz Torres, Felipe Caballero Briones

36-40

### MANCHANDO EL CUADERNO

#### PERDÓNALOS, PORQUE SÍ SABEN LO QUE HACEN

Alfredo Sánchez Carballo

41-42

### FENGACIENTES

#### DE LA PEDAGOGÍA TRADICIONAL A LA HOSPITALARIA. EDUCAR PARA LA SALUD: UNA CHARLA CON LA DOCTORA PATRICIA YOLANDA PADILLA JASSO

Ennio Héctor Carro Pérez, Fabiola Herrera Gálvez

43-57

#### BIOLOGÍA DE LA REPRODUCCIÓN, UN ACERCAMIENTO CON CARIÑO: CHARLA CON LA BIÓLOGA NORMA CARIÑO MANCILLA

Ennio Héctor Carro Pérez, Fabiola Herrera Gálvez

58-70

# LUZ ABSORBIDA Y DISPERSADA POR NANOPARTÍCULAS DE ORO: EL EFECTO DE LA POROSIDAD

Autores: Ana Lilia González - Ronquillo, Alejandro Ramos Romero

## Resumen

Las nanopartículas de oro ofrecen nuevas posibilidades en medicina, ya que pueden transportar fármacos de forma controlada y funcionar simultáneamente en diagnóstico y tratamiento, un enfoque llamado teranóstico. Su comportamiento está estrechamente ligado a cómo interactúan con la luz. En este trabajo explicamos, de manera accesible, por qué las nanopartículas de oro porosas resultan especialmente prometedoras. Analizamos tres casos: una nanopartícula sólida, una parcialmente porosa y una completamente porosa y hueca. Mediante simulaciones numéricas mostramos que la porosidad influye significativamente en la cantidad de luz que la nanopartícula puede absorber y dispersar. También encontramos que características como la profundidad de los poros y el material que los rellena (por ejemplo, aire o agua) modifican su respuesta óptica. En particular, la respuesta espectral de las nanopartículas porosas presenta un desplazamiento hacia el rojo respecto de las sólidas. Sustituir aire por agua dentro de los poros produce, además, cambios adicionales en esta respuesta. Otro resultado relevante es la aparición de “puntos calientes”, regiones donde el campo eléctrico se intensifica notablemente, tanto en la superficie como dentro de los poros. Esto sugiere que moléculas alojadas en estos espacios pueden experimentar campos electromagnéticos muy intensos. Estos hallazgos ayudan a comprender y optimizar el diseño de nanopartículas para aplicaciones biomédicas y ópticas.

## Palabras claves

Nanopartícula de oro, porosidad, absorción de luz, dispersión de luz, campo eléctrico, simulación numérica.

## Introducción

Antes de continuar con la lectura, invitamos al lector a revisar el Glosario de términos que se encuentra después de la sección de conclusiones.

Una nanopartícula (NP) es aquella porción de material cuyo largo, ancho y alto mide entre 1 y 100 nanómetros (nm). A esta escala, las nanopartículas (NPs) hechas de oro (Au) presentan propiedades fisicoquímicas que comúnmente no se ven a escala macroscópica. Por ejemplo, las NPs de oro presentan propiedades bactericidas (Méndez-Pfeiffer et al., 2019) y catalíticas que el oro en *bulk* no tiene. Por otro lado, una NP de oro ya no se aprecia de color dorado: si tiene forma cúbica, tiende a reflejar tonalidades verdes, mientras que en forma de octaedro adquiere tonos rojizos o anaranjados (Tao et al., 2006).

Hoy en día es posible fabricar NPs con formas muy variadas, como esferas, cubos, octaedros, prismas triangulares, estrellas o estructuras huecas, entre otras. Cada geometría modifica su interacción con la luz y, por ello, también sus posibles aplicaciones. Gracias a estas propiedades, las NPs de Au han despertado interés en medicina, biología, química, electrónica, ciencia e ingeniería de materiales, entre otras.

Las NPs de oro sólidas son las más estudiadas, le siguen las estructuras núcleo-capa y luego, las NPs huecas o porosas. Estas últimas destacan por su potencial en la liberación controlada de fármacos, detección de virus (Rad et al., 2025) o moléculas (Li et al., 2011), plataformas para inmunoensayos, terapias contra el cáncer (Cun et al., 2025), terapias contra agentes patógenos (Wu et al., 2021) entre otros. Las NPs porosas y huecas se proponen

principalmente como componentes de supercapacitores electroquímicos (Bahar & Ekinci, 2020), componentes de inmunosensores (Romportong et al., 2025), o para aplicaciones teranósticas (terapia y diagnóstico) contra el cáncer (Shen et al., 2012).

Gracias al perfeccionamiento de las técnicas de fabricación, hoy es posible producir NPs esféricas de oro con tamaño entre 100 nm y 500 nm de diámetro, con poros muy profundos cuyo diámetro mide algunas decenas de nanómetros (Kosinova et al., 2016; Kosinova et al., 2017). Sin embargo, uno de los principales retos actuales sigue siendo garantizar su estabilidad física y química (Valencia et al., 2020).

La respuesta de una NP porosa difiere de la de su contraparte sólida, incluso cuando ambas tienen el mismo tamaño y forma. En particular, las NPs de oro porosas muestran una mayor absorción de luz en el infrarrojo, lo que las convierte en una opción especialmente atractiva para diversas aplicaciones en biomedicina.

En las siguientes secciones se explican, de manera accesible, los conceptos básicos necesarios para entender por qué las NPs de Au porosas resultan tan atractivas cuando interactúan con la radiación electromagnética. Después se describe el modelo empleado para representarlas y, finalmente, se analizan los resultados de las simulaciones numéricas, incluyendo la eficiencia de absorción y dispersión de luz, además de la distribución de los llamados puntos calientes.

## Interacción de una NP con una onda electromagnética

Pensemos en tres situaciones hipotéticas particulares.

Situación A) Luz proveniente del

Sol (la fuente de luz) que atraviesa una ventana de vidrio (obstáculo). Nosotros (el observador) estamos del otro lado de la ventana. La experiencia diaria nos dice que podemos ver a través de la ventana, lo cual indica que ese vidrio dejó pasar gran parte de la luz que pueden captar nuestros ojos. A este proceso se le llama *transmisión óptica*.

Situación B) El obstáculo entre el Sol y nosotros es una pared. En este caso, no podemos ver lo que hay del otro lado, porque la luz no logra atravesarla. La mayor parte de la luz fue retenida por la pared, fenómeno conocido como *absorción óptica*.

Situación C) Finalmente, consideremos un espejo. Aquí, la luz que incide sobre la superficie es devuelta casi en su totalidad, lo que nos permite ver imágenes. Este proceso se conoce como *reflexión óptica*.

Estas tres situaciones son ejemplos de materiales que transmiten toda la luz, o absorben toda, o reflejan toda.

Existen materiales que debido a su composición “seleccionan” el tipo de luz que reflejan, absorben o transmiten. Un ejemplo claro es una manzana de cáscara roja. Cuando la luz blanca incide sobre ella, la luz roja es reflejada y captada por nuestras pupilas, el resto de los colores que componen el *espectro electromagnético (EM)* visible es absorbido o dispersado.

La luz visible constituye solo un pequeño conjunto de todas las ondas que forman el espectro EM. Así que, las preguntas que nos planteamos son ¿Qué pasa con una onda EM, caracterizada por una *longitud* de onda particular, cuando incide sobre una NP de oro porosa?, la cantidad de luz absorbida y dispersada por ella ¿será diferente de aquella de una NP de oro sólida?.

En las tres situaciones planteadas

anteriormente, el “obstáculo” era una superficie plana. En esos casos, se emplean los conceptos de reflexión, absorción y transmisión. Por otro lado, cuando la luz u onda EM incide sobre una NP de cualquier forma y tamaño, se dice que la luz puede ser *absorbida* y/o *dispersada*. Esta última, involucra la luz reflejada y transmitida por toda la superficie de la NP. Además, a la suma de la luz absorbida más la dispersada se le conoce como la luz extinguida (Bohren & Huffman, 2008). La figura 1, ilustra el fenómeno de absorción y dispersión (o esparcimiento) de luz por una NP.

Figura 1.

Interacción de luz con una partícula esférica



**Nota.** Parte de la luz que incide sobre una NP de Au puede ser absorbida. El resto será dispersada o esparcida en todas direcciones. Figura de elaboración propia.

### Simulación numérica de una nanoesfera de oro porosa

Para hallar la respuesta a las preguntas planteadas en la sección anterior, existen varios caminos. Uno de ellos es la realización de *simulaciones numéricas*. La simulación numérica de una situación específica también llamado experimento numérico es una herramienta auxiliar para representar la realidad desde otro ángulo. A través de modelos matemáticos, se pueden recrear situaciones, con ayuda de programas computacionales, que después se comparan o complementan con experimentos en un laboratorio. De esta manera, la simulación numérica

no reemplaza a los experimentos, sino que los enriquece, permite explorar hipótesis antes de llevarlos a la práctica. Además, es una herramienta auxiliar para la obtención de relaciones entre variables de un sistema. En conjunto, los experimentos de laboratorio y las simulaciones numéricas forman un equipo poderoso para acelerar la identificación de tendencias o comportamientos de las variables, para luego hacer pruebas de predicciones que llevarán al resultado final del aprendizaje del comportamiento de un sistema. Todo ello nos permite comprender fenómenos complejos con mayor profundidad.

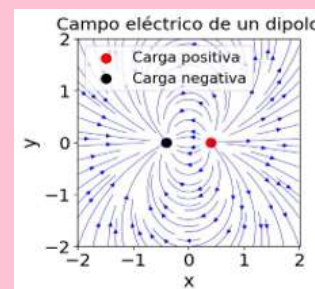
El código computacional que utilizamos para simular numéricamente las propiedades ópticas – en particular, las eficiencias de absorción y dispersión– de una nanoesfera porosa es DDSCAT, en su versión 7.3. Este código está basado en la llamada aproximación de dipolo discreto (DDA, por sus siglas en inglés), un método que representa la partícula mediante un conjunto de dipolos eléctricos puntuales que reproducen su interacción con la radiación (Draine 1988; Draine & Flatau, 1994).

Para comprender mejor la base conceptual de la DDA, es necesario entender qué es un dipolo puntual. Empecemos por la definición de un dipolo eléctrico físico (Griffiths, 2024; Jackson, 1998). Se trata de una pareja de cargas, una positiva y una negativa, separadas entre sí. Cada carga emite su propio campo eléctrico. El campo eléctrico de la carga positiva se representa con flechas que salen de ésta, mientras que el de la carga negativa se representa con flechas que entran en ella. En la figura 2, se muestran las líneas de campo eléctrico del dipolo físico. El dipolo se caracteriza por tener un momento dipolar que tiene

magnitud y dirección. Su magnitud es el producto de la carga por la distancia de separación. Su dirección va desde la carga negativa hacia la positiva.

Figura 2.

Campo eléctrico de un dipolo físico



**Nota.** El dipolo se compone de una carga positiva (representada en color rojo) y una carga negativa (representada en color negro) separadas cierta distancia. Las líneas del campo eléctrico salen de la carga positiva y entran a la carga negativa. Figura de elaboración propia.

Un *dipolo eléctrico puntual* es un modelo idealizado en el que las cargas se consideran puntuales, es decir, tan pequeñas que no ocupan espacio. Al mismo tiempo, la magnitud de sus cargas se considera muy grande, tendiendo a ser infinita. Además, la distancia de separación entre las cargas se hace muy pequeña, tendiendo a cero. De esta manera, el momento dipolar se mantiene finito. Las líneas de campo eléctrico de un dipolo puntual son muy parecidas a las de un dipolo físico visto desde una distancia muy lejana.

Regresando a la idea base de la DDA. La partícula objeto de estudio se representa por un conjunto de dipolos puntuales separados entre sí una distancia muy pequeña en comparación con la *longitud de onda* de la luz incidente. El número de dipolos que se utiliza para modelar la partícula depende de su forma. En la figura 3, se muestra una partícula representada con un número diferente de dipolos. En las figuras 3a) y 3b)

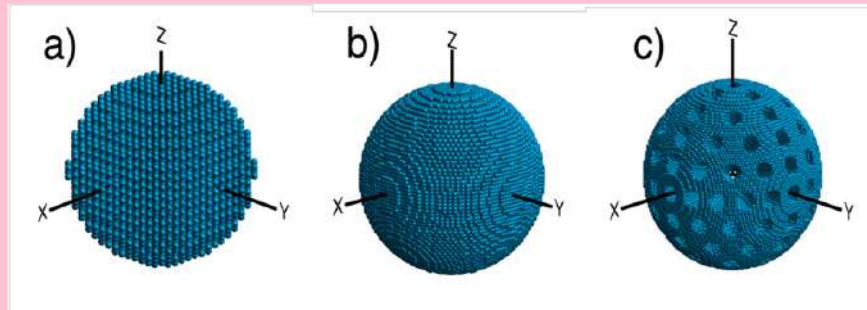
se muestra una esfera con 4,224 y 65,752 dipolos, respectivamente. Se puede observar que la superficie de la esfera se define mejor cuando se utiliza un gran número de dipolos. Sin embargo, al aumentar la cantidad de dipolos también aumenta el tiempo de cálculo computacional. Este es el precio que hay que pagar para obtener una representación más precisa de la partícula, garantizar convergencia de los resultados y mejorar la predicción de la respuesta óptica.

En la figura 3c), se observa un arreglo de 168,644 dipolos representando una esfera porosa. En este modelo, los poros tienen forma de paraboloide, además, están distribuidos de manera uniforme y radial. Esto último indica que la punta del paraboloide apunta hacia el centro de la esfera.

En la simulación numérica se considera que incide radiación EM (luz) sobre el conjunto de dipolos. Una onda EM se caracteriza por su longitud de onda. Por ejemplo, la luz roja tiene una longitud de onda de entre 650 nm y 700 nm, mientras que la luz azul la tiene de entre 380 nm y 500 nm. Cuando los

Figura 3.

Representación de una esfera por un arreglo de dipolos puntuales



Nota. Cada dipolo puntual está plasmado como una pequeña esferita. En a) y b) hay 4,224 y 65,752 dipolos, respectivamente, representando una esfera sólida. En c) hay 168,644 dipolos representando una esfera porosa. Figura de elaboración propia.

dipolos interactúan con esta radiación, el campo eléctrico de cada dipolo también oscila. En otras palabras, el dipolo responde a la radiación EM modificando la magnitud y dirección de su momento dipolar de manera periódica, generando a su vez radiación. La radiación emitida por cada dipolo puede sumarse o restarse a la radiación incidente y a la emitida por los otros dipolos.

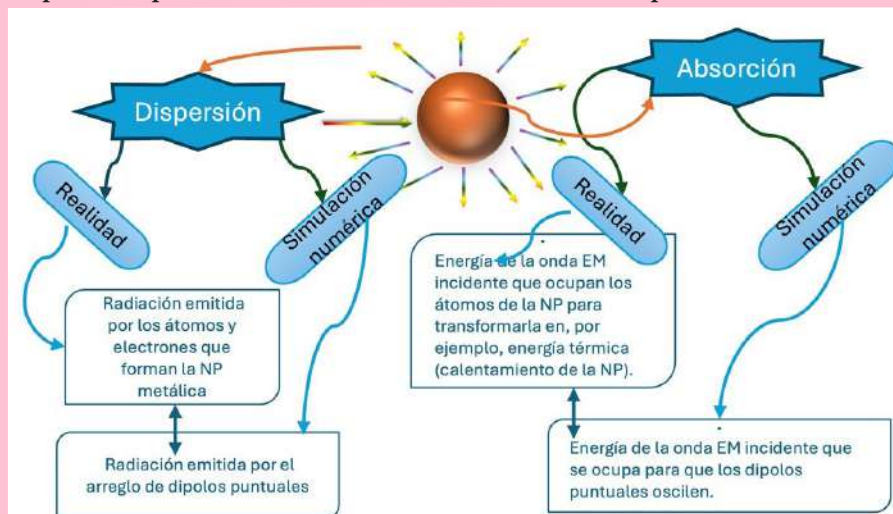
El código computacional DDSCAT calcula el campo eléctrico generado tanto en el interior de la NP como en sus inmediaciones. Además, el código también permite calcular el campo

eléctrico en regiones muy alejadas de la NP, lo que lleva a determinar su eficiencia de absorción y dispersión de la luz. A estas cantidades, es decir, a la eficiencia de absorción y dispersión, se les clasifica como propiedades de campo lejano.

Como se mencionó al inicio de esta sección, la simulación numérica de una situación real permite representarla desde otro punto de vista para facilitar su estudio. En la figura 4, mostramos un mapa mental donde se compara la realidad (interacción de luz con una NP) con la simulación numérica (interacción de una onda EM con un arreglo de dipolos puntuales).

Figura 4.

Mapa mental para ilustrar la interacción de la luz con la nanopartícula



Nota. Se ilustra la diferencia entre la situación real y la simulación numérica, además de su interpretación. Figura de elaboración propia.

## Resultados

A continuación, presentamos la respuesta óptica de tres NPs representativas de Au:

- 1) Esfera sólida.
- 2) Esfera parcialmente porosa: La profundidad de los poros llega a la mitad de la esfera.
- 3) Esfera porosa hueca: La profundidad de los poros llega hasta el centro de la esfera.

En cuanto a las especificaciones técnicas, cada NP tiene un tamaño de 200 nm, mientras que el diámetro de cada poro en la superficie es de 20 nm. Para las simulaciones se usaron alrededor de  $2 \times 10^5$  dipolos. Además, se consideró un rango de longitudes de onda de la onda EM entre 380 nm y 780 nm, con el objetivo de cubrir todo el espectro visible.

En la figura 5 se comparan las curvas espectrales de dispersión y absorción de tres tipos de nanopartículas: una sólida (líneas continuas de color verde), una parcialmente porosa (líneas continuas de color naranja) y una porosa y hueca (líneas continuas de color azul). Estas curvas muestran cómo interactúa cada NP con la luz a lo largo del espectro visible, desde el violeta hasta el rojo.

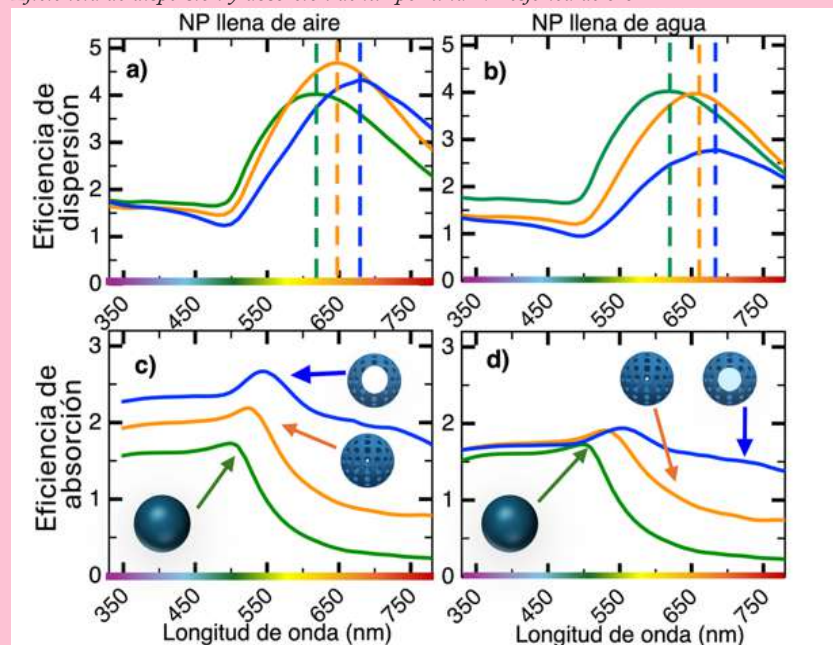
Se observa que la respuesta óptica es más intensa cuando los poros están llenos de aire (paneles 5a y 5c) que cuando están ocupados por agua (paneles 5b y 5d). Esto indica que

el material dentro de los poros influye en la forma en que la nanopartícula absorbe y dispersa la luz, lo que a su vez puede modificar ligeramente el color que percibimos en cada caso.

Todas las NPs muestran una alta capacidad para dispersar luz en el rango que va del verde al rojo (ver panel 5a) y 5b). Esto indica que, al iluminar cualquiera de las NPs de oro con luz blanca, el color que percibimos es una mezcla de tonos verdes, amarillos y rojos. Sin embargo, no todas se ven exactamente iguales, se espera que las NPs presenten diferencias de tonalidad, debido a que cada una dispersa la radiación electromagnética de forma distinta. Estas variaciones están relacionadas con qué tan intensa es la dispersión y con qué tan amplia es la región del espectro en la que ocurre.

Por ejemplo, la NP de Au sólida dispersa principalmente longitudes de onda cercanas a 620 nm (línea punteada de color verde en los paneles 5a) y 5b), asociadas con tonalidades amarillentas. En cambio, la NP de Au parcialmente porosa intensifica la dispersión en la región correspondiente a tonos amarillo-naranja (línea punteada de color naranja), mientras que la NP de Au porosa y hueca dispersa con mayor intensidad en la región asociada con tonos naranja-rojo (línea azul punteada). Como resultado, cada una presenta un matiz característico dentro de la misma gama de colores.

**Figura 5.**  
Eficiencia de dispersión y absorción de luz por una NP esférica de oro



**Nota.** Las líneas de color verde corresponden a la NP sólida, las de color naranja a la NP parcialmente porosa, y las de color azul a la NP porosa y hueca. Figura de elaboración

El desplazamiento hacia el rojo también se aprecia en las curvas de absorción (ver panel 5c) o 5d). Este efecto se observa con mayor claridad al comparar la posición del máximo de cada curva. Para la NP sólida, la parcialmente porosa y la porosa hueca con poros llenos de aire, los máximos se encuentran aproximadamente en 498 nm, 521 nm y 544 nm, respectivamente.

En otras palabras, a medida que aumenta la porosidad de la nanopartícula, la absorción de luz se desplaza progresivamente hacia longitudes de onda mayores. Un comportamiento similar se presenta cuando los poros están llenos de agua, lo que confirma que esta tendencia es una característica general del sistema.

El máximo en las curvas de absorción (Figuras 5c) y 5d) está asociado con un fenómeno conocido como resonancia del plasmón de superficie (RPS). A esta longitud de onda, donde se da el máximo, los electrones libres o de conducción de la NP metálica oscilan a la misma frecuencia que la del campo incidente, lo que produce una absorción particularmente intensa. Además, debido al tamaño nanométrico de la NP, una gran parte de esos electrones se concentran cerca de su superficie. Por esta razón, el fenómeno recibe el nombre de “plasmón de superficie”, ya que la respuesta electrónica ocurre principalmente en esa región.

Una propiedad clave de los plasmones de superficie en NPs es que pueden generar regiones donde el campo eléctrico se intensifica notablemente. Estas zonas se conocen como

puntos calientes.

En la figura 6, se muestra la magnitud del campo eléctrico de la NP sólida (figura 6a) y de la parcialmente porosa (figura 6b). El plano corresponde a un corte por la mitad de cada esfera, lo que permite observar su interior. En ambos casos, los cálculos se realizaron usando la longitud de onda a la que ocurre la RPS.

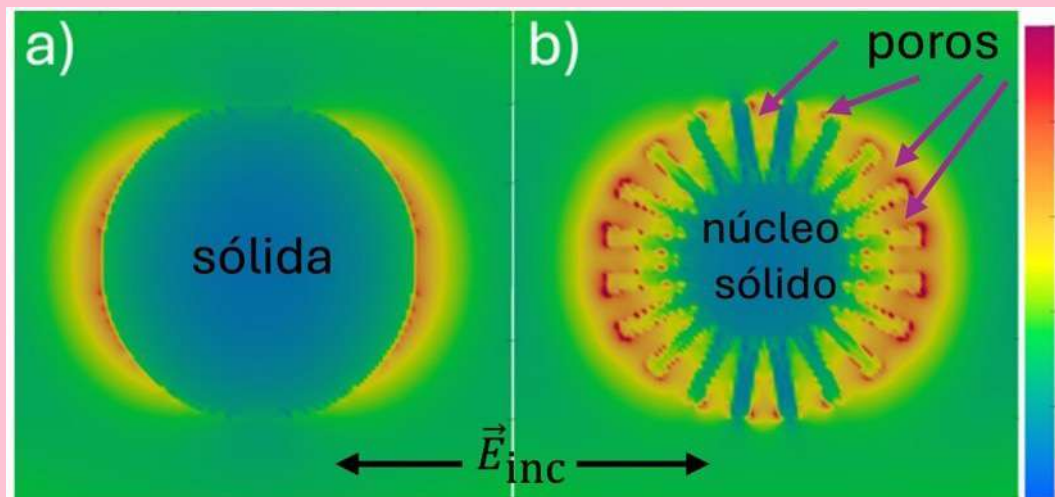
Los colores indican la intensidad del campo eléctrico: las regiones en rojo corresponden a los valores más altos (puntos calientes), mientras que las zonas en azul representan los más bajos. Los tonos intermedios entre azul y rojo, corresponden a valores intermedios de la magnitud del campo eléctrico.

En la NP sólida (figura 6a), los puntos calientes están distribuidos principalmente en la superficie y en los extremos de la esfera. Esta distribución se conoce como el plasmón de superficie dipolar. Ello se debe a que en un extremo hay acumulación de carga negativa y en el otro extremo acumulación de carga positiva.

En cambio, la NP parcialmente porosa (figura 6b) presenta una mayor cantidad de puntos calientes. Además de aparecer en la superficie, también se forman dentro de la NP, justo en las zonas de los poros. Esta intensificación del campo en el interior hace que este tipo de estructuras sea especialmente útil en aplicaciones como la detección de moléculas, el transporte de fármacos y estrategias teranósticas para el tratamiento de enfermedades.

**Figura 6.**

*Campo eléctrico dentro de una NP esférica*



*En a) la NP de oro es sólida y la luz que incide sobre ella tiene una longitud de onda de 498 nm. En b) la NP es parcialmente porosa y la longitud de onda de la luz incidente es de 521 nm. En b), los poros están llenos de aire. Figura de elaboración propia.*

## Conclusiones

A partir de simulaciones numéricas, mostramos cómo cambia la respuesta óptica entre nanopartículas de oro sólidas y porosas. Un resultado destacado es que, al iluminar una nanopartícula sólida con luz blanca, esta refleja tonalidades principalmente amarillas. En cambio, una nanopartícula parcialmente porosa presenta tonos entre amarillo y naranja, mientras que una porosa y hueca tiende a reflejar colores más cercanos al naranja-rojo.

Además, el material que llena los poros influye de manera importante en su comportamiento óptico. Cuando los poros están llenos de aire, las eficiencias de absorción y dispersión son mayores que cuando están ocupados por agua.

Por último, las regiones donde el campo electromagnético se intensifica —los llamados puntos calientes— no solo se localizan en la superficie de las nanopartículas porosas, sino también en el interior de sus poros. Esta característica las convierte en candidatas prometedoras para aplicaciones como la detección de gases o líquidos contaminantes.

## Glosario de término

**Curva espectral o espectro.** Se trata de una representación gráfica que muestra cómo interactúa una muestra de material con la radiación electromagnética. Por lo general, en el eje horizontal se representa la longitud de onda en nanómetros o la frecuencia de la onda y, en el eje vertical, la magnitud física relacionada con la interacción de la luz, como por ejemplo la reflectancia o transmitancia, entre otras.

**Espectro electromagnético.** Rango completo de todas las radiaciones electromagnéticas clasificadas según su longitud de onda o frecuencia, desde ondas de radio hasta rayos gamma.

**Espectro óptico.** Parte del espectro electromagnético que corresponde a la luz visible, es decir, las longitudes de onda que el ojo humano puede percibir (aproximadamente entre 380 y 750 nm).

**Longitud de onda.** Distancia entre dos puntos equivalentes y consecutivos de una onda (como cresta a cresta o valle a valle), que caracteriza la periodicidad espacial de la onda.

**Material en bulto.** Porción de un material cuyo largo, ancho y alto son de un tamaño tal que las propiedades del material no dependen de su volumen ni de los llamados efectos de superficie.

**Nanómetro.** Unidad de medida que equivale a una mil millonésima parte del metro.

**Onda electromagnética.** Perturbación oscilatoria que transporta energía a través del espacio. Formada por un campo eléctrico y otro magnético, perpendiculares entre sí, y a la dirección de propagación.

## Referencias

Bahar, N., & Ekinici, D. (2020). Hollow porous gold nanoparticle/reduced graphene oxide composite films for electrochemical supercapacitor applications. *Electrochimica Acta*, 337, 135844. <https://doi.org/10.1016/j.electacta.2020.135844>

Bohren, C. F., & Huffman, D. R. (2008). *Absorption and scattering of light by small particles*. John Wiley & Sons.  
Cun, F., Chen, J., Li, H., Kou, Y., Wang, M., Li, X., Chen, H., & Kong, J. (2025).

Cun, F., Chen, J., Li, H., Kou, Y., Wang, M., Li, X., Chen, H., & Kong, J. (2025). Mesoporous Gold Nanospheres Confined Platinum Nanoclusters as Robust ROS and Oxygen Nanogenerators for NIR-II Hyperthermia Cancer Therapy. *Advanced Science*, 12(28), 2502688. <https://doi.org/10.1002/advs.202502688>

Draine, B. T. (1988). The discrete-dipole approximation and its application to interstellar graphite grains. *The Astrophysical Journal*, 333, 848. <https://doi.org/10.1086/166795>

Draine, B. T., & Flatau, P. J. (1994). Discrete-Dipole approximation for scattering calculations. *Journal of the Optical Society of America A*, 11(4), 1491. <https://doi.org/10.1364/josaa.11.001491>

Griffiths, D. J. (2024). *Introduction to electrodynamics* (5th ed.). Cambridge University Press.

Jackson, J. D. (1998). *Classical electrodynamics* (3rd ed.). John Wiley & Sons.

Kosinova, A., Wang, D., Schaaf, P., Kovalenko, O., Klinger, L., & Rabkin, E. (2016). Fabrication of hollow gold nanoparticles by dewetting, dealloying and coarsening. *Acta Materialia*, 102, 108-115. <https://doi.org/10.1016/j.actamat.2015.09.024>

Kosinova, A., Wang, D., Baradács, E., Párditka, B., Kups, T., Klinger, L., Erdélyi, Z., Schaaf, P., & Rabkin, E. (2017). Tuning the nanoscale morphology and optical properties of porous gold nanoparticles by surface passivation and annealing. *Acta Materialia*, 127, 108-116. <https://doi.org/10.1016/j.actamat.2017.01.01>

Li, J., Yuan, R., Chai, Y., Che, X., Li, W., & Zhong, X. (2010). Nonenzymatic glucose sensor based on a glassy carbon electrode modified with chains of platinum hollow nanoparticles and porous gold nanoparticles in a chitosan membrane. *Microchimica Acta*, 172(1-2), 163-169. <https://doi.org/10.1007/s00604-010-0485-z>

Méndez-Pfeiffer, P. A., Urzúa, L. S., Sánchez-Mora, E., González, A. L., Romo-Herrera, J. M., Arciniega, J. J. G., & Morales, L. J. M. (2019). Damage on *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* using white light photoactivation of Au and Ag nanoparticles. *Journal of Applied Physics*, 125(21). <https://doi.org/10.1063/1.5090273>

Rad, M. B., Mohebbi, S. R., Yadegar, A., & Ghourchian, H. (2025). Porous GNPs assisted LAMP-CRISPR/Cas12a amperometric biosensor as a potential point of care testing system for SARS-CoV-2. *Microchimica Acta*, 192(5). <https://doi.org/10.1007/s00604-025-07094-0>

Rompotong, S., Khumngern, S., Nontipichet, N., Tuntiwongmetee, T., Thavarungkul, P., Kanatharana, P., Sangthawan, P., & Numnuam, A. (2025). Hollow porous AuNPs decorated on Pty and MB-coated rGO-COOH for a highly sensitive label-free electrochemical cystatin-C immunosensor for chronic kidney disease assessment. *Electrochimica Acta*, 146304. <https://doi.org/10.1016/j.electacta.2025.146304>

Shen, H., You, J., Zhang, G., Ziemys, A., Li, Q., Bai, L., Deng, X., Erm, D. R., Liu, X., Li, C., & Ferrari, M. (2012). Cooperative, Nanoparticle-Enabled Thermal Therapy of Breast Cancer. *Advanced Healthcare Materials*, 1(1), 84-89. <https://doi.org/10.1002/adhm.201100005>

Tao, A., Sinsermsuksakul, P., & Yang, P. (2006). Polyhedral silver nanocrystals with distinct scattering signatures. *Angewandte Chemie-International Edition in English* 45(28), 4597. <https://doi.org/10.1002/anie.200601277>

Valencia, F. J., Ramírez, M., Varas, A., Rogan, J., & Kiwi, M. (2020). Thermal Stability of Hollow Porous Gold Nanoparticles: A Molecular Dynamics Study. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 60(12), 6204-6210. <https://doi.org/10.1021/acs.jcim.0c00785>

Wu, Q., Peng, R., Luo, Y., Cui, Q., Zhu, S., & Li, L. (2021). Antibacterial activity of porous gold nanocomposites via NIR light-triggered photothermal and photodynamic effects. *ACS Appl. Bio Mater.*, 4(6), 5071-5079. <https://doi.org/10.1021/acsabm.1c00318>

## AUTORES

Ana Lilia González - Ronquillo  
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla  
Instituto de física BUAP  
anagr@ifuap.buap.mx  
ORCID: 0000-0002-2573-4081

Alejandro Romero Ramos  
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla  
Instituto de física BUAP  
3cm.ramos.alejandro@gmail.com  
ORCID: 0009-0008-5687-2429

# EL DERECHO HUMANO A UN MEDIO AMBIENTE

## SANO. CASO: LAGUNAS ZONA SUR DE TAMAULIPAS

Autoras:

Helen Contreras Hernández

Ana Beatriz Cortina Dávila

Cindy Lucía Félix Hernández

### RESUMEN:

LA ZONA CONURBADA DE TAMPICO, CIUDAD MADERO Y ALTAMIRA, EN EL ESTADO DE TAMAULIPAS, POSEE UNA GEOGRAFÍA CONFORMADA POR DIVERSOS CUERPOS DE AGUA, TALES COMO: PLAYAS, RÍOS, CANALES Y LAGUNAS, QUE CONSTITUYEN TANTO UN SOPORTE VITAL PARA LA BIODIVERSIDAD REGIONAL COMO UN RECURSO ESENCIAL PARA LA POBLACIÓN. SIN EMBARGO, ESTA ENFRENTA SERIAS AMENAZAS DERIVADAS DE PROBLEMÁTICAS AMBIENTALES, EN GRAN MEDIDA OCASIONADAS POR LA CONTAMINACIÓN PROVENIENTE DE LOS DESECHOS GENERADOS POR LA ACTIVIDAD HUMANA. ESTAS CONDICIONES AFECTAN DIRECTAMENTE A LOS ECOSISTEMAS ACUÁTICOS, COMPROMETEN LA BIODIVERSIDAD Y PONEN EN RIESGO LA SALUD DE LOS HABITANTES. ESTE PANORAMA PLANTEA UNA INTERROGANTE FUNDAMENTAL: ¿CÓMO ES POSIBLE QUE EN UNA ZONA RODEADA DE CUERPOS DE AGUA SE PRESENTE ESCASEZ DE ESTE RECURSO VITAL? LA RESPUESTA RADICA EN EL DETERIORO AMBIENTAL DE LAS LAGUNAS, MUCHAS DE ELLAS CONTAMINADAS Y CUBIERTAS DE LIRIO ACUÁTICO. AUNQUE LAS AUTORIDADES HAN IMPLEMENTADO MEDIDAS PARA ATENDER ESTA PROBLEMÁTICA, LOS RESULTADOS OBTENIDOS HAN SIDO LIMITADOS, LO QUE CONDUCE A CUESTIONAR LA EFECTIVIDAD Y EL CUMPLIMIENTO DE LAS DISPOSICIONES JURÍDICAS VIGENTES.

PALABRAS CLAVE: DERECHO HUMANO, MEDIO AMBIENTE SANO, LAGUNAS, ZONA SUR, TAMAULIPAS.

## INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas más notorios en la zona sur de Tamaulipas, es la contaminación de las lagunas y la proliferación descontrolada de especies invasoras, como el lirio acuático. Estas circunstancias repercuten significativamente en las comunidades cercanas, que experimentan impactos adversos en su entorno y calidad de vida. Asimismo, en años recientes la crisis hídrica de la región se ha vuelto más evidente. La disminución en los niveles del sistema lagunario ha puesto en riesgo el abastecimiento de agua potable, situación que se agravó con episodios como la intrusión de agua salada en los hogares, registrada en 2021.

A pesar de contar con marcos normativos que reconocen el derecho humano a un medio ambiente sano, su aplicación en la región genera dudas respecto a su verdadero impacto. Como señala López Tarango (2024), el sistema judicial mexicano presenta deficiencias en la garantía de acceso a la justicia ambiental. Por su parte, González López (2018) destaca los compromisos internacionales asumidos por México y la necesidad de fortalecer la legislación interna para cumplirlos. En tanto que, Gómez Gómez (2021) ofrece un análisis puntual de la Laguna del Carpintero en Tampico, evidenciando los desafíos de la protección ambiental a nivel local. En este sentido, los derechos humanos, y particularmente el derecho a un medio ambiente sano, reconocido en diversos instrumentos internacionales y en el artículo 4° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos, constituyen un pilar fundamental para el bienestar social y el desarrollo sostenible. De modo que, a través de esta investigación se propone efectuar un análisis de la eficacia de las disposiciones legales destinadas a proteger el medio ambiente en el sistema lagunario de la zona conurbada de Tampico, Madero y Altamira, con el fin de identificar las posibles deficiencias en su aplicación y proponer recomendaciones o soluciones para su preservación y cuidado a largo plazo. Y así, se podrán conocer los alcances jurídicos del derecho humano a un medio ambiente sano, examinando las acciones implementadas por las autoridades para garantizar este derecho humano y proponer

recomendaciones para el cuidado de los cuerpos de agua de la zona sur de Tamaulipas.

## MARCO JURÍDICO NACIONAL

La Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos de 1917 constituye la base del sistema jurídico nacional y, en consecuencia, el marco fundamental para el análisis del derecho humano a un medio ambiente sano.

Su artículo 1° reconoce no solamente los derechos humanos previstos en la propia Constitución, sino también aquéllos establecidos en los tratados internacionales de los que México sea parte (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2025). Este precepto incorpora el principio pro persona, que ordena interpretar las normas de la manera más favorable a las personas, e impone a todas las autoridades la obligación de promover, respetar, proteger y garantizar los derechos humanos. En este contexto, los daños ambientales se consideran también violaciones a tales derechos, lo que refuerza la necesidad de atenderlos con mecanismos de prevención, investigación y reparación.

El artículo 4°, de nuestra Ley Fundamental en su párrafo cuarto, establece que toda persona tiene derecho a la protección de la salud. Mientras que, en su párrafo sexto, reconoce de manera explícita el derecho humano a un medio ambiente sano, estableciendo que el deterioro ambiental genera responsabilidad para quien lo provoque (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2025). Estas disposiciones se vinculan directamente con la situación de las lagunas de Tampico, Madero y Altamira, por tratarse de ecosistemas frágiles cuya protección resulta indispensable para garantizar el bienestar de las comunidades. A esta normativa se suma la reforma constitucional publicada el 2 de diciembre de 2024, mediante la cual se adicionó un séptimo párrafo al mismo artículo, prohibiendo el maltrato animal y comprometiendo al Estado a su protección. Si bien se centra en los animales, su alcance también favorece la conservación de la biodiversidad en los ecosistemas acuáticos.

Otros artículos constitucionales complementan esta

perspectiva ambiental. El artículo 17 constitucional garantiza el derecho a una justicia pronta, completa e imparcial, y su cuarto párrafo reconoce las acciones colectivas, figura procesal mediante la cual grupos sociales pueden exigir la reparación del daño ambiental. Este mecanismo fortalece la exigibilidad del derecho al medio ambiente sano y ha permitido la judicialización de conflictos ambientales estructurales, en los que comunidades enteras se ven afectadas por contaminación industrial, manejo inadecuado de residuos o urbanización desordenada (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2025).

Por otra parte, el artículo 25 constitucional establece que el Estado tiene la rectoría del desarrollo nacional, y que este debe ser integral y sustentable, atendiendo a la preservación del medio ambiente y al aprovechamiento racional de los recursos naturales. Esta disposición articula el principio de desarrollo sostenible como obligación constitucional, y obliga al diseño e implementación de políticas públicas que equilibren el crecimiento económico con la protección ambiental. En este sentido, cualquier estrategia de desarrollo urbano, turístico o industrial en zonas lagunares debe observar este mandato, y su omisión podría considerarse una violación al deber de sustentabilidad constitucionalmente establecido (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2025).

En complemento, el artículo 27, en su tercer párrafo, prevé que la Nación tiene el derecho de regular el uso de los recursos naturales como tierras, aguas y bosques, para preservar y restaurar el equilibrio ecológico. Esta cláusula dota al Estado de facultades amplias para imponer limitaciones al uso del suelo, otorgar concesiones, establecer zonas de protección ecológica y dictar medidas para la restauración de ecosistemas (Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión, 2025). En el caso de las lagunas de Tamaulipas, esta disposición legitima la intervención pública para restringir actividades contaminantes, regular el turismo ecológico y garantizar la conservación del entorno lagunar, especialmente en contextos de presión inmobiliaria o industrial.

Finalmente, el artículo 73, fracción XXIX-G, confiere al Congreso de la Unión la facultad de expedir leyes

en materia de protección ambiental, restauración ecológica y bienestar animal. Esta habilitación legislativa ha permitido el desarrollo de un sistema legal ambiental complejo y especializado, entre las que se encuentra la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente. Este marco normativo secundario establece principios rectores, competencias institucionales y procedimientos técnicos para la gestión ambiental en México, y opera en armonía con las disposiciones constitucionales ya señaladas.

En conjunto, estas disposiciones configuran un marco constitucional que no solo reconoce el derecho a un medio ambiente sano, sino que también establece herramientas jurídicas y políticas para hacerlo exigible, mediante su articulación con mecanismos de responsabilidad, justicia colectiva, rectoría estatal del desarrollo y regulación de los recursos naturales. Lo que constituye el fundamento jurídico principal para exigir la protección de los ecosistemas hídricos, como las lagunas de la zona sur de Tamaulipas.

### **JURISPRUDENCIA AMBIENTAL EN MÉXICO: EL AMPARO EN REVISIÓN 307/2016**

En México, la Suprema Corte de Justicia de la Nación (SCJN) ha desarrollado una jurisprudencia progresista en materia ambiental, reconociendo la legitimación activa de las personas y organizaciones para promover acciones legales en defensa del medio ambiente. Un ejemplo destacado es el Amparo en Revisión 307/2016, resuelto por la Primera Sala de la Suprema Corte de Justicia de la Nación en 2018, que reconoció la legitimación activa de las personas defensoras del medio ambiente y amplió el concepto de interés legítimo en juicios de amparo ambientales, constituyendo un precedente relevante en materia de derechos humanos y medio ambiente en México (Suprema Corte de Justicia de la Nación, 2018). El caso se originó con la construcción irregular del “Parque Temático Ecológico Laguna del Carpintero” en Tampico, Tamaulipas, proyecto que afectó manglares sin contar con autorizaciones ambientales. Las personas quejas alegaron la violación a su derecho a un medio ambiente sano, y la Corte les reconoció interés legítimo para promover el juicio, ampliando

así el acceso a la justicia ambiental, ordenándose la suspensión definitiva de un proyecto de desarrollo urbano y la implementación de un programa de restauración, sentando un precedente relevante en la defensa judicial de humedales urbanos. Asimismo, la sentencia incorporó principios internacionales como precaución, prevención, no regresión e in dubio pro natura, que obligan a las autoridades a actuar en favor de la protección ecológica. Asimismo, determinó que diversas autoridades municipales, estatales y federales incumplieron con su deber de resguardar el ecosistema, ordenando la suspensión de obras y la elaboración de un plan integral de restauración con participación de instituciones científicas, académicas y la comunidad local.

La Corte subrayó la relevancia de los servicios ambientales de los manglares—control de inundaciones, filtración de contaminantes y conservación de biodiversidad—, al tiempo que estableció medidas de reparación integral, incluyendo estudios de daño ambiental, consulta pública y mecanismos de monitoreo para garantizar la no repetición del daño.

De tal manera que, la sentencia obtenida mediante el Amparo en Revisión 307/2016, se considera un parteaguas en la justicia ambiental mexicana, al establecer una interpretación amplia del interés legítimo y reafirmar que el juicio de amparo debe ser eficaz para proteger el medio ambiente. Este fallo no solo condenó las omisiones de las autoridades, sino que también fortaleció la legitimación ciudadana para la defensa ambiental y destacó la función activa del poder judicial en la tutela del derecho a un medio ambiente sano. Su impacto radica en que reconoce la obligación del Estado de recomponer el equilibrio ecológico y proteger los ecosistemas en beneficio de las generaciones presentes y futuras, consolidando así un pilar jurisprudencial en la protección de humedales como las lagunas del sur de Tamaulipas.

## COMPROMISOS INTERNACIONALES DE MÉXICO EN MATERIA AMBIENTAL

El marco jurídico ambiental en México se refuerza mediante diversos tratados internacionales que el Estado ha firmado y ratificado, lo que lo compromete

a garantizar el derecho humano a un medio ambiente sano.

Entre los más relevantes se encuentra la Convención sobre los Humedales de Importancia Internacional (Secretaría de la Convención de Ramsar, 1971) mejor conocida como Convención de Ramsar, que promueve la conservación y el uso racional de los humedales. Este tratado obliga a los Estados parte a proteger estos ecosistemas, designar sitios de importancia internacional y fomentar la cooperación internacional. Su pertinencia para la región es evidente, ya que las lagunas del sur de Tamaulipas constituyen humedales que requieren medidas de conservación por su valor ecológico y social.

Otro instrumento importante es la Declaración de Estocolmo sobre el Medio Humano (1972), considerado el punto de partida del derecho ambiental moderno. Reconoció por primera vez que el ser humano tiene derecho a vivir en un entorno saludable que le permita desarrollarse con dignidad y bienestar. Asimismo, introdujo la noción de equidad intergeneracional al señalar que los recursos naturales deben preservarse en beneficio de las generaciones presentes y futuras.

La Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (1992), reforzó este enfoque al vincular la protección ambiental con el desarrollo sostenible. Entre sus principios más relevantes se encuentran el Principio 10, que garantiza el acceso a la información, la participación ciudadana y el acceso a la justicia ambiental, y el Principio 15, que establece el principio de precaución frente a posibles daños graves o irreversibles al medio ambiente.

Por otra parte, la Corte Interamericana de Derechos Humanos (2017) ha sostenido que el derecho a un medio ambiente sano tiene una dimensión individual y colectiva, siendo un derecho intergeneracional por naturaleza. Su protección repercute también en otros derechos como la vida, la salud y la integridad personal. La equidad intergeneracional es un componente importante del desarrollo sostenible, que reconoce la responsabilidad de las generaciones actuales de preservar el medio ambiente para las generaciones futuras.

Finalmente, el Acuerdo de Escazú (CEPAL, 2018) representa un avance trascendental para América

Latina y el Caribe, al ser el primer instrumento regional vinculante que conecta directamente los derechos humanos con la protección ambiental. Este acuerdo garantiza el acceso a la información, la participación pública y la justicia en asuntos ambientales, además de incluir disposiciones específicas para la protección de defensores ambientales. Por lo que, desde la óptica del derecho internacional, el Acuerdo de Escazú fortalece el reconocimiento del medio ambiente sano como un derecho humano autónomo, interdependiente e indivisible, al establecer condiciones mínimas para su exigibilidad procesal. Esta visión ha sido respaldada por la Corte Interamericana de Derechos Humanos en la Opinión Consultiva OC-23/17, al señalar que la afectación del entorno natural puede comprometer el goce de derechos como la vida, la salud, el agua, la alimentación y la identidad cultural (Corte Interamericana de Derechos Humanos, 2017).

En conjunto, estos tratados consolidan los compromisos internacionales de México y fortalecen el reconocimiento del derecho humano a un medio ambiente sano, lo que obliga al Estado a generar políticas y marcos normativos eficaces para proteger ecosistemas vulnerables como las lagunas del sur de Tamaulipas.

### **CRISIS HÍDRICA Y DETERIORO ECOLÓGICO EN LAS LAGUNAS DEL SUR DE TAMAULIPAS (2024)**

La zona conurbada de Tampico, Madero y Altamira, ubicada en el estado de Tamaulipas, México, se distingue por estar rodeada de diversos cuerpos de agua, como playas, ríos, canales y lagunas. A pesar de la riqueza natural que representan, en estas lagunas se puede observar a simple vista problemas derivados de la contaminación generada por la basura y los desechos arrojados por la población.

Esta situación afecta tanto la flora como la fauna de estos ecosistemas, amenazando su biodiversidad y poniendo en riesgo la salud de los habitantes de las zonas cercanas. Enfermedades como infecciones, problemas cutáneos y el dengue son cada vez más frecuentes, lo cual abre la posibilidad de que sean causados por esta problemática.

Los problemas derivados del mal estado de las lagunas son diversos y complejos, abarcando desde la contaminación del agua hasta la falta de regulación de especies invasoras. Estas circunstancias afectan directamente a la población, especialmente a aquellos residentes cercanos a los cuerpos de agua.

Durante los meses de mayo y junio de 2024, Tamaulipas enfrentó una de las sequías más graves de su historia reciente, con especial afectación en Tampico, Madero y Altamira. Las temperaturas superiores a 35 °C y la disminución drástica en los niveles de las lagunas generaron recortes en el suministro de agua, e incluso algunos vasos lacustres se secaron por completo. Aunque el norte del estado ya padecía sequía prolongada, el sur no estaba preparado, lo que obligó a los municipios a distribuir agua mediante pipas. Esta medida aseguró el derecho humano al agua, pero dejó de lado el impacto ambiental derivado de la crisis.

La sequía provocó mortandad de peces y desplazamiento de cocodrilos hacia zonas urbanas, evidenciando la presión sobre los hábitats locales. Asimismo, se constató la poca profundidad de varias lagunas y la acumulación de basura, escombros y contaminantes.

Otro problema crítico fue la proliferación del lirio acuático, que es una especie invasora que compete por oxígeno y entre las problemáticas que ocasiona, degrada la calidad del agua y acelera la eutrofización, fenómeno contaminante que afecta en gran medida al recurso hídrico. De acuerdo con reportes periodísticos del diario El Sol de Tampico, esta planta ha invadido el 60% de las 44,000 hectáreas del sistema lagunario, consumiendo hasta mil litros de agua por semana y poniendo en riesgo el suministro para más de 800,000 habitantes (Monsivais, 2024).

La Comisión Municipal de Agua Potable y Alcantarillado (COMAPA SUR) ha enfrentado dificultades técnicas por la obstrucción de los sistemas de potabilización, lo que incrementa costos y compromete la calidad del servicio. Aunado a lo anterior, gran parte de las aguas residuales que llegan a las lagunas carecen de tratamiento, lo que favorece la expansión del lirio y agrava el deterioro ecológico.

Si bien organizaciones como Nutrias con Causa A.C. han retirado más de 40 toneladas de esta planta

(Monsivais, 2024), los esfuerzos son insuficientes frente a la magnitud del problema. De ahí la necesidad de un plan integral con participación de los tres niveles de gobierno, que contemple la adquisición de equipos especializados para la remoción del lirio, la construcción de plantas de tratamiento y acciones preventivas (Monsivais, 2024).

Desde la perspectiva ecológica, las sequías impactan la biodiversidad y la resiliencia de los ecosistemas. La pérdida de humedad en el suelo acelera procesos de erosión y sedimentación, alterando el equilibrio de los cuerpos de agua. Además, la reducción del caudal concentra contaminantes en ríos y lagos, lo que compromete la salud de las especies acuáticas. En humedales, se puede percibir que las sequías prolongadas pueden ocasionar daños irreversibles como compactación del suelo, pérdida de materia orgánica y liberación de gases de efecto invernadero.

Si todas las lagunas de Tampico, Madero y Altamira estuvieran en condiciones óptimas para su procesamiento, potabilización y consumo, probablemente no se estaría viviendo esta realidad de falta de agua, porque si bien es cierto que la lluvia es necesaria, también es cierto que no se tendría que depender de un solo cuerpo de agua cuando en la zona conurbada se encuentran más lagunas que pudieran aprovecharse.

Por ello, las políticas públicas deben trascender las medidas de emergencia e incorporar la prevención, vigilancia de cuerpos de agua, control de especies invasoras y campañas de concientización ciudadana. Asimismo, es esencial fomentar la participación social en la conservación de las lagunas y el uso sostenible del agua.

La sequía de 2024 puso de manifiesto la vulnerabilidad de los ecosistemas del sur de Tamaulipas. Aunque se garantizó el acceso inmediato al agua, el deterioro ambiental revela la urgencia de integrar la protección ecológica en la gestión hídrica, para salvaguardar tanto la biodiversidad como el bienestar de la población que depende de estos recursos vitales.

## CONCLUSIONES

El análisis efectuado a través de esta investigación nos muestra que, en la zona conurbada de Tampico, Madero y Altamira, existe una brecha considerable entre el marco jurídico ambiental vigente y su aplicación efectiva en la protección de las lagunas. Si bien la legislación mexicana, la jurisprudencia constitucional y los compromisos internacionales enmarcan con claridad el derecho humano a un medio ambiente sano, en la práctica persiste una débil tutela de los ecosistemas. La persistencia de problemas como la contaminación de los cuerpos de agua, la proliferación del lirio acuático y la desigualdad en la atención a las lagunas—priorizando aquellas con valor turístico—reflejan la falta de estrategias integrales y de un compromiso institucional sostenido.

La crisis hídrica de 2024 dejó en evidencia que las respuestas gubernamentales suelen centrarse en medidas inmediatas para garantizar el abasto de agua a la población, relegando las acciones preventivas y de restauración ecológica. Esta visión cortoplacista limita la capacidad de resiliencia de los ecosistemas y debilita las condiciones para garantizar, a largo plazo, el derecho a un medio ambiente sano y equilibrado.

En este sentido, la protección de las lagunas requiere más que la existencia de disposiciones normativas; demanda voluntad política, recursos adecuados y, sobre todo, la consolidación de una cultura de corresponsabilidad. Las autoridades deben asumir con mayor seriedad su papel en la prevención, saneamiento y manejo de especies invasoras, mientras que la ciudadanía puede aportar mediante la educación ambiental, la vigilancia social y la participación en proyectos comunitarios. Solo a través de esta sinergia será posible revertir el deterioro ambiental y consolidar una gestión justa y sostenible de los recursos naturales. Así, la protección de las lagunas del sur de Tamaulipas no debe concebirse únicamente como una obligación legal, sino como un compromiso ético y social con las generaciones presentes y futuras. Revertir el deterioro ambiental implica comprender que la salud de los ecosistemas y el bienestar humano son dimensiones inseparables de un mismo derecho.

## REFERENCIAS

Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión. (2025). *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf>

CEPAL. (2018). *Acuerdo de Escazú: Acuerdo Regional sobre el acceso a la información, la participación pública y el acceso a la justicia en asuntos ambientales en América Latina y el Caribe*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/43595>

Corte Interamericana de Derechos Humanos (2017). *Opinión Consultiva OC-23/17: Medio Ambiente y Derechos Humanos*. [https://www.corteidh.or.cr/docs/opiniones/seriea\\_23\\_esp.pdf](https://www.corteidh.or.cr/docs/opiniones/seriea_23_esp.pdf)

Gómez Gómez, H. M. (2021). Derecho a un ambiente sano. El caso del manglar de la Laguna del Carpintero. *Revista IUS*, 16(49), 65-96. <https://www.scielo.org.mx/pdf/rius/v16n49/1870-2147-rius-16-49-65.pdf>

Declaración de Estocolmo sobre el Medio Humano (1972). *Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano*. <https://www.un.org/es/conferences/environment/stockholm1972>

Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (1992). *Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. <https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/riodeclaration.htm>

González López, G. J. (2018). *Ejecución de las sentencias de la corte interamericana de derechos humanos: el caso de México y el derecho a un medio ambiente sano*. <https://docta.ucm.es/entities/publication/7bf0b4ab-3f79-48b3-a76f-93ff91f53bc6>

López Tarango, R. (2024). *El derecho humano a un medio ambiente sano; Protección y Garantía en México*. Obtenido de: <https://hdl.handle.net/10550/96820>.

Monsiváis, P. (2024, 20). Crisis de agua en Tampico: a solo unos centímetros de otra invasión de agua salada. *El Sol de Tampico*. <https://oem.com.mx/elsoldetampico/local/crisis-de-agua-en-tampico-a-solo-unos-centimetros-de-otra-invasion-de-agua-salada-13355511>

Secretaría de la Convención de Ramsar (1971). *Convención relativa a los humedales de importancia internacional especialmente como hábitat de aves acuáticas*. Aprobada el 02 de febrero de 1971. <https://www.ordenjuridico.gob.mx/TratInt/2022ml/PROTOCOLO-HUMEDALES.pdf>

Suprema Corte de Justicia de la Nación, Primera Sala (2018). *Amparo en Revisión 307/2016*. [https://www.scjn.gob.mx/sites/default/files/listas/documento\\_dos/2018-11/AR-307-2016-181107.pdf](https://www.scjn.gob.mx/sites/default/files/listas/documento_dos/2018-11/AR-307-2016-181107.pdf)



## Referencias multimedia donde puedes aprender más sobre el derecho ambiental:

Clío niños (31 de agosto de 2021). *¿Por qué cuidar el medio ambiente?* [Archivo de video] Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=aWgHk8Mso0s>

CNTV Infantil (07 de agosto de 2022). *Contaminación de los ríos - Explicado para niños: Planeta Darwin*. [Archivo de video] Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=kY14r5SKNQJ>

Eco Tv (01 de octubre de 2021). *Los Deberes y Derechos Ambientales* [Archivo de video] Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=N25cVVg6zwE>

Smile and Learn (21 de julio de 2020). *¿Cómo cuidar el medio ambiente?* [Archivo de video] Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=nvUqnpicSd0>

Whisky, G. (03 de junio de 2020). *Cuento ¿Qué pasó en la laguna?* [Archivo de video] Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=dbadlKoCH9o>

## AUTORAS

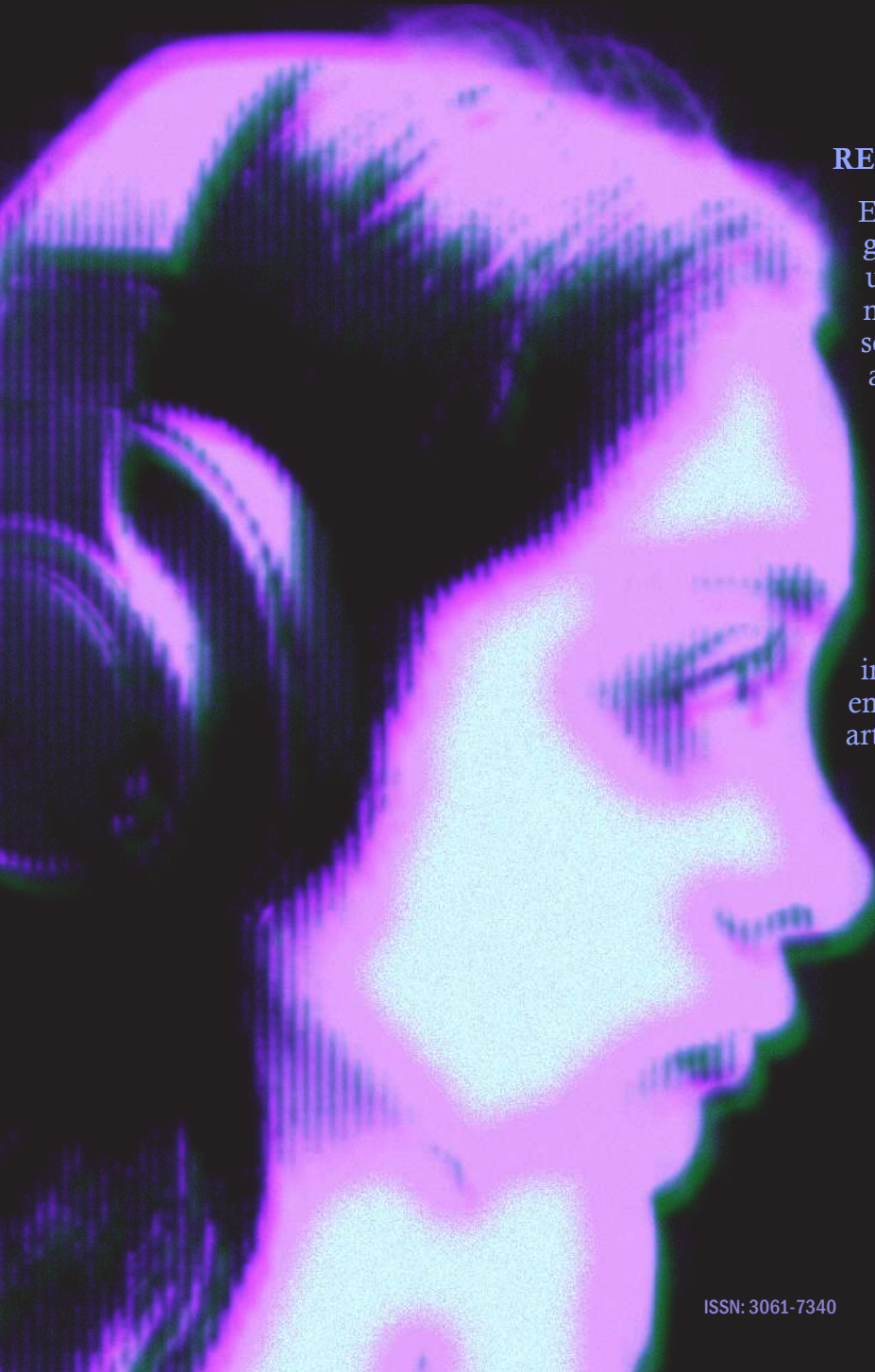
Helen Contreras Hernández  
Universidad Autónoma de Tamaulipas  
División de Estudios de Posgrado e Investigación  
hcontreh@docentes.uat.edu.mx  
ORCID: 0000-0001-9464-5069

Ana Beatriz Cortina Dávila  
Universidad Autónoma de Tamaulipas  
Docente-Investigador  
acortinad@docentes.uat.edu.mx  
ORCID: 0009-0001-2024-6687

Cindy Lucía Félix Hernández  
Universidad Autónoma de Tamaulipas  
Egresada de la maestría en Derecho y Procesos Orales  
cindyluciafelix@hotmail.com  
ORCID: 0009 0005 2932 197X

# LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA ¿MÁQUINAS CREATIVAS?

Autora: Alejandra Abigail Serrano García



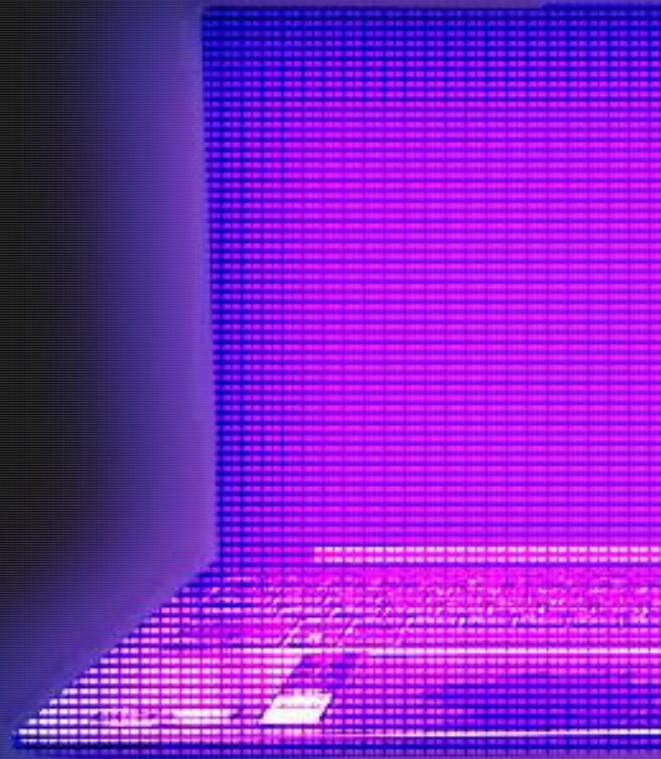
## RESUMEN

El desarrollo de la inteligencia artificial generativa (IAG) ha puesto a nuestro alcance una poderosa herramienta capaz de elaborar nuevos contenidos como imágenes, videos, sonidos, textos, entre otros, revolucionando así el proceso creativo como lo concebimos tradicionalmente. Si bien esto ha significado un gran avance en el campo de la informática, la implementación de la IAG en la producción de obras ha sido objeto de debate en torno a su uso en cuestiones relacionadas a la originalidad y autenticidad de éstas. En el presente texto, planteo este tema desde un enfoque que me parece es importante abordar: la creatividad. Queda entonces cuestionarnos ¿puede una inteligencia artificial ser creativa?

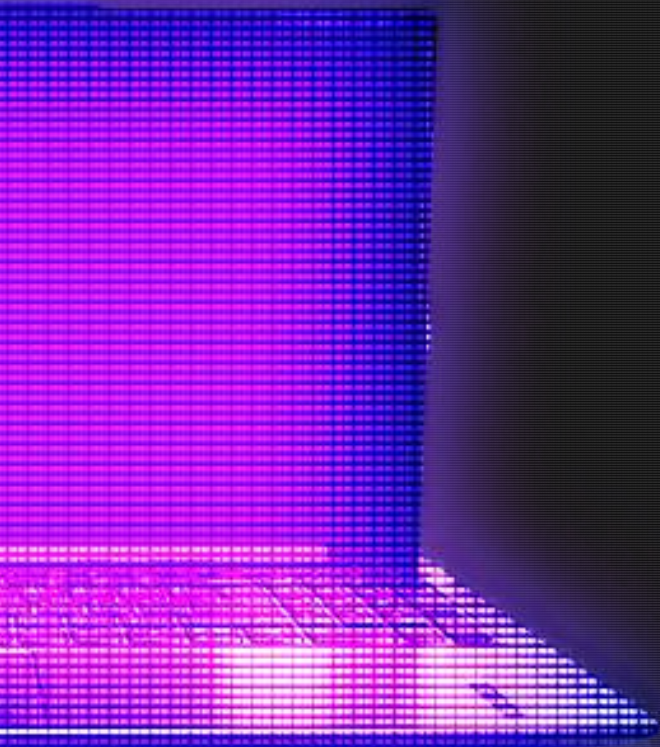
**PALABRAS CLAVE:** Inteligencia artificial generativa, creatividad, consciencia, corporeidad, creatividad artificial.

## INTRODUCCIÓN

El primer chatbot conocido fue creado en el año 1966 y era capaz de entablar conversaciones con humanos de forma sistemática, aunque no de una manera flexible acerca de cualquier tema como se podría hablar con un ser humano, sino más bien, de manera limitada y creada con un particular propósito: dar terapia conversacional. Fue nombrado ELIZA, en referencia a la protagonista de la obra *Pygmalion*, Eliza Doolittle, haciendo énfasis en que, al igual que dicho personaje, sus habilidades comunicativas podían mejorar gradualmente con ayuda de un “maestro” (Weizenbaum, 1966). La idea anterior alude al funcionamiento mismo de ELIZA, que en términos muy generales, era bastante sencillo: un sistema de entrada y salida de información el cual estaba programado para reconocer ciertas frases (a través de palabras clave) del lenguaje natural y responder de la manera “más adecuada” a éstas. Esto era posible porque ELIZA había sido programada con respuestas predefinidas que se generaban si determinada información era entregada por el usuario (Garzón-Quiroz et al. 2025) por ejemplo, si éste mencionaba “estoy deprimido la mayoría del tiempo” ELIZA respondería con la frase: “lamento escuchar que estás deprimido”. No obstante, esto no implicaba que comprendiera de una manera conceptual lo que significaba “estar deprimido”, sino su capacidad de sostener una conversación lógica con un humano utilizando el lenguaje natural de manera correcta. (Weizenbaum, 1966).



En ese entonces, las limitaciones de los llamados asistentes virtuales eran muy discutidas, a pesar del gran avance en el sistema de comunicación humano-máquina, las conversaciones que se podían sostener no eran dinámicas ni fluidas: ELIZA solo podía responder de manera coherente en tanto los términos utilizados por los usuarios eran conocidos, es decir, la base funcional de esta comunicación era un sistema de reglas con respuestas predefinidas sin aprendizaje continuo ni respuestas a preguntas más complejas que no estuvieran ya establecidas en su programación, pese a esto el avance de esta tecnología era innegable aún para aquel tiempo.



Hoy en día muchas de esas limitaciones han sido en gran medida superadas por el desarrollo de la Inteligencia Artificial (IA), la cual según Rouhiainen (2018), podemos definir como “la capacidad de las máquinas para usar algoritmos, aprender de los datos y utilizar lo aprendido en la toma de decisiones tal y como lo haría un ser humano”, es decir, hoy en día existen máquinas que han sido programadas para resolver problemas mediante el aprendizaje continuo de la interacción con el usuario, a través de las llamadas “redes neuronales artificiales” que son sistemas compuestos por un gran número de unidades de procesamiento interconectadas entre sí (también llamados “nodos” o “neuronas”), organizadas en capas, que al recibir una entrada de información, la procesan y transmiten de una capa de neuronas a otra. Una característica de estas redes neuronales es que están inspiradas en la estructura del cerebro humano, imitando la forma de comunicación de las neuronas biológicas. (Castañeda, W., et al. 2022)

## ¿QUÉ ES LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA?

Además de esto la IA también posee clasificaciones, una de ellas corresponde a la denominada Inteligencia Artificial Generativa (IAG), la cual, haciendo alusión a su nombre, es capaz de crear nuevos contenidos visuales, auditivos, textuales, entre otros, a través de la utilización de modelos de aprendizaje profundo. En términos muy generales, la Inteligencia Artificial Generativa es aquella tecnología que posee la capacidad de recibir información y producir nuevo material a partir de patrones aprendidos. Actualmente se han llevado a cabo estudios con participantes (presumiblemente humanos) que muestran evidencia de la dificultad para distinguir entre obras de arte creadas por humanos y generadas por IA (Cenerini et al. 2025), me parece importante hacer mención de este detalle, porque hace muchos años, alrededor de la década de 1950, cuando las máquinas eran más rudimentarias y el término “inteligencia artificial” no era tan conocido, vivió en Inglaterra un brillante matemático llamado Alan Turing, el cual propuso un planteamiento a fin de responder a la cuestión ¿pueden pensar las máquinas?, en el cual establece tres elementos: una máquina (A), una persona (B) y un interrogador (C), los cuales se encuentran en cabinas distintas de tal forma que no puedan verse entre sí, con la posibilidad de comunicarse a través de una pantalla, es decir, solo pueden comunicarse con palabras de manera digital. El objetivo del interrogador es discernir, mediante una serie de preguntas, cuál de los participantes es la máquina y cuál es el humano. Turing llamó a esta propuesta “El juego de la imitación” (hoy referido como Prueba de Turing), no como una respuesta explícita a la primera cuestión acerca de si las máquinas pueden pensar o no, si no como una manera de exhibir la capacidad de una máquina para igualar el comportamiento humano, al menos, en un ámbito específico como el lenguaje (Turing, 1950).

Al día de hoy, con el desarrollo de la inteligencia artificial se ha superado esta prueba y algunas otras que ponen en evidencia su alcance en comparación con algunas capacidades que siempre se habían pensado propias de nuestra especie, como la pintura o la música por ejemplo, pero si la IAG es capaz de crear material nuevo y útil tal como lo haría un humano, ¿entonces podríamos decir que es creativa?

## CUESTIONES EN TORNO A LA CREATIVIDAD DE LA IAG

Para abordar esta cuestión es necesario entender el concepto de creatividad, el cual puede ser muy abstracto, pues existen varias definiciones dependiendo el enfoque que se le asigne, por hablar de creatividad como aquella habilidad para realizar algún trabajo, obra o producto novedoso, o como un tipo de pensamiento divergente para generar ideas que ayuden a la resolución de problemas o bien, como un rasgo de la personalidad de un individuo (Morales, 2017). Para fines del presente trabajo, haré uso del primer enfoque, que hace referencia específicamente a la creatividad como aquella habilidad para concebir la producción creativa, es decir, como la destreza para crear algo original, novedoso o adaptativo según el caso (Morales, 2017), pues el objetivo es abordar la conceptualización de la creatividad como parte de un proceso cognitivo en el que la interacción con el ambiente juega un papel clave, es decir, no sólo la información de lo que se conoce es crucial para concebir algo nuevo, sino también la interacción del cuerpo y los estímulos del entorno. Por otro lado, la definición de creatividad como un rasgo de la personalidad de un individuo desviaría la cuestión sobre si una IA podría ser considerada “creativa” y en su lugar, habría que delimitar si una tecnología de estas podría desarrollar una “personalidad”, sin embargo, este no es el objetivo principal de este escrito. Sucede algo similar si hablamos desde el enfoque del “pensamiento divergente”, pues de entrada habría que formular la pregunta ¿puede la inteligencia artificial pensar? De cualquier forma, abordaré este enfoque más adelante. Por ahora, considero que es pertinente hacer énfasis en las características cognitivas y de corporeidad cuando nos referimos al concepto de creatividad.

Autores como Pfeifer y Scheier (1999), en su libro *Understanding Intelligence* (Entendiendo la Inteligencia), señalan que los organismos dotados de una condición física reciben información del entorno a través de un sistema sensorial y motor, de tal forma que pueden percibir el mundo e interactuar con él en tiempo real, sin embargo, los agentes físicos también están sujetos a diversas limitaciones: cuestiones metabólicas, orgánicas, fenómenos físicos (las leyes de la física, por ejemplo), factores ambientales, entre muchos más. Debido a que el mundo real posee sus propias dinámicas, así como nuestros sistemas de recopilación de información pueden estar sujetos a fallos, es que la información que puede adquirirse del mundo, siempre es limitada. (Pfeifer y Scheier, 1999). Sin embargo, aún con todas estas limitaciones, podemos desenvolvemos en el ambiente y experimentar situaciones nuevas que emergen constantemente en un sinfín de posibilidades, porque el mundo real simplemente no se detiene si uno de sus elementos “falla”, si no que siempre está en constante cambio, transformándose.





Y en este sentido, la dinámica entre un cuerpo que puede relacionarse e interactuar con un entorno cambiante en una determinada situación está sujeta a procesos cognitivos complejos que no pueden igualar algoritmos lógicos abstractos.

Este desenvolvimiento resulta en un entendimiento complejo del ambiente y nuestra relación con él, que a su vez influye en nuestros pensamientos y emociones, he aquí el aspecto relativo a la corporeidad. En el caso de los sistemas informáticos, los símbolos solo se refieren a otros símbolos, no hay un entendimiento o fundamentación real porque no pueden comprender situacionalidades nuevas, es decir, existe un problema de fundamentación de símbolos que cae, nuevamente en la carencia de un cuerpo que a través de sus sentidos y emociones, le asigne un significado (Pfeifer y Scheier, 1999).

Ahora bien, existe un debate acerca de si es correcto considerar las creaciones realizadas por IAG como un producto “auténtico”, pues éstas trabajan con modelos de entrenamiento que utilizan datos de obras preexistentes creadas por humanos para generar nuevos contenidos (Boy-Guillén et. al. 2025).

Supóngase que usted se encuentra sentado frente a una mesa y sobre de esta hay una gran variedad de dibujos de personas de cuerpo completo en posiciones diferentes. Convengamos también que tiene a la mano tijeras y una barra de pegamento. Ahora bien, si a usted se le diera la instrucción: “realice una representación de una bailarina” con la posibilidad de utilizar recortes de los dibujos que tiene enfrente junto con la noción previa de como luce para usted una bailarina, seguramente su resultado final sea distinto al de cualquier otra persona y podríamos pensar rápidamente en dos razones: La primera es que usted trabajó con lo que tenía a la mano y los recortes que podía utilizar eran hasta cierto punto, limitados. La segunda razón radica en su representación de la imagen mental de cómo debe verse para usted una bailarina.

De cualquier forma, el argumento al que quiero llegar es la cuestión de si usted considera que su obra es original, es decir, que haya sido hecha por primera vez, que posea aquella cualidad de ser el origen de eso que usted representa, hablando claro, de la obra en sí misma. De contestar sí a esta primera cuestión, cabe abordar la siguiente: ¿considera que tiene el mismo mérito la obra que usted ha creado con partes de otras a la que hubiese hecho usted desde cero? Con esto último no busco desmeritar su habilidad en el dibujo o su capacidad para representar bailarinas, sino por el contrario, hacer énfasis en el argumento esencial de nuestra definición de creatividad planteada anteriormente: la IAG es, indudablemente, capaz de crear contenido, la cuestión es que tan auténtico o novedoso podemos afirmar que es dicho contenido.

Pero volviendo a nuestro planteamiento de representación, un punto que considero es clave para entender la creatividad es que cualquiera que sea su respuesta a las cuestiones planteadas, ciertamente usted tomó decisiones al momento de crear su propia representación de una bailarina, lo que, a su vez, conlleva un procesamiento complejo de intenciones, ideas, experiencias y elecciones conscientes, en otras palabras, significa que usted, puede pensar. Esto parece lógico al principio, pero si se le pidiera a una IAG elaborar la representación de una bailarina, su proceso para llegar a dicho resultado es radicalmente distinto y aún así, podría hacerlo de manera eficiente. En su obra *La mente mecánica*, Tim Crane lo ilustra de manera formidable con la frase “razonar no es solo calcular” y esto es precisamente lo que me lleva a creer que atribuirle habilidades como creatividad a una inteligencia artificial es dar por hecho que las funciones que se llevan a cabo en el proceso creativo, son de alguna forma computables (Crane, 1995).



## CONSCIENCIA Y MÁQUINA

Es entonces la idea de que la programación de una inteligencia artificial, a pesar de los avances en el campo de la computación y la informática, sea comparable con ciertos procesos cognitivos humanos no es del todo falsa, sin embargo distan mucho de ser iguales, pues este proceso de representación mental al que llamamos comúnmente “pensamiento” no es reducible solo a un sistema de entrada y salida que procesa información a través de algoritmos, sino que es mucho más complejo y tiene mucho que ver con el estado de ser consciente.

Cuando hablamos de consciencia, hacemos referencia a la noción de uno mismo en el entorno, el cual a su vez nos moldea a través de la interacción con otros, su influencia en nuestras propias creencias y por consiguiente, en nuestro comportamiento. Dreyfus (1972) hacía mención de “el sentido común del trasfondo que los seres humanos adultos poseen en virtud de tener cuerpos, interactuar hábilmente con el mundo material y haber sido adiestrados en una cultura” como parte fundamental de la inteligencia biológica, esto es en esencia, experiencia y aprendizaje social. Visto de este modo, parece difícil poder concebir cómo una inteligencia artificial generativa la cual no posee ninguna de estas características, podría desarrollar la capacidad de dirigir de manera consciente, es decir, de manera intencional, la creación de algo original que no estuviera dentro de su programación y lo que esto implica, pues si hablamos de una entidad con tales características, tendríamos entonces que abordar la idea de proteger, hablando en materia legal, su autoría y darle el mérito pertinente, pero como ya hemos visto en el presente escrito, esto aún no es así, con esto me refiero a que la IA no funciona de manera independiente, si no que a pesar de los avances en su programación y la automatización para realizar diversas tareas, sigue necesitando de la intervención humana, por lo que no lo catalogaría como una “entidad”, sino más bien como una herramienta. Esto sugiere que, como toda herramienta, pueda ser utilizada para la realización de tareas, mejorar la eficiencia de éstas, ayudar en la toma de decisiones u optimizar procesos para llevar a cabo un fin o por el contrario, para hacer un mal uso de ella y esa es la cuestión.

La rápida evolución e implementación de la IAG en diversos ámbitos de la vida cotidiana ha planteado desafíos éticos importantes, autores como Al-kfairy et al. (2024) enfatizan las cuestiones en torno a la propiedad intelectual, la privacidad de los datos, los desafíos de la autenticidad y la atribución en el contenido generado por IAG, así como las cuestiones relativas a deepfakes y la desinformación, pues otro de los grandes problemas a los que nos enfrentamos como sociedad es la utilización de estas tecnologías para la creación de contenido falso y manipulación del contenido digital existente. De manera que el uso de esta herramienta no está exenta de malas prácticas, remarco la necesidad de establecer marcos regulatorios legales en el uso de la IAG, de tal forma que podamos proteger tanto los derechos individuales, así como los de propiedad intelectual.



## UN ENFOQUE DISTINTO: CREATIVIDAD ARTIFICIAL

Una crítica que se le ha hecho a las definiciones de creatividad, es que muchas de ellas siguen apelando por un enfoque antropocéntrico al momento de conceptualizarla, ya hemos señalado que la IAG carece de componentes como la consciencia, situacionalidad, conexión de símbolos con el mundo real, corporeidad (entre algunas otras limitaciones) sin embargo, actualmente diversos estudios han demostrado hallazgos interesantes entorno al potencial creativo de estos sistemas, como el estudio de Hubert et al. (2024) en el cual se evaluaron las respuestas a tareas de pensamiento divergente dadas por participantes humanos en comparación con las de modelos de lenguaje de gran tamaño, en este caso se utilizó GPT-4, un modelo multimodal de gran tamaño que acepta entradas de imagen y texto, desarrollado por la compañía OpenAI (OpenAI 2023) . Los resultados obtenidos señalan que GPT-4 demostró un mayor potencial creativo superando significativamente a los participantes humanos en las tareas de pensamiento divergente, lo cual en esencia, es un indicador de creatividad, pero no en un sentido humano, si no, computacional. Considerando lo anterior, investigadores han abogado por el término creatividad artificial. En este sentido, Da pelo propone una definición mínima de Creatividad Artificial como: “el mecanismo generativo, no intencional ni auténtico, expresado por sistemas artificiales no cognitivos” (Da Pelo, 2025). De acuerdo con esta definición, podemos reconceptualizar la creatividad de una manera más inclusiva al integrar esquemas tanto artificiales como naturales, en contraste con las definiciones antropocéntricas que sitúan a la creatividad como una característica esencialmente orgánica.

Otro punto a tomar en cuenta es la perspectiva sociotécnica de la IA, Kudina y Van de Poel en su artículo << Una perspectiva de sistema sociotécnico sobre la IA >> sugieren que además de centrarnos en los mecanismos tecnológicos de la IA, habría que considerar el sistema complejo en el que se integran dichos mecanismos, como factores sociales, políticos, tecnológicos, culturales, entre otros. En otras palabras, esto es pertinente porque los modelos de IA se constituyen de mecanismos que permiten el aprendizaje del entorno y son adaptativos (a diferencia de otras tecnologías tradicionales), que a su vez, repercute en su funcionamiento y efectos socioculturales. (Kudina y Van de Poel, 2024). Consideremos entonces cuando nos referimos a la producción resultado de la utilización de la IAG, la intervención de procesos sociotécnicos complejos para su elaboración.



## CONCLUSIÓN

La Inteligencia Artificial Generativa es una poderosa herramienta que ha venido a complementar nuestras capacidades humanas en el desarrollo y creación de trabajos en diversos ámbitos artísticos. Considero que como sociedad debemos enfatizar la importancia de la creación de marcos regulatorios para fomentar el uso responsable de estas tecnologías, pues así como puede ayudarnos en la automatización de diversos procesos creativos, no debemos descartar las malas prácticas que puedan llegar a darse siendo esta una tecnología de relativamente fácil acceso. Por último, me parece que la idea general de una programación a la que podamos atribuirle la habilidad de ser “creativa” en un sentido humano es errónea en tanto que carece de consciencia de sí misma y del mundo material en la que pueda desenvolverse, aprender y sentir, sin embargo, el término Creatividad Artificial me parece apropiado en un sentido funcional, pues si bien los procesos que se llevan a cabo de manera lógica para concebir la producción creativa de los modelos de IAG distan ampliamente del funcionamiento cognitivo de la creatividad humana, existe evidencia que señala avances importantes en su capacidad para producir de manera eficiente trabajos que resultan difícilmente distinguibles de los que podría crear un ser humano, por lo que me parece plausible otorgarle el mérito de ser creativa, por lo menos, en un sentido artificial.

## GLOSARIO

**Deepfakes:** Se refiere al contenido falso generado a partir de herramientas de inteligencia artificial, se compone de las palabras en inglés “Deep” (del término Deep learning) y “Fake”, que traducidas al español significan “profundo” y “falso” respectivamente. (LISA INSTITUTE, s.f)

**Antropocéntrico:** Que tiene por centro de referencia al hombre. (Real Academia Española, s.f)

**Sociotécnico:** Relativo a los sistemas técnicos, así como los procesos operativos y las personas que interactúan con éstos. (Trejo, 8 de junio de 2014)

## REFERENCIAS

Al-kairy, M., Mustafa, D., Kshetri, N., Insiew, M., y Alfandi, O. (2024). Ethical Challenges and Solutions of Generative AI: An Interdisciplinary Perspective. *Informatics 11*, 58. <https://doi.org/10.3390/informatics11030058>

Boy-Guillén L. E., Sánchez-Palacios L. G. y Cieza-Mostacero S. E., (2025). Originalidad de obras de arte digital generadas por IA: Una revisión sistemática de la literatura. *Aibi revista de investigación, administración e ingeniería*, 13, (2), pp. 01-11. <https://doi.org/10.15649/2346030X.4582>

Castañeda, W., Polo, B. y Vega, F. (2022). Redes neuronales artificiales: una medición de aprendizajes de pronósticos como demanda potencial. *Universidad, Ciencia y Tecnología*, 27 (118) pp. 51-60. <https://uctunexpo.autanabooks.com/index.php/uct/article/view/686/1243>

Cenerini C., Keller F., Pennazza G., Santonico M. y Vollero L., (2025). Artistic turing test: The challenge of differentiating human and AI-generated art. *Computers in Human Behavior: Artificial Humans 6* 100209. <https://doi.org/10.1016/j.chbah.2025.100209>

Crane, T., (1995). *La mente mecánica. Introducción filosófica a mentes, máquinas y representación mental*. Fondo de Cultura Económica.

Da Pelo, M., (2025). Artificial creativity: can there be creativity without cognition?. *AI & Society*. <https://doi.org/10.1007/s00146-025-02682-3>

Dreyfus, H. (1972). *What Computers Still Can't do*. The MIT Press.  
Garzón-Quiroz, M., Del Campo-Saltos, G. y Loor-Ávila, B. (2025). Análisis sistemático sobre la eficiencia comunicativa entre chatbots basados en reglas y modelos de lenguaje natural. *Universitas XXI* (42), pp. 167-192. <https://doi.org/10.17163/uni.n42.2025.07>

Hubert, K.F., Awa, K.N. & Zabelina, D.L., (2024). The current state of artificial intelligence generative language models is more creative than humans on divergent thinking tasks. *Scientific Reports 14* (3440). <https://doi.org/10.1038/s41598-024-53303-w>

Kudina, O., y Van de Poel, I., (2024). A sociotechnical system perspective on AI. *Minds & Machines 34*, 21. <https://doi.org/10.1007/s11023-024-09680-2>

LISA INSTITUTE. (s.f.). *Deepfakes: Qué es, tipos, riesgos y amenazas*. [https://www.lisainstitute.com/blogs/blog/deepfakes-tipos-consejos-riesgos-amenazas?srsltid=AfmBOoqfl5COCHcRvLPSKLejT5XZGKi\\_iLTR6AYSmbqTb5ciorQZqmqZ](https://www.lisainstitute.com/blogs/blog/deepfakes-tipos-consejos-riesgos-amenazas?srsltid=AfmBOoqfl5COCHcRvLPSKLejT5XZGKi_iLTR6AYSmbqTb5ciorQZqmqZ)

Morales, C., (2017). La creatividad, una revisión científica. *Arquitectura y Urbanismo*, 38 (2) pp. 53-62. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=376852683005>

OpenAI. (2023). *ChatGPT 4* (versión del 14 de marzo) [Modelo de lenguaje grande]. <https://openai.com/es-419/index/gpt-4-research/>

Pfeifer R. y Scheier C. (1999). *Understanding Intelligence*. The MIT Press.

Real Academia Española. (s.f.). Antropocéntrico. En *Tesoro de los diccionarios históricos de la lengua española*. Recuperado el 23 de junio de 2026, de <https://www.rae.es/tdhle/antropoc%C3%A9ntrico%20ca>

Rouhiainen, L. (2018). *Inteligencia Artificial: 101 cosas que debes aprender hoy sobre nuestro futuro*. Alienta. [https://proassetspdllcom.cdnstatics2.com/usuarios/libros\\_contenido/arxius/40/39307\\_Inteligencia\\_artificial.pdf](https://proassetspdllcom.cdnstatics2.com/usuarios/libros_contenido/arxius/40/39307_Inteligencia_artificial.pdf)

Trejo, I., (8 de junio de 2014). *Los sistemas socio-técnicos*. Club de Investigación Tecnológica. <https://www.clubdeinvestigacion.com/los-sistemas-socio-tecnicos/#>

Turing, A., (1950). Computing Machinery and Intelligence. *Mind*, 49 pp. 433-460. <https://courses.cs.umbc.edu/471/papers/turing.pdf>

Weizenbaum, J., (1966). ELIZA A Computer Program For the Study of Natural Language Communication Between Man And Machine. *Communications of the ACM*, 9 (1) pp. 36-45. <https://dl.acm.org/doi/epdf/10.1145/365153.365168>

## PARA APRENDER MAS

Sé Curioso — TED-Ed. (17 de octubre del 2025). *La prueba de Turing: ¿Puede una computadora pasar por un ser humano?* - Alex Gendler. [Archivo de Video]. Youtube. <https://youtu.be/uN-HTAWV5ws?si=itWlibOTEoukDKAZ>

Doblaje Educativo. (15 de enero del 2026). *¿Qué es la IA generativa? Explicado en 2 minutos*. [Archivo de Video]. Youtube. <https://youtu.be/s0GDCEM-Ae8?si=b2du8QltmazO7Hor>

Tecnología 4.0. (4 de noviembre del 2024). *Inteligencia artificial generativa | ¿Qué es IA generativa? | Inteligencia Artificial*. [Archivo de Video]. Youtube. <https://youtu.be/RtT3gJ3VQIk?si=ehQIAhLZGe6EwoL>

## AUTORA

**Alejandra Abigail Serrano García**  
Universidad Autónoma de Tamaulipas  
Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico  
Aplicado al Comportamiento (CIDETAC)  
[aaserrano@uat.edu.mx](mailto:aaserrano@uat.edu.mx)  
ORCID: 0009-00077257-5574

# LA FUSARIOSIS DE LA ESPIGA EN TRIGO: AMENAZA SILENCIOSA PARA LA SEGURIDAD ALIMENTARIA

Autores: Norma Cecilia Morales-Elias, Guillermo García-Barrios

## RESUMEN

El trigo es uno de los granos más consumidos en el mundo y constituye la base de productos esenciales como el pan y la pasta. No obstante, su producción se ve amenazada por una enfermedad muy destructiva: la fusariosis de la espiga. Causada principalmente por hongos del género *Fusarium*, esta enfermedad reduce el rendimiento del cultivo y deteriora la calidad del grano. Uno de los aspectos más preocupantes de esta enfermedad es la producción de micotoxinas, sustancias tóxicas que pueden contaminar alimentos derivados del trigo y afectar la salud humana y animal. La enfermedad se desarrolla bajo condiciones de alta humedad y temperaturas moderadas durante la floración, escenario que podría intensificarse con los efectos del cambio climático. Este artículo describe qué es la fusariosis de la espiga, cómo afecta la producción y la calidad del trigo, por qué las micotoxinas asociadas representan un riesgo para la inocuidad alimentaria y qué estrategias de manejo permiten reducir su impacto.

**Palabras clave:** enfermedades fúngicas, micotoxinas, producción agrícola, sanidad vegetal, tizón de la espiga.

## INTRODUCCIÓN

El trigo (*Triticum spp.*) es uno de los cereales más importantes a nivel mundial y constituye una fuente de carbohidratos, proteínas, fibra dietética y minerales esenciales para millones de personas (Vitale *et al.*, 2024). Dos de las principales especies cultivadas son el trigo panadero hexaploide (*Triticum aestivum*), utilizado predominantemente en pan, productos de confitería y galletas, y el trigo duro tetraploide (*Triticum turgidum*) preferido para productos a base de sémola como el cuscús y la pasta. Sin embargo, incluso un cultivo tan esencial enfrenta amenazas capaces de comprometer su producción y la inocuidad del grano como lo es la fusariosis de la espiga, también conocida como tizón de la espiga, considerada una de las enfermedades más destructivas de este cereal en el mundo (Dweba *et al.*, 2017; Ma *et al.*, 2025). Su nombre puede sonar inofensivo, pero sus consecuencias son muy reales.

La enfermedad se desarrolla cuando hongos del complejo *Fusarium graminearum* infectan la espiga durante la floración. Si, durante esos días, coinciden lluvias frecuentes y temperaturas moderadas, el hongo invade la espiga y altera el desarrollo normal del grano (Cerón-Bustamante *et al.*, 2018; He *et al.*, 2022; Syed *et al.*, 2024). A veces el daño es visible como espiguillas decoloradas (Figura 1), granos arrugados o decolorados; otras veces, no se nota a simple vista.

Lo más preocupante ocurre en silencio. Mientras coloniza la espiga, el hongo puede producir micotoxinas,

sustancias tóxicas que permanecen en el grano incluso después del procesamiento. Entre ellas destaca el deoxinivalenol (DON), conocido como vomitoxina, capaz de resistir distintos procesos industriales y llegar hasta los alimentos derivados del trigo (Pestka, 2010; Casu *et al.*, 2024). Su consumo se ha relacionado con problemas gastrointestinales, alteraciones inmunológicas y efectos adversos en animales de producción (Lipps *et al.*, 2025; Ma *et al.*, 2025).

Las pérdidas no son solo sanitarias. Países productores han acumulado daños económicos de miles de millones de dólares debido a esta enfermedad (Syed *et al.*, 2024; Ma *et al.*, 2025). Además, existen formas “enmascaradas” de micotoxinas que pueden pasar desapercibidas y recuperar su toxicidad durante la digestión (Dweba *et al.*, 2017), lo cual nos genera incertidumbre.

En un escenario de cambio climático, donde las lluvias intensas y las variaciones térmicas son cada vez más frecuentes, el riesgo podría aumentar y expandirse hacia nuevas regiones productoras (Casu *et al.*, 2024; Yilmaz *et al.*, 2025). Por ello, científicos y agricultores trabajan en conjunto para desarrollar estrategias que combinen mejoramiento genético, prácticas agronómicas y herramientas de control más sostenibles para manejar la enfermedad (Mattei *et al.*, 2022; Ma *et al.*, 2025).

Hablar de fusariosis no es hablar solo de una enfermedad de un cultivo. Es hablar de la inocuidad de nuestros alimentos y de la fragilidad de un sistema que comienza, silenciosamente, en cada espiga.



Figura 1. Síntomas típicos de la fusariosis de la espiga en trigo. Fotografía: Guillermo García-Barrios.

## DE LA LLUVIA AL PLATO: EL VIAJE INVISIBLE DEL HONGO

Todo comienza en el campo, mucho antes de que el trigo se convierta en harina. En los residuos de cosechas anteriores pueden permanecer esporas de hongos como *Fusarium graminearum*. Son microscópicas, ligeras, casi invisibles, pero cuando el viento sopla o la lluvia salpica el suelo, pueden ser transportadas hasta las espigas sanas (Dweba *et al.*, 2017; Ma *et al.*, 2025).

El momento más delicado es la floración, conocida técnicamente como antesis. Es una ventana breve pero crucial. Si en esos días la humedad supera el 70 % y las temperaturas se mantienen entre 15 y 30 °C, el escenario se vuelve ideal para la infección (Syed *et al.*, 2024; Ma *et al.*, 2025). El hongo penetra a través de los tejidos florales y avanza por el eje central de la espiga, llamado raquis, colonizando progresivamente las espiguillas (Sirangelo, 2024; Lipps *et al.*, 2025).

Una vez dentro del tejido floral, el hongo no solo coloniza la espiga: también sintetiza diversas micotoxinas, entre ellas deoxinivalenol (DON),

nivalenol y zearalenona. Estas sustancias cumplen un papel clave en la infección. En particular, el DON (toxina más estudiada y relevante) actúa como un factor de virulencia que debilita las defensas de la planta y facilita que la enfermedad avance de una espiguilla a otra (Lipps *et al.*, 2025; Ma *et al.*, 2025). Más allá del daño visible en el cultivo, el problema se agrava porque estas toxinas pueden permanecer en el grano aún después de la cosecha.

Aunque la mayor acumulación de toxinas ocurre en el campo, el problema no necesariamente termina en la cosecha. Si el grano se almacena en ambientes con humedad elevada (superior al 85 %) y temperaturas mayores a 25 °C, el hongo puede seguir proliferando y continuar produciendo toxinas (Casu *et al.*, 2024; Yilmaz *et al.*, 2025).

Lo preocupante es que estas micotoxinas son químicamente estables y resisten la mayoría de los procesos industriales y domésticos. Ni la molienda, ni la cocción eliminan completamente el DON de productos como harinas, pan, galletas o cereales (Pestka, 2010; Casu *et al.*, 2024; de Sá *et al.*, 2025). Cuando estos alimentos son consumidos, la toxina ingresa al organismo. El DON actúa uniéndose a los ribosomas de las células, interfiriendo con la síntesis de proteínas, un proceso esencial para la vida (Pestka, 2010; Sirangelo, 2024).

Los efectos pueden ser inmediatos o prolongados.

En exposiciones agudas, se presentan síntomas como náuseas, vómitos, diarrea, dolor abdominal y mareos, de ahí el nombre de “vomitoxina” (Pestka, 2010; Lipps *et al.*, 2025). En exposiciones crónicas a dosis bajas, puede provocar pérdida de apetito, retraso en el crecimiento, debilitamiento del sistema inmunológico e incluso alteraciones reproductivas (Pestka, 2010; de Sá *et al.*, 2025). La sensibilidad varía según la especie. En cerdos, por ejemplo, dosis de apenas 50 a 100 µg por kilogramo de peso corporal pueden inducir el vómito (Pestka, 2010).

Para reducir el riesgo a la salud, distintos países han establecido límites regulatorios para el contenido máximo de DON en granos, harinas y alimentos procesados. Sin embargo, estos valores no son universales: varían según la región y el tipo de producto. Por ejemplo, la Unión Europea y Estados Unidos establecen límites distintos para trigo destinado al consumo humano y para piensos de uso pecuario. En contraste, en México aún no existe una regulación específica que establezca contenidos máximos permisibles de DON en harina de trigo. A nivel internacional, organismos científicos han propuesto una ingesta diaria tolerable provisional de 1 µg por kilogramo de peso corporal al día, como referencia para evaluar el riesgo en humanos (Pestka, 2010; de Sá *et al.*, 2025).

Así, lo que comenzó como una espora transportada por la lluvia puede recorrer un largo camino hasta llegar al plato como se puede observar en la Figura 2. Entender ese trayecto es fundamental para dimensionar por qué la

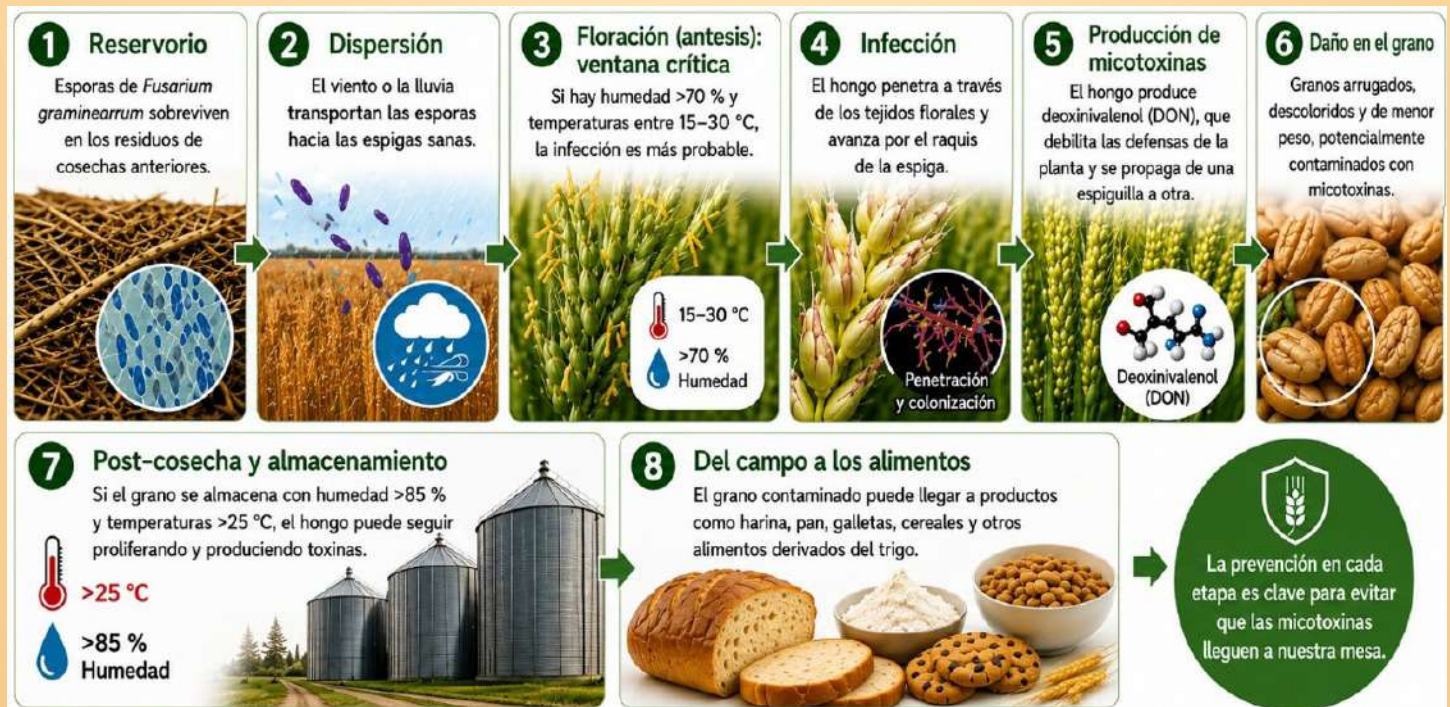


Figura 2. Etapas del proceso mediante el cual la fusariosis de la espiga y sus micotoxinas pueden recorrer la cadena productiva del trigo hasta los alimentos derivados. Elaboración propia con apoyo de inteligencia artificial generativa (ChatGPT, OpenAI).

fusariosis no es solo una enfermedad del cultivo, sino un desafío para la salud pública y la seguridad alimentaria.

### LA CIENCIA CONTRAATAACA: CÓMO SE ESTÁ ENFRENTANDO LA FUSARIOSIS

Si la fusariosis fuera invencible, el panorama sería desalentador. Pero no lo es. En laboratorios, parcelas experimentales y campos agrícolas de todo el mundo, la ciencia lleva años trabajando para reducir su impacto con:

#### 1.- Plantas más fuertes: el poder del mejoramiento genético

Frente a esta enfermedad, una de las estrategias más prometedoras ha sido fortalecer a la propia planta. Sin embargo, la resistencia a la fusariosis de la espiga es un

carácter complejo, es decir, depende de muchos genes de efecto pequeño. Además, se asocia con caracteres agronómicamente indeseables, como mayor altura de planta, madurez tardía y espigas menos compactas.

La investigación genética ha permitido identificar regiones del genoma asociadas con la resistencia a la fusariosis de la espiga, conocidas como QTL (Loci de Caracteres Cuantitativos por sus siglas en inglés) (Syed *et al.*, 2024). Entre los avances más relevantes se encuentra la identificación y clonación de dos loci de resistencia, *Fhb1* y *Fhb7*, que desempeñan un papel clave en la reducción del daño causado por la fusariosis (Sirangelo, 2024; Ma *et al.*, 2025).

No se trata de crear un trigo “invulnerable”, porque hasta ahora no existe inmunidad total, sino de desarrollar



Figura 3. Comparación en campo entre una variedad de trigo susceptible (izquierda) y una variedad resistente (derecha) a la fusariosis de la espiga. La variedad susceptible muestra mayor decoloración y daño en las espigas, mientras que la variedad resistente mantiene una apariencia más uniforme y saludable. Fotografía: Guillermo García-Barrios.

variedades que resistan mejor el avance del patógeno y reduzcan la acumulación de toxinas. La Figura 3 muestra cómo esta resistencia puede reflejarse en una menor decoloración y daño en la espiga.

## 2.- Aliados invisibles: el control biológico

Otra estrategia prometedora consiste en utilizar microorganismos benéficos para frenar al hongo patógeno. Bacterias como *Pseudomonas*, *Bacillus* y *Streptomyces* así como hongos del género *Trichoderma*, pueden inhibir el crecimiento de *Fusarium* y disminuir los niveles de DON (Dweba *et al.*, 2017; Mattei *et al.*, 2022).

Un avance reciente particularmente interesante es el recubrimiento de semillas con esporas de *Streptomyces* sp. DEF39. Este microorganismo coloniza la planta de manera endofítica, es decir, vive dentro de ella sin dañarla y ha demostrado reducir la severidad de la infección hasta en un 49 % (Mattei *et al.*, 2022). Es como si la planta contara con un guardaespaldas microscópico desde el inicio de su desarrollo.

## 3.- Aplicación oportuna de fungicidas

Los tratamientos químicos siguen siendo una herramienta utilizada en campo. Fungicidas como el tebuconazol o combinaciones de ingredientes activos como epoxiconazol + metconazol, pueden ayudar a disminuir la infección, pero su eficacia depende del momento de aplicación, especialmente durante la floración (Dweba *et al.*, 2017; Syed *et al.*, 2024). Aplicarlo demasiado temprano o demasiado tarde reduce significativamente su efecto. Esto convierte al tiempo en un factor tan importante como el producto mismo (Arzola-Mora *et al.*, 2026).

## 4.- Anticiparse al brote: modelos y satélites

Hoy la lucha también se libra desde el espacio. Se han desarrollado modelos predictivos basados en datos meteorológicos y en imágenes satelitales, como las del sistema Sentinel-2, que permiten estimar el riesgo de brotes a partir de variables como humedad y temperatura (Li *et al.*, 2025; Niaz *et al.*, 2025). Estos sistemas ayudan a los agricultores a tomar decisiones informadas y actuar antes de que la enfermedad avance. En lugar de reaccionar al daño, pueden anticiparse.

## 5.- ¿Y el trigo transgénico?

La biotecnología también ha explorado soluciones innovadoras. En Estados Unidos se han introducido

genes como *FgTRI101*, capaces de transformar el DON en compuestos menos tóxicos, lo que mejora significativamente la resistencia de la planta frente a la enfermedad (Yulfo-Soto *et al.*, 2024). Aunque estos desarrollos aún enfrentan debates regulatorios y sociales, muestran el potencial de la ingeniería genética como herramienta complementaria.

## MIRANDO HACIA EL FUTURO: LA PREVENCIÓN COMIENZA EN EL CAMPO

A pesar de estos avances, ningún método por sí solo es suficiente. La evidencia científica señala que la estrategia más efectiva es el manejo integrado, que combine mejoramiento genético, prácticas agrícolas, control biológico y manejo postcosecha (Yilmaz *et al.*, 2025).

La rotación de cultivos, labranza profunda y el uso de cultivares o líneas mejoradas resistentes son medidas fundamentales. Además, el almacenamiento correcto, con humedad y temperatura controladas, es crucial para evitar que el hongo continúe desarrollándose tras la cosecha (Yilmaz *et al.*, 2025). Esto requiere coordinación entre productores, industria, investigadores y autoridades sanitarias.

### 1.- Resistencia genética mediante piramidación

En lugar de depender únicamente de un gen como *Fhb1* o *Fhb7* los mejoradores proponen combinar varios genes de resistencia parcial en un mismo cultivar, estrategia conocida como “piramidación”. Esta combinación puede generar una defensa más estable y duradera frente a los patógenos (Sirangelo, 2024; Ma *et al.*, 2025). Es similar a reforzar una muralla con múltiples capas en lugar de confiar en un solo muro.

### 2.- Regulación, vigilancia y educación

Finalmente, fortalecer la regulación y el monitoreo de micotoxinas es esencial, especialmente en países en desarrollo (Niaz *et al.*, 2025; Yilmaz *et al.*, 2025). Compartir datos a nivel internacional mejora la vigilancia global. Paralelamente, la capacitación de agricultores para reconocer síntomas tempranos y evitar el uso de granos visiblemente afectados es una medida preventiva fundamental (Yilmaz *et al.*, 2025).

La fusariosis de la espiga no desaparecerá por completo. Pero cada avance científico, cada línea mejorada y cada decisión informada en el campo reducen el riesgo. En la batalla por la seguridad alimentaria, el conocimiento es la herramienta más poderosa.

### 3.- Cuidar el trigo es cuidarnos: una responsabilidad compartida

El trigo parece algo cotidiano. Está en la tortilla de harina del desayuno, en el pan dulce de la tarde, en la pasta del domingo en familia. Es tan común que rara vez pensamos en todo lo que tuvo que pasar para llegar hasta nuestra mesa. Pero detrás de cada grano hay una historia. Una historia de viento que transporta esporas invisibles. De lluvias que, en el momento equivocado, abren la puerta a un hongo agresivo y especializado. De científicos que, en laboratorios y campos experimentales, buscan genes para fortalecer la planta. De agricultores que miran el cielo y deciden cuándo sembrar, cuándo aplicar un tratamiento, cuándo cosechar.

La próxima vez que partamos un pan o sirvamos un plato de pasta, quizá valga la pena recordar que la seguridad de ese alimento no es casualidad, sino del conocimiento científico, la vigilancia, el trabajo de los agricultores y la colaboración de numerosas personas a lo largo de la cadena productiva.

### CONCLUSIÓN

A pesar de los avances científicos, todavía no se dispone de fuentes de resistencia completa ni de una solución única contra la fusariosis de la espiga. Su control requiere un enfoque integral que combine prácticas agronómicas, fungicidas cuando sean necesarios, cultivares menos susceptibles y programas de mejoramiento genético bien orientados. Más que un problema exclusivamente fitosanitario, la fusariosis de la espiga es un desafío que conecta producción, calidad del grano e inocuidad alimentaria. Entender esa complejidad es clave para enfrentarla mejor.

### GLOSARIO

**DON (deoxinivalenol):** Micotoxina producida por algunas especies de *Fusarium* que puede contaminar los granos y representar un riesgo para la salud humana y animal.

**Fungicida:** Sustancia o producto utilizado para prevenir, controlar o eliminar hongos que causan enfermedades en las plantas.

**Fusariosis:** Enfermedad causada por hongos del género *Fusarium* que afecta diversos cultivos y puede reducir el rendimiento y la calidad de los granos.

**Hexaploide:** Organismo que posee seis juegos completos de cromosomas (6x). El trigo panadero (*Triticum aestivum*) es una especie hexaploide.

**Inocuidad alimentaria:** Condición que garantiza que un alimento es seguro para el consumo humano y no representa un riesgo para la salud.

**Loci:** Plural de *locus*. Son las posiciones específicas que ocupan genes o marcadores genéticos en cromosomas.

**Micotoxinas:** Sustancias tóxicas producidas por ciertos hongos que pueden contaminar los alimentos y afectar la salud de las personas y los animales.

**Patógeno:** Organismo capaz de causar enfermedades en plantas, animales o seres humanos.

**QTL (Quantitative Trait Locus):** Región del ADN asociada con una característica cuantitativa, como el rendimiento, altura de la planta o la tolerancia a la sequía. Un QTL puede contener uno o varios genes que influyen en ese rasgo.

**Resistencia genética:** Capacidad heredable de una planta para limitar el desarrollo o los daños causados por un patógeno.

**Tetraploide:** Organismo que posee cuatro juegos completos de cromosomas (4x). El trigo duro (*Triticum turgidum* subsp. *durum*), utilizado principalmente para elaborar pasta y cuscús, es una especie tetraploide.

**Virulencia:** Grado o capacidad de un microorganismo para infectar a un organismo y causar enfermedad.

## REFERENCIAS

- Arzola-Mora, V. M., Villaseñor-Mir, H. E., Carranza-González, S., Sánchez-Abarca, C., Hortelano-Santa-Rosa, R., Huerta-Espino, J., Rodríguez-Contreras, M. E., Singh, P. K., & He, X. (2026). Estrategias para reducir pérdidas por tizón de la espiga causado por *Fusarium graminearum* en trigo harinero. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 44(2). <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2510-3>
- Casu, A., Camardo Leggieri, M., Toscano, P., & Battilani, P. (2024). Changing climate, shifting mycotoxins: A comprehensive review of climate change impact on mycotoxin contamination. En *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* (Vol. 23, Número 2). John Wiley and Sons Inc. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.13323>
- Cerón-Bustamante, M., Ward, T. J., Kelly, A., Vaughan, M. M., McCormick, S. P., Cowger, C., Leyva-Mir, S. G., Villaseñor-Mir, H. E., Ayala-Escobar, V., & Nava-Díaz, C. (2018). Regional differences in the composition of *Fusarium* Head Blight pathogens and mycotoxins associated with wheat in Mexico. *International Journal of Food Microbiology*, 273, 11–19. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2018.03.003>
- de Sá, S. V. M., Fernandes, J. O., Faria, M. A., & Cunha, S. C. (2025). Assessment of Mycotoxins in Infants and Children Cereal-Based Foods: Dietary Exposure and Potential Health Risks. *Exposure and Health*, 17(2), 425–444. <https://doi.org/10.1007/s12403-024-00668-y>
- Dweba, C. C., Figlan, S., Shimelis, H. A., Motaung, T. E., Sydenham, S., Mwadzingeni, L., & Tsilo, T. J. (2017). *Fusarium* head blight of wheat: Pathogenesis and control strategies. En *Crop Protection* (Vol. 91, pp. 114–122). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2016.10.002>
- He, X., Gahtyari, N.C., Roy, C., Dababat, A.A., Brar, G.S., Singh, P.K. (2022). Globally Important Non-rust Diseases of Wheat. In: Reynolds, M.P., Braun, H.J. (eds) *Wheat Improvement*. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-90673-3\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-030-90673-3_9)
- Li, S., Dong, P., Zhang, H., Xu, X., Shi, L., Sun, T., Qiao, H., Yue, J., & Guo, W. (2025). Integrating ecological niche and epidemiological models to predict wheat fusarium head blight using remote sensing and meteorological data. *Computers and Electronics in Agriculture*, 234. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2025.110255>
- Lipps, S., Bohn, M., Rutkoski, J., Butts-Wilmsmeyer, C., Mideros, S., & Jamann, T. (2025). Comparative Review of *Fusarium graminearum* Infection in Maize and Wheat: Similarities in Resistance Mechanisms and Future Directions. En *Molecular Plant-Microbe Interactions* (Vol. 38, Número 2, pp. 142–159). American Phytopathological Society. <https://doi.org/10.1094/MPMI-08-24-0083-F1>
- Ma, H., Liu, Y., Zhang, S., Sha, J., Sun, Y., Hu, Z., Gong, L., Dai, Y., Gao, Y., Wang, Y., & Ma, H. (2025). Wheat resistance to *Fusarium* head blight and breeding strategies. *Crop Health*, 3(1). <https://doi.org/10.1007/s44297-025-00048-1>
- Mattei, V., Motta, A., Saracchi, M., Kunova, A., Cortesi, P., Pizzatti, C., & Pasquali, M. (2022). Wheat Seed Coating with *Streptomyces* sp. Strain DEF39 Spores Protects against *Fusarium* Head Blight. *Microorganisms*, 10(8). <https://doi.org/10.3390/microorganisms10081536>
- Niaz, W., Iqbal, S. Z., Ahmad, K., Majid, A., Haider, W., & Li, X. (2025). Mycotoxins: A comprehensive review of its global trends in major cereals, advancements in chromatographic detections and future perspectives. En *Food Chemistry: X* (Vol. 27). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.fochx.2025.102350>
- Pestka, J. J. (2010). Deoxynivalenol: Mechanisms of action, human exposure, and toxicological relevance. En *Archives of Toxicology* (Vol. 84, Número 9, pp. 663–679). <https://doi.org/10.1007/s00204-010-0579-8>
- Sirangelo, T. M. (2024). Molecular Investigations to Improve *Fusarium* Head Blight Resistance in Wheat: An Update Focusing on Multi-Omics Approaches. En *Plants* (Vol. 13, Número 16). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/plants13162179>
- Syed, S., Aleliñnas, A., Lillemo, M., & Gorash, A. (2024). Analyses of Wheat Resistance to *Fusarium* Head Blight Using Different Inoculation Methods. *Agronomy*, 14(10). <https://doi.org/10.3390/agronomy14102415>
- Vitale, P., Crossa, J., Vaccino, P., & De Vita, P. (2024). Defining the target population of environments for wheat (*TRITICUM AESTIVUM* L.) breeding in Italy based on historical data. *Plant Breeding*, 143(4), 518–533. <https://doi.org/10.1111/pbr.13192>
- Yilmaz, N., Verheecke-Vaessen, C., & Ezekiel, C. N. (2025). Mycotoxins: An ongoing challenge to food safety and security. *PLOS Pathogens*, 21(11). <https://doi.org/10.1371/journal.ppat.1013672>
- Yulfo-Soto, G., McCormick, S., Chen, H., Bai, G., Trick, H. N., & Hao, G. (2024). Reduction of *Fusarium* head blight and trichothecene contamination in transgenic wheat expressing *Fusarium graminearum* trichothecene 3-O-acetyltransferase. *Frontiers in Plant Science*, 15. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1389605>

## AUTORES

**Norma Cecilia Morales-Elias**  
 Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo,  
 Texcoco, Estado de México, México  
 Programa de Posgrado en Botánica  
 morales.norma@colpos.mx  
 ORCID: 0000-0002-1686-7069

**Guillermo García-Barrios**  
 Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo,  
 Texcoco, Estado de México, México  
 garcia.guillermo@colpos.mx  
 ORCID: 0000-0002-7571-1769

# SEQUÍAS Y LLUVIAS:

## “LATIGAZO” HIDROCLIMÁTICO EN EL SUR DE TAMAULIPAS

Autores: Oscar Morelos Santos, Luis Fernando Muñiz Torres, Felipe Caballero Briones

### Resumen

¿Te has preguntado por qué pasamos de tener lagunas secas en 2024 a lagunas desbordadas en 2025? Este fenómeno no es una coincidencia climática aislada; se conoce como latigazo hidroclimático (*hydroclimate whiplash*). En México, y particularmente en la zona sur de Tamaulipas, estamos experimentando una aceleración en la transición entre periodos de sequía extrema y lluvias torrenciales. Estos eventos no solo dañan la infraestructura urbana, sino que ponen en riesgo la seguridad alimentaria y el acceso al agua potable. Este artículo a través de datos nacionales, imágenes satelitales del Servicio Meteorológico Nacional hasta imágenes de la laguna del Champayán muestra como la comunidad pasó de ver lagunas secas a lagunas desbordadas. Además, invita a reflexionar sobre como los extremos climáticos ya nos alcanzaron.

Palabras clave: latigazo hidroclimático, sequía, inundaciones, zona sur de Tamaulipas, impacto social y ambiental.

**Introducción: panorama hídrico del sur de Tamaulipas**

El sur de Tamaulipas está formado por los municipios de Tampico, Ciudad Madero y Altamira. Esta región, ubicada en las costas del Golfo de México, se distingue por su riqueza hídrica: el río Pánuco, el río Tamesí y lagunas como el Chairel y el Champayán, que son esenciales para la vida urbana, industrial y pesquera. Estos cuerpos de agua, además de su valor ecológico, son también los más vulnerables frente a sequías e inundaciones (Alarcón et al., 2023). En este sentido, los años 2024 y 2025 estuvieron marcados por contrastes climáticos sin precedentes. En mayo y junio de 2024, la sequía alcanzó intensidades notables, el agua de las lagunas se redujo de manera alarmante a espejos de agua, los suelos se agrietaron y la fauna se desplazó. Un año después, en junio de 2025, el mismo escenario se transformó radicalmente, las lluvias torrenciales provocaron encharcamientos e inundaciones en zonas urbanas, y varias lagunas se desbordaron.

Para entender lo vivido en la zona sur de Tamaulipas en 2024 y 2025, vamos a precisar los términos. La lluvia es una de las principales formas de precipitación y constituye una parte fundamental del ciclo hidrológico, cuyos patrones, bajo el calentamiento global, se han vuelto erráticos tanto en frecuencia como en intensidad. Por su parte, la sequía no es sólo la falta de lluvia; es un periodo de tiempo anormalmente seco que dura un tiempo suficiente para causar un desequilibrio hidrológico (Dobler-Morales & Bocco, 2021). En la Figura 1 se presenta el porcentaje de afectación del territorio de México por sequía, medido desde el año 2002. Se puede observar un aumento en la frecuencia de los picos máximos de las sequías entre 2018 y 2025 con respecto a años anteriores, Además, durante los últimos años, aproximadamente de 2021 a 2025, las áreas impactadas por la sequía se han mantenido de manera constante por encima del 80% del país, lo que evidencia una tendencia preocupante hacia una mayor persistencia y extensión de este fenómeno (Servicio Meteorológico Nacional [SMN], 2026)

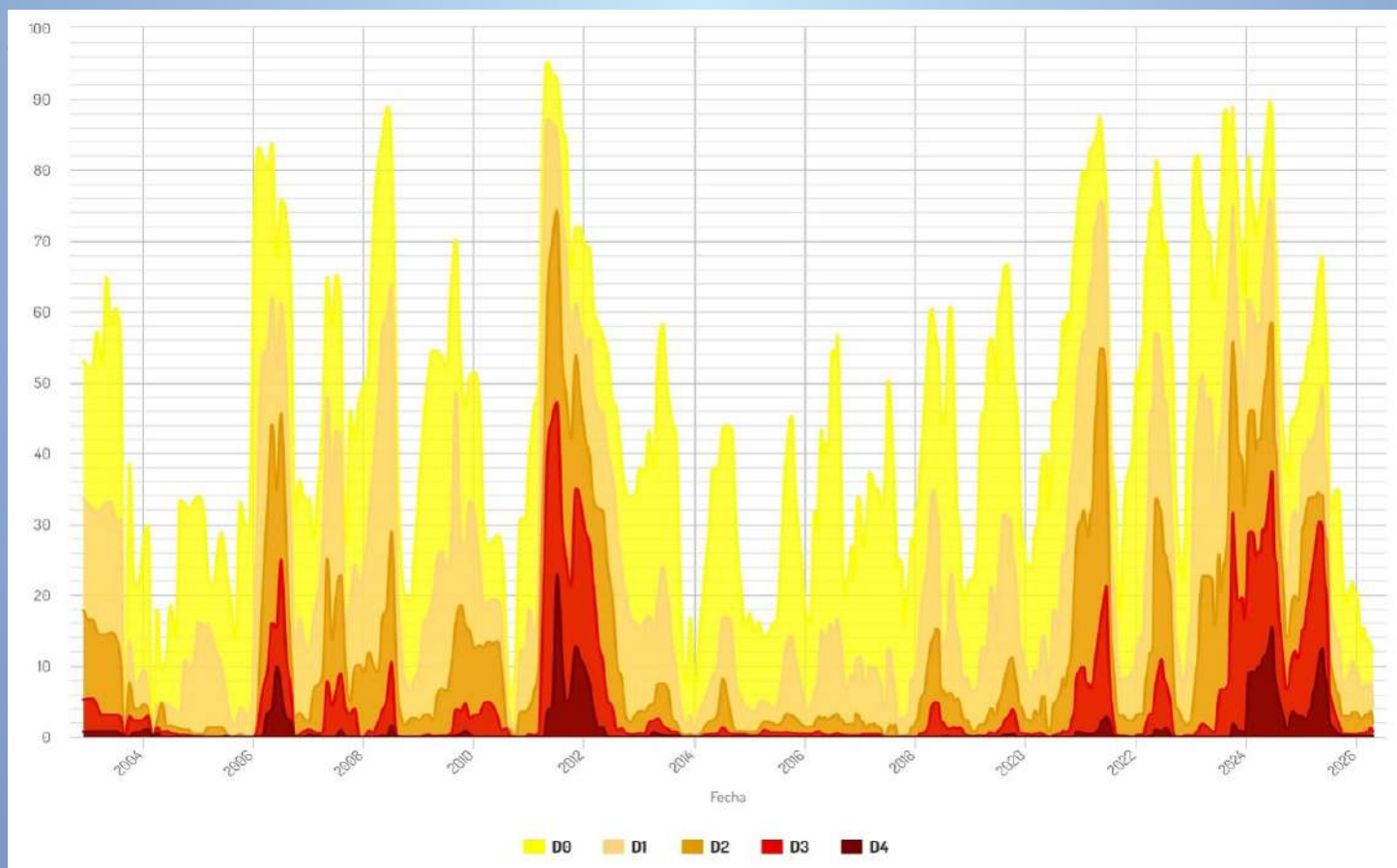


Figura 1. Porcentaje de área afectada con sequía en México. Fuente: Servicio Meteorológico Nacional (SMN, 2026), Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)

## El “Latigazo Hidrodinámico”: el nuevo enemigo

El término latigazo hidrodinámico (o *hydroclimate whiplash*) describe transiciones repentinas, grandes y frecuentes entre condiciones muy secas y muy húmedas, es decir, de sequías extremas a periodos pluviales intensos, o viceversa. A diferencia de los eventos climáticos aislados, este concepto se enfoca en la frecuencia y la rapidez del cambio, representando una variación violenta entre la falta de agua y las inundaciones (Swain et al., 2025).

¿Por qué ocurre esto? La ciencia nos ofrece una analogía: la atmósfera actúa como una esponja. A medida que la temperatura de la Tierra aumenta, la atmósfera puede retener más vapor de agua (un 7% más por cada grado Celsius de calentamiento). Esto significa dos cosas:

- En sequía: la atmósfera “succiona” con más fuerza la humedad del suelo y las plantas, secándolos más rápido (evapotranspiración).
- En lluvia: cuando la “esponja” se exprime, lo hace con una violencia mucho mayor, descargando volúmenes de agua que el suelo seco no puede absorber, provocando inundaciones repentinas (Swain et al., 2025).

Los impactos del latigazo hidrodinámico suelen ser más graves que los relacionados con sequías o inundaciones aisladas. No dependen únicamente de la intensidad, sino también de la rapidez con que uno sucede al otro. Este cambio tan rápido no da tiempo a que los ecosistemas ni las comunidades se adapten, y por eso los daños se acumulan, lo que ya estaba debilitado por la sequía resulta dañado por la lluvia extrema. Así, el latigazo hidrodinámico no solo alterna entre escasez y exceso de agua, sino que multiplica los riesgos ambientales y sociales. Como muestran los siguientes ejemplos:

- Periodos húmedos favorecen el crecimiento vegetal y acumulación de biomasa. Si son seguidos por sequías intensas, esa biomasa se seca y aumenta el riesgo e intensidad de incendios.
- Sequías prolongadas generan suelos hidrofóbicos, como cera que no deja pasar el agua, y vegetación debilitada. Al llegar lluvias extremas, se incrementa el riesgo de escorrentías e inundaciones repentinas.
- Lluvias intensas tras sequías o incendios arrastran cenizas, sedimentos y nutrientes. Si luego siguen condiciones cálidas y secas, se favorecen floraciones de algas nocivas y contaminación de fuentes de agua.
- Sistemas diseñados como presas y drenajes no están preparados para cambios rápidos y más intensos. Esto aumenta la probabilidad de fallas en la gestión de agua, transporte y respuesta a desastres (Swain et al., 2025; Qing et al., 2023).

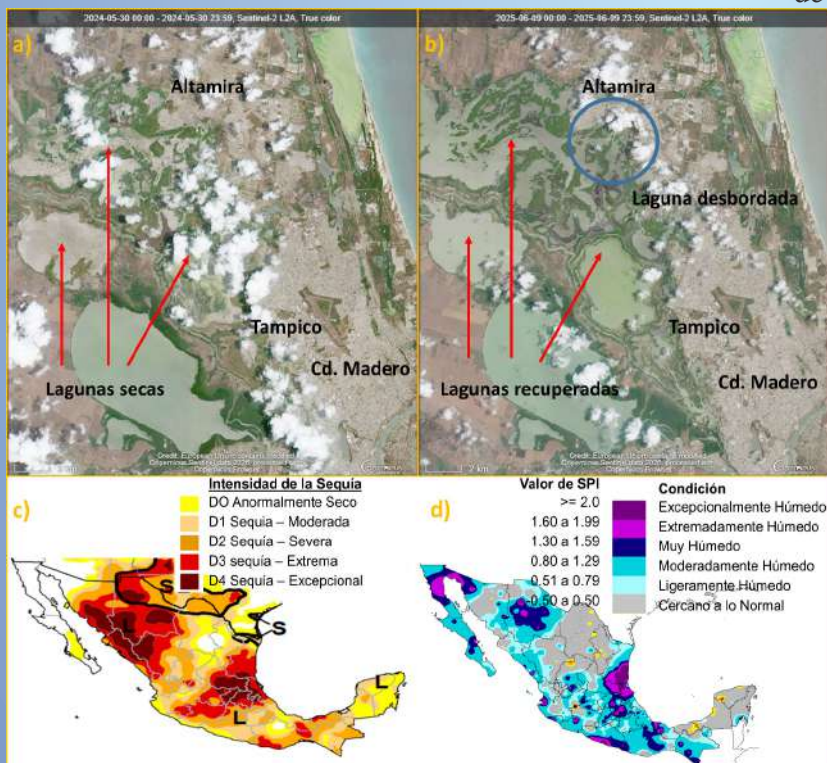


Figura 2. a) Sequía en mayo de 2024 (Sentinel-2, Copernicus Browser). b) Inundación en junio de 2025 (Sentinel-2, Copernicus Browser). c) Mapa de intensidad de la sequía en México en mayo de 2024. d) Mapa de intensidad de lluvias en México en junio de 2025. Fuentes: Agencia Espacial Europea (AEE), Copernicus Browser y Servicio Meteorológico Nacional (SMN), Comisión Nacional del Agua (CONAGUA)

## De lagunas secas a lagunas desbordadas

Las imágenes presentadas en esta sección son un testimonio contundente del latigazo hidrodinámico en el sur de Tamaulipas. La Figura 2 incluye un conjunto de imágenes que muestran con claridad el contraste extremo que vivió el sur de Tamaulipas entre 2024 y 2025. La primera imagen (a), tomada por Sentinel-2 en mayo de 2024, muestra la zona conurbada de Altamira, Tampico y Ciudad Madero bajo condiciones de sequía severa: lagunas reducidas, suelos áridos y un paisaje marcado por la falta de agua. En la segunda imagen (b), correspondiente a junio de 2025, el mismo territorio aparece transformado por las lluvias con lagunas recuperadas y desbordadas. El contraste entre ambas escenas es una evidencia visual del llamado “latigazo hidrodinámico”.

El mapa nacional de sequías (c) confirma la gravedad de la situación en 2024: Tampico y Ciudad Madero se encontraban en categoría D3, sequía extrema, mientras que Altamira alcanzaba la categoría D4, sequía excepcional, una de las más críticas en el país. Sin embargo, el mapa de lluvias (d) revela el giro radical ocurrido en 2025: Tampico y Ciudad Madero pasaron a condiciones extremadamente húmedas (SPI, ver glosario, 1.6 a 1.99) y Altamira incluso a excepcionalmente húmedo (SPI,  $\geq 2$ ), mostrando que en menos de un año

la región transitó de la escasez absoluta al exceso de agua (SMN, 2024; Agencia Espacial Europea [AEE], 2024–2025; SMN, 2025).

La Figura 3 corresponde a la Laguna de Champayán en Altamira en la sequía de 2024 y las lluvias de 2025.

Las imágenes a) y b), tomadas durante la sequía, muestra a la laguna bastante reducida, el agua prácticamente desaparece, dejando al descubierto el suelo seco y agrietado. Se observan embarcaciones varadas sobre el suelo lodoso y el crecimiento de vegetación en las orillas, esto refleja la falta de agua y el impacto en las actividades de la comunidad. Por el contrario, en las imágenes c) y d), referentes al periodo de lluvias; el agua se desbordo, inundando zonas urbanas y espacios públicos. Ahora, se distinguen lanchas flotando sobre calles “como en Venecia”. La imagen e) muestra un mapa en el que se señalan las zonas de la Laguna de Champayán correspondientes a las imágenes anteriores. Este recurso permite ubicar espacialmente las fotografías y facilita comprender la localización precisa de las zonas durante la sequía e inundación.

## Conclusión

Este conjunto de imágenes resume el efecto del latigazo hidroclicmático: un cambio abrupto de la sequía extrema a la inundación repentina, que modifica el medioambiente, transforma la vida cotidiana y la seguridad de las comunidades que dependen de este ecosistema. Investigaciones recientes muestran que estos saltos de lo seco a lo excepcionalmente húmedo se están volviendo más frecuentes en todo el mundo (Swain et al., 2025; Maharjan et al., 2025) y en México (Dobler-Morales & Bocco, 2021; Magaña et al., 2021). Este fenómeno no es una teoría lejana, sino una realidad que ya se percibe en el sur de Tamaulipas, donde pasamos de las lagunas secas con suelos agrietados a embarcaciones en las calles. Frente a este panorama, no tenemos que esperar a que llegue la emergencia, para enfrentarlo necesitamos fortalecer la infraestructura hídrica y urbana para resistir tanto sequías prolongadas como inundaciones repentinas, diseñar políticas públicas basadas en ciencia, promover la educación ambiental y la participación ciudadana, porque el latigazo hidroclicmático no avisa.



Figura 3. Laguna de Champayán en Altamira muestra el contraste del latigazo hidroclicmático. a) y b) embarcaciones varadas sobre el suelo seco en 2024 (fotografías propias, coordenadas 22°23'18.2"N 97°56'11.5"W). c) y d) calles inundadas y embarcaciones flotando en 2025 (fotografías propias, coordenadas 22°23'28.1"N 97°55'57.1"W). e) mapa de ubicación de la Laguna de Champayán y zonas de referencia de las imágenes (Google Maps). Fuente: fotografías propias y Google Maps.

## Glosario

SPI (Índice de Precipitación Estandarizado). El SPI es un indicador que mide qué tan húmedo o seco está un lugar en comparación con sus condiciones históricas normales. Valores positivos señalan exceso de lluvia y condiciones húmedas, mientras que valores negativos indican sequía.

## Referencias

Agencia Espacial Europea (AEE). (2024–2025). Imágenes satelitales Sentinel-2 de la zona sur de Tamaulipas. Copernicus Open Access Hub. <https://browser.dataspace.copernicus.eu>

Alarcón-Ruiz, E., Caballero-Briones, F., Merino-Treviño, M. A., López-Huerta, F. y Rivas-Camargo, D. A. (2023). Red ciudadana de monitoreo de la calidad del aire de la zona metropolitana del sur de Tamaulipas. *Ciencia, Ambiente y Clima*, 6(2), 133-155. <https://doi.org/10.22206/cac.2023.v6i2.2915>

Dobler-Morales, C. y Bocco, G. (2021). Social and environmental dimensions of drought in Mexico: An integrative review. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 55, 102067. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2021.102067>

Google. (2026). Mapa de la Laguna de Champayán, Altamira, Tamaulipas. Google Maps. Recuperado el 29 de junio de 2026 de <https://www.google.com/maps>

Magaña, V., Herrera, E., Ábrego-Góngora, C. J. y Ávalos, J. A. (2021). Socioeconomic Drought in a Mexican Semi-arid City: Monterrey Metropolitan Area, a Case Study. *Front. Water* 3:579564. <https://doi.org/10.3389/frwa.2021.579564>

Maharjan, S., Li, W., Bolten, J. D. y El-Askary, H. (2025). The future intensification of hydrological extremes and whiplashes in the contiguous United States increase community vulnerability. *Communications Earth & Environment*, 6, 668. <https://doi.org/10.1038/s43247-025-02672-9>

Qing, Y., Wang, S., Yang, Z.-L. y Gentine, P. (2023). Soil moisture-atmosphere feedbacks have triggered the shifts from drought to pluvial conditions since 1980. *Communications Earth & Environment*, 4, 254. <https://doi.org/10.1038/s43247-023-00922-2>

Servicio Meteorológico Nacional (SMN). (2024). Monitor de sequía en México. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Recuperado el 14 de mayo de 2026 de <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/monitor-de-sequia-en-mexico>

Servicio Meteorológico Nacional (SMN). (2026). Monitor de sequía en México. Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). Recuperado el 14 de mayo de 2026 de <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/monitor-de-sequia-en-mexico>

Servicio Meteorológico Nacional (SMN). (2025). Monitor de sequía en México. Índice Estandarizado de Precipitación (SPI). Comisión Nacional del Agua (CONAGUA). <https://smn.conagua.gob.mx/es/climatologia/monitor-de-sequia/spi>

Swain, D. L., Prein, A. F., Abatzoglou, J. T., Albano, C. M., Brunner, M., Diffenbaugh, N. S., Singh, D., Skinner, C. B. y Touma, D. (2025). *Hydroclimate volatility on a warming Earth*. *Nature Reviews Earth & Environment*, 6 (1), 35-50. <https://doi.org/10.1038/s43017-024-00624-z>

## AUTORES

**Oscar Morelos Santos**

Instituto Politécnico Nacional

Materiales y Tecnologías para Energía, Salud y Medio Ambiente (GESMAT), CICATA Altamira

[san\\_oscar20@hotmail.com](mailto:san_oscar20@hotmail.com)

ORCID: 0000-0002-2449-0636

**Luis Fernando Muñiz Torres**

Instituto Politécnico Nacional

Materiales y Tecnologías para Energía, Salud y Medio Ambiente (GESMAT), CICATA Altamira

[lmunizt2400@alumno.ipn.mx](mailto:lmunizt2400@alumno.ipn.mx)

ORCID: 0009-0002-0310-8263

**Felipe Caballero Briones**

Instituto Politécnico Nacional

Materiales y Tecnologías para Energía, Salud y Medio Ambiente (GESMAT), CICATA Altamira

[fcaballero@ipn.mx](mailto:fcaballero@ipn.mx)

ORCID: 0000-0003-4340-1050

# PERDÓNALOS PORQUE SÍ SABEN LO QUE HACEN

Autor: Alfredo Sánchez Carballo



Descripción: Esta obra la vemos al tiempo que nos ve. Hay en el encuadre algo que capta nuestra atención: la muchedumbre, la masa, el colectivo, el conjunto petrificado que atestiguan una escena latente de violencia social. La representación plástica en la obra opera como un espejo conceptual para divulgar la psicología de las masas de Gustave Le Bon; los principios de su teoría no se diluyen en una abstracción, sino que se desvelan en la rigidez de los rostros, las posturas expectantes y la mirada severa del grupo que rodea la camioneta. En este espacio físico y psicológico, el individuo es absorbido por el alma colectiva, manifestando lo que Le Bon describió como la desaparición de la personalidad consciente y el predominio de la unidad mental inconsciente, donde la masa unificada bajo una misma atención focalizada adquiere un poder invencible, promovido por lo que Le Bon denominó como influencia.

El núcleo explicativo de la obra radica en la tensión entre la masa y el sujeto en primer plano, visiblemente sometido y esposado. La pintura sirve como un recurso de divulgación científica porque materializa los mecanismos del contagio mental y la sugestión: las posturas compactas y las miradas fijas de la multitud revelan cómo las emociones individuales se homogeneizan hasta conformar una emotividad de masas capaz de justificar el escarmiento o la justicia por mano propia. Es precisamente en esta aparente pérdida de racionalidad individual donde cobra sentido el título de la obra, *Perdónalos por qué sí saben lo que hacen*. A diferencia del principio moral bíblico que asume la ignorancia del verdugo, este giro conceptual apoya su explicación en principios psicosociales: la masa suele actuar bajo una certeza absoluta y una convicción moral compartida, orquestada por lo que la psicología moderna y la teoría del contagio llaman validación social e ilusión de unanimidad.

Obra de Le Bon que se divulga:

Le Bon, G. (2005). *Psicología de las masas* (A. Morán, Trad.). Morata. (Obra original publicada en 1895).

#### AUTOR

Alfredo Sánchez Carballo  
Universidad Autónoma de Tamaulipas  
Facultad de Derecho y Ciencias Sociales  
alfredo.sanchez@uat.edu.mx  
ORCID: 0000-0002-3008-0318

# De la pedagogía tradicional a la hospitalaria.

## Educar para la salud: una charla con la doctora Patricia Yolanda Padilla Jasso

Autores: Ennio Héctor Carro Pérez, Fabiola Herrera Gálvez

La Doctora Patricia Yolanda Padilla Jasso, es Licenciada en Pedagogía por la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM), Maestra en Educación por la Universidad Interamericana para el Desarrollo y Doctora en Gestión e Intervención Educativa, por Centro Interdisciplinario de Innovación y Posgrado. Estuvo como responsable del área de Estrategias Educativas, de la Dirección de Educación en Ciencias de la Salud, del Instituto Nacional de Perinatología "Isidro Espinosa de los Reyes" (INPer). Obtuvo en 2024, el Reconocimiento Nacional a la Gestión de la Calidad y Seguridad en la Atención de la Salud, en la categoría Docencia en Calidad y Seguridad de la Atención a la Salud, por parte de la Dirección General de Calidad y Educación en Salud (DGCES) de la Secretaría de Salud.

Entrevista realizada: 28 de octubre de 2025, en las instalaciones del Instituto Nacional de Perinatología "Isidro Espinosa de los Reyes" (INPer), alcaldía Miguel Hidalgo, Ciudad de México.





Fotografía proporcionada por la entrevistada.

## Resumen:

La Doctora Patricia Yolanda Padilla Jasso, especialista en pedagogía, en esta entrevista nos informa sobre esta disciplina y sus implicaciones en el campo de la enseñanza, así mismo, nos señala con claridad los límites de esta disciplina y las diferencias con otros campos que también abordan procesos de enseñanza y aprendizaje. Por otra parte, la entrevista aborda las posibilidades de la pedagogía en el campo de la salud, área donde ha contribuido en educación para la reproducción, impartiendo y desarrollando cursos relacionados al trabajo perinatal, así como realizando investigación, actividades llevadas a cabo en el INPer.

## Palabras clave:

Pedagogía, pedagogía hospitalaria, educación para la salud, salud reproductiva.

Ennio Héctor Carro Pérez (EHCP): Estamos en el Instituto Nacional de Perinatología (INPer)<sup>1</sup>, con la doctora Patricia Yolanda Padilla Jasso. Doctora, ¿cuál es su preparación académica y el puesto que actualmente tiene en el Instituto?

Patricia Yolanda Padilla Jasso (PYPJ): Soy pedagoga, estudié la licenciatura en Pedagogía en la Facultad de Estudios Superiores Acatlán<sup>2</sup>, de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Después de estudiar pedagogía hice una maestría en educación en *Universidad Interamericana para el Desarrollo* y después hice el Doctorado en Gestión e Intervención Educativa, en el *Centro Interdisciplinario de Innovación y Posgrado*. De manera que a lo largo del tiempo traté siempre de centrarme en el ámbito educativo, porque es mi zona de experiencia, pero la vida me fue llevando de alguna manera al área de la salud. Cuando estudié la licenciatura, teníamos año y medio de prácticas profesionales, el primer año íbamos a distintas instituciones, las conocíamos y el

siguiente año ya elegíamos una institución. En mi caso, elegí el tutelar de menores<sup>3</sup>, pero desafortunadamente para ese momento solamente había horario vespertino y trabajaba, entonces no pude optar por el tutelar y un compañero de la carrera me comentó que en el INPer acababan de abrir el campo profesional y que una persona se había salido y que había un espacio. Y entonces le dije “pues sí” honestamente en ese momento desconocía absolutamente qué hacían en el instituto, lo que no quería era quedarme sin una institución donde hacer mi práctica profesional. Cuando llego al INPer, conozco al doctor Eduardo Ortigosa<sup>4</sup>, que era en ese momento el jefe del Departamento de Educación para la Reproducción.

Y él, nos comenta al grupo, que éramos un promedio de 5 o 6 personas, que había un proyecto en comunidad. Teníamos que ir a la comunidad de Caracoles<sup>5</sup>, que si no mal recuerdo, es en Tlalnepantla, ya no recuerdo con exactitud, y que el trabajo era de un año. Cómo

1 Es uno de los 13 institutos nacionales de salud del país, de alta especialidad, que depende de la Secretaría de Salud del Gobierno Federal de México, dedicado a la atención médica integral de la mujer y el neonato, la investigación científica y la formación de talento humano en el ámbito de la salud reproductiva y perinatal. Nota de la entrevistada.

2 Institución de educación superior perteneciente a la Universidad Nacional Autónoma de México, localizada en el municipio de Naucalpan, Estado de México, México. Tomado de *Historia de la FES Acatlán*. Consultado el 21 de mayo de 2026, en: <https://www.acatlan.unam.mx/index.php?id=13>

3 El Consejo Tutelar de Menores, es una entidad pública del Estado Mexicano, encargada de promover la readaptación social de los menores de 18 años que hayan infringido reglamentos de policía, administrativos de gobierno, o las leyes penales. Tomado de los artículos 1 y 2, de la *Ley que crea los Consejos Tutelares de Menores Infractores del Distrito y Territorios Federales*, Instituto de Investigaciones Jurídicas, Universidad Nacional Autónoma de México. Consultado 5 de mayo de 2026, en: <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/6/2925/28.pdf>

4 Eduardo Ortigosa Corona. Tomado de <https://www.revistas.unam.mx/index.php/vertientes/article/view/33049/30267>

5 Colonia Caracoles, ubicada en el municipio de Tlalnepantla de Baz, de la entidad federativa del Estado de México, México. Tomado de *Recuperarán Hospital Ceylán en la comunidad Caracoles luego de ocho años de abandono*. Consultado el 21 de mayo de 2026, en: <https://portal.tlalnepantla.gob.mx/pages/noticias/recuperaran-hospital-ceylan-en-la-comunidad-caracoles-luego-de-ocho-anios-de-abandono>

eran 3 semestres de práctica profesional, pues podía abarcar el siguiente año con esta misma institución y ya no cambiar a otra.

Entonces dije, sí, está bien. Y junto con los otros compañeros -prácticamente no estaba en el instituto-, íbamos a la comunidad de Caracoles a recabar información. Nuestro trabajo era elaborar un programa educativo para embarazadas de la comunidad y primero había que hacer un diagnóstico, ¿con qué contaba la comunidad? ¿si había centro de salud? ¿si había hospital? ¿cómo atendían a las mujeres embarazadas? ¿qué necesidades tenían? y en función de eso, proponer un programa educativo para embarazadas de esa comunidad. Ese iba a ser el producto del trabajo que tendríamos que entregar.

Nosotros veníamos cada determinado tiempo a trabajar con el doctor, para que él viera nuestros avances y nos fuera guiando, fue un trabajo maravilloso, porque en realidad cuando uno sale a campo es donde se da cuenta de la realidad. Tuvimos oportunidad de identificar a las mujeres de esa comunidad, que eran mujeres vigiladas por sus esposos, incluso en sus ciclos menstruales. Les preguntábamos, íbamos casa por casa a preguntarles su fecha de última menstruación, a realizarles alguna entrevista para detectar necesidades, como para saber qué información requería la comunidad y para mí fue muy sorprendente ver que las mujeres les preguntaban a los esposos “¿cuándo había sido la fecha de la última menstruación?” Yo decía, ¿cómo?, y luego ellos les contestaban, -ah, sí, reglaste tal día- y ellas no sabían. Luego nos dimos cuenta, que había ciertos lugares que nos podían dar información mucho más fidedigna que las mismas instituciones, lo que nosotros llamamos los informantes clave: *el señor de las quesadillas*, la parroquia. Allí se comentaba, “no es que las señoras no van a la Maternidad”<sup>6</sup> porque la Maternidad estaba en una calle empinada, que cuando las mujeres ya quieren llegar a parir, parían a la mitad, o el Centro de Salud ellas no lo visitan porque luego, pues, sus costumbres no tienen

que ver con las recomendaciones de salud. Y nos dimos cuenta del papel que jugaban estas instituciones para las señoras.

La Maternidad era un espacio físico donde las mujeres podían ir a atenderse, sin embargo, no tenían un lugar de preparación de alimentos, entonces, las mujeres llegaban a parir ahí, pero los esposos tenían que llevarles comida, ¿qué esposo de esa comunidad les iba a hacer de comer?, ¿sí les controlaban hasta la regla!

Nos empezamos a dar cuenta de muchas inconsistencias, y lo mismo en el Centro de Salud<sup>7</sup>, sobre las recomendaciones que hacían los médicos que ni ellos mismos seguían. Total, para nosotros y para mí, fue una experiencia muy formativa. Entregamos el proyecto muy completo, por supuesto que nuestra profesora de la materia y el doctor que nos guió aquí en el INPer, eran personas muy profesionales que nos ayudaron a construir toda una propuesta y a fundamentar el programa educativo, no iba a hacer maravillas si no teníamos toda esa red de apoyo alrededor.

Cuando me voy de aquí y terminó mis prácticas, quise ir a pedir trabajo a la Universidad Pedagógica Nacional<sup>8</sup> porque en ese momento, mi aspiración era preparar profesores, quería formar maestros. No sé de dónde saqué esa idea, pero la traía en mente, desafortunadamente, en ese momento, la UPN<sup>9</sup>, al ser de la SEP<sup>10</sup> no contrataba personas de la UNAM<sup>11</sup>, cómo que hay una diferencia entre pedagogos formados en la UNAM y pedagogos formados desde la visión de la SEP, porque la SEP tiene una idea del pedagogo escolarizado y la UNAM tiene una idea más amplia de lo que puede hacer un pedagogo, incluso yo me fui hacia una especialidad que se llama *Educación Permanente* en donde había *alfabetización*, *educación en salud*, y algo de *capacitación*, y la gran mayoría de mis compañeras, porque es una carrera mayoritariamente femenina, se fueron al área psicopedagógica y a mí el área psicopedagógica nunca fue de mi interés, yo quería irme a la educación permanente. Pensaba que mi vida iba a girar en torno a

<sup>6</sup> Término con el que se designa a un área hospitalaria donde se atiende el embarazo.

<sup>7</sup> Entidad hospitalaria de atención primaria en las comunidades, colonias o barrios, en México.

<sup>8</sup> Institución de educación superior pública de México, dedicada a la formación de profesionales y especialistas en educación. Tomado de *Universidad Pedagógica Nacional "Misión y Principios"*. Consultado 21 de mayo de 2026, en: <https://upn.mx/index.php/conoce-la-upn/mision-y-vision>

<sup>9</sup> Universidad Pedagógica Nacional.

<sup>10</sup> Secretaría de Educación Pública, del Gobierno de México.

<sup>11</sup> Universidad Nacional Autónoma de México. Institución de educación superior pública de México.

formación docente, pero cuando llegué ahí me dijeron “¿y qué experiencia tienes?” Pues la única experiencia que tenía era lo que había hecho aquí, en formación y práctica, y me dijeron “tráeme una constancia de ese trabajo de campo”. Entonces, regreso al instituto y le pido al doctor Ortigosa una constancia y me dice, “en lugar de darte una constancia, te ofrezco trabajo”, y yo le dije, “bueno, no venía preparada”. De hecho, éramos dos, un compañero que también estuvo conmigo en esa práctica y yo, a él le dijo “a ti no te lo ofrezco porque eres hombre y necesito el perfil de una mujer”, y él le respondió “no, no, está bien”. Después el doctor me dijo, “¿cómo ves?”, la verdad es que en ese momento no pude decirle que no, pensé “bueno, estoy buscando trabajo y me están ofreciendo y ni modo que diga que no”, de tal manera dije “bueno, está bien”, no tenía idea de qué iba a hacer, él me dijo “muy bien permíteme”. Hablé por teléfono al área de Personal y les comenté que tenía una candidata para la plaza, y me indicó que fuera a Personal a que me dijeran que tenía qué hacer. Entonces fui, me dieron citas para el psicométrico y todo lo demás, y me contrató el instituto.

Cuando llego ya formalmente, existe un área que se llama Educación para la Reproducción, que se encargaba en ese momento, de capacitar a las mamás embarazadas en cursos de preparación. Aquí en el instituto, lo que hacíamos, se llamaba “educación perinatal”, afuera tiene el nombre de psicoprofilaxis.

El enfoque es muy distinto. nuestro instituto atiende embarazos de alto riesgo reproductivo, mujeres que están en riesgo, en la línea de morir embarazadas porque tienen *lupus*, *hipertensión*, *diabetes*, *cáncer*, es decir, tienen enfermedades que pueden poner en riesgo el embarazo y con eso, tener riesgo de muerte, hay un alto riesgo de que ellas no concluyan su embarazo o que muera alguno de los dos -el bebé o la madre-.

De tal manera, lo que hizo el doctor mientras entraba formalmente a laborar en el instituto, respecto a mi inquietud de prepararme, fue entregarme unas monografías que hacían los residentes en esa área, eran puros términos médicos: aborto, patologías. Cuando empe-

cé a leer no entendía nada, afortunadamente la vida no me dejó solita, en esa época tenía un novio médico que en ese momento trabajaba en un consultorio médico de recepcionista. Cuando le dije “me ofrecen trabajo”, respondió “sí, acepta”, “es que no entiendo nada”, me dijo “no te preocupes, yo te ayudo”. Él me regaló mi primer libro de obstetricia para que entendiera de qué estábamos hablando, y como le gustaba mucho arreglar carros, me decía “mira, es bien sencillo, el organismo es como un carro” y me explicaba usando el motor, la bomba y otros componentes. Me explicaba que sí tenía que aprender algunos principios para entender, pero no tantos, que poco a poco me iba a ayudar.

Él hace el Examen Nacional de Residencias<sup>12</sup> y lo aprueba, es admitido, pero lo mandan a Puebla<sup>13</sup>, entra a la especialidad de ortopedia, entonces, se va a Puebla y yo me quedo aquí en el instituto, estudiando y cuando podíamos, me explicaba. Evidentemente, es muy complicada la vida de un residente, lo veía aquí en el instituto, veía a los residentes que tenían novia aquí y novia allá y me dije, “ay, no”, “yo no quiero esas cosas”. Entonces, terminamos, le dije, “mira, prefiero que me odies por no haber sido tu esposa, que me odies ya casados porque no tenemos relación física, o sea, tú estás allá y yo aquí, ¿cuándo nos vemos?” y cuando venía el pobre se dormía, porque estaba cansado, finalmente nos separamos.

Él hizo su especialidad y yo seguía aquí, la verdad al principio sí fue muy complicado porque era literal estudiar otra carrera, tenía que leer mucho de medicina y no solo eso, el doctor Ortigosa es un hombre con mucha visión. Cuando llegué al departamento, éramos seis educadoras que le dábamos clases a las embarazadas pero lo que nosotros dábamos como curso había salido justo de lo que yo había hecho en la comunidad sobre las necesidades de la paciente, cada una teníamos un protocolo de investigación, y ese protocolo lo trabajábamos con el doctor porque él era el experto en la parte estadística. Él nos daba clase de metodología de la investigación, de bioestadística, y los residentes también nos daban clases porque había muchas dudas

12 Se hace referencia al Examen Nacional para Aspirantes a Residencias Médicas (ENARM). Examen que permite ingresar a médicos y médicas generales al Sistema Nacional de Residencias Médicas de México, donde se formaran como especialistas en alguna área de la medicina. Tomado de *Convocatoria 50 ENARM 2026*. Consultada el 21 de mayo de 2026, en: [https://cifrhs.salud.gob.mx/site/enarm/2026/site/docs/50-ENARM\\_Convocatoria.pdf](https://cifrhs.salud.gob.mx/site/enarm/2026/site/docs/50-ENARM_Convocatoria.pdf)

13 Entidad federativa o estado perteneciente a México. Tomado de *Puebla*, consultado 21 de mayo de 2026, en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Puebla>

de repente y mis compañeras eran enfermeras, yo era la única extraña, la única pedagoga, para mí era otro idioma, ellas estaban más acostumbradas y tenían bases. Con los médicos residentes, nos apoyábamos un poco, sobre todo yo para entender algunas cosas y preguntar, fue aprender un nuevo lenguaje, porque educar a las pacientes empieza desde los términos. Si le digo a la paciente que tiene que venir a Urgencias<sup>14</sup> porque se le rompieron las membranas, yo tengo que explicarle que son las membranas, no le puedo decir, se te rompió la fuente, porque no existe una fuente.

Nosotros, como educadoras, teníamos una muy buena formación porque el doctor Ortigosa se dedicó a generar un departamento muy sólido, no solamente éramos repetidoras de información, leíamos artículos, trabajábamos con protocolos de investigación y de ahí salía el contenido de los cursos, teníamos un programa gestacional para embarazadas menores de 30 semanas y otro programa para mayores de 30, porque si no, no nos daba tiempo de que completaran las clases, les hablábamos de nutrición, de signos de alarma, de cambios del embarazo, de cuidados del bebé, estimulación temprana porque teníamos un curso posparto.

El área era muy importante para el instituto y las pacientes porque eso les permitía disminuir muchos riesgos y yo les decía a las mamás “de nada sirve que ustedes tengan el mejor hospital del mundo si ustedes no saben hacer uso de él”, porque si una mamá llega con ruptura de membranas tres días después, así se tenga toda la tecnología, no sirve porque tú bebé está infectado, tú estás infectada, es decir, las complicaciones aumentan, en cambio, si sabes identificar una ruptura de membranas y llegas inmediatamente al hospital, podemos disminuir muchos riesgos.

¿Cuál era uno de los retos?, los médicos. Algunos médicos tienen una formación un tanto ególatra, ¿cómo es que una educadora me va a decir a mí lo que tengo que hacer? De tal manera, les indicaba a las pacientes, “en el momento en que ustedes usen los términos médicos, ellos van a tener más cuidado en

cómo las tratan”, porque no es lo mismo que una mamá llegue y diga “tengo ruptura de membranas de 24 horas de evolución, mi bebé se mueve, no tengo sangrado, el líquido es claro, no huele mal”, a que diga “¡ay!, se me rompió la fuente”, “a, ¿qué horas?”, “no me acuerdo”, “¿y de qué color? ...”, pacientes todas desorganizadas. Incluso, sí venían con sus parejas, con sus mamás, sus familiares, a los acompañantes también les decíamos “si ustedes tienen información se vuelven educadores, porque ayudan a la mamá y la organizan, ella va a entrar en angustia, pero ustedes le van a decir, ¿te acuerdas? en el curso dijeron esto y hay que hacerlo”. De esto, empezaron a llegar a Urgencias y cuando decían, tengo ruptura de membranas, los médicos se sorprendían.

No teníamos una población muy grande, creo que un cuarto de las pacientes que atendíamos iba a los cursos, porque no todas tienen tiempo, no a todas las pueden traer, no todas tienen el recurso, pero yo decía, las que puedan, tienen que salir expertas. Todas las educadoras, hablo de verdad por todas, fuimos súper comprometidas con esas mamás para que ellas, cuando se fueran del curso, tuvieran las herramientas básicas para poder disminuir riesgos y enfrentar el embarazo, y por supuesto, contábamos con apoyo telefónico.

El departamento era excelente, yo era la más feliz en ese momento, desafortunadamente llegó una administración que lo desmanteló bajo la idea de que somos un instituto de tercer nivel, y que no tendríamos por qué dar ese tipo de educación a la paciente, asunto incomprensible, porque tenemos pacientes de alto riesgo, y el nivel hospitalario no debe ser determinante para dar educación. Primer nivel son centros de salud, segundo nivel son hospitales, tercer nivel son institutos, y todos damos un cierto grado de información al paciente, lamentablemente el área desapareció y nos repartieron a todas, ya que no sabían las autoridades de ese momento qué hacer con nosotras. A las enfermeras las remitieron a las áreas clínicas.

EHCP: Doctora, para ir contextualizando, cuando usted nos informa que la contratan y desaparece el área de Educación para la Reproducción, ¿de qué años estamos

14 Se hace referencia a un área hospitalaria o médica dedicada a la atención inmediata de problemas de salud que pongan en peligro una función vital o la vida. Tomada de DGSA UNAM (s.f.). *Protocolo de Atención Urgencias Médicas*. Consultado el 21 de mayo de 2026, en: [https://www.dgsa.unam.mx/documentos/CLS/Protocolo\\_en\\_caso\\_de\\_atenci%C3%B3n\\_urgencia\\_m%C3%A9dica\\_DGSA.pdf](https://www.dgsa.unam.mx/documentos/CLS/Protocolo_en_caso_de_atenci%C3%B3n_urgencia_m%C3%A9dica_DGSA.pdf)

hablando?

PYPJ: Yo ingresé en 1991, y de 1991 hasta el 2000 o 2005 tal vez, estaba este departamento, no me acuerdo con exactitud hasta que año, honestamente fue una ruptura epistemológica en mi vida porque nunca me imaginé que lo fueran a desaparecer, pensé que el día que me jubilara me iba a jubilar en ese departamento.

EHCP: ¿más o menos duró unos 14 años?

PYPJ: Sí, y tuvimos mucha producción, incluso de libros y artículos de investigación que fueron publicados.

EHCP: Creo que es fundamental esto que nos está comentando, que las personas vayan conociendo el papel fundamental de la Pedagogía, de una profesional de esta disciplina en el sector salud, que tradicionalmente se asocia al sector escolarizado. En ese sentido, para ir definiendo, ¿nos pueda hablar de la pedagogía en sí?, ¿qué es la pedagogía?, y qué la distingue de otras disciplinas como la sociología o la psicología.

Fabiola Herrera Gálvez (FHG): O la docencia.

PYPJ: ¡Claro!, aquí entramos a un terreno a veces complicado porque la Pedagogía se ha definido desde donde se mira y ejerce, para mí la pedagogía es una ciencia social y humana que se encarga de analizar los fenómenos educativos de diferentes entornos. Desafortunadamente, las escuelas, las universidades, han encasillado al pedagogo en el ámbito escolarizado, ahí es donde parece que tenemos un campo y digo parece porque si revisamos a detalle, tampoco tenemos un papel en el ámbito escolarizado. Cualquiera de nosotros que vaya a una escuela primaria, secundaria, difícilmente va a encontrar un pedagogo, encontrarán un maestro normalista porque está formado con las herramientas como la didáctica, esta disciplina que se encarga del proceso de enseñanza-aprendizaje, en donde tengo una serie de técnicas, de herramientas, para ir al educando. La Pedagogía no tiene esas herramientas, tiene la didáctica desde el análisis. Entonces, ¿qué hace la pedagogía? analizar el fenómeno

educativo desde lo macro, es decir, desde arriba vemos la escuela, vemos la alfabetización de niños y adultos de diferentes edades, vemos la capacitación laboral, pero desde la parte teórica, en donde analizamos los procesos, y al analizarlos, dependiendo lo que a mí me interese, se puede incidir en la planeación educativa, en el currículum<sup>15</sup>, en los contenidos, en la organización de ese programa educativo, que finalmente es una propuesta de enseñanza-aprendizaje. ¿Qué quiero que aprenda el alumno? ¿Y cómo y con qué? pues es un mundo. Entonces, ahí entra la planeación educativa, el currículum, pero esto es escolarizado y a diferentes niveles: preescolar, básico, medio superior, superior. El campo es muy amplio, desafortunadamente no hay contratación abierta de pedagogos, porque parece que hay una competencia entre normalistas, psicólogos y pedagogos.

Cuando ingresé a la carrera<sup>16</sup>, advertí que la gran mayoría de mis compañeros la escogieron porque no alcanzaron otras carreras lo cual es bastante frustrante, porque el compromiso es muy distinto, la eligieron por “mientras” y el mientras se prolongó los cuatro años de duración de la carrera, entonces, a mí me conflictuaba esa situación porque decía “bueno, no te gusta, salte, pero no “quememos”<sup>17</sup> al pedagogo, porque como no te comprometes y como no lo elegiste, vas a ser un mal pedagogo y nos vas a quemar a los que sí queremos ser pedagogos”. Yo elegí Pedagogía en parte debido a que mi mamá, en aquella época, trabajaba en un lactario<sup>18</sup>, en una estancia infantil de la SEP y yo veía que ella traía muchos libros, cuadernillos del lactario, donde hablaban de desarrollo infantil, lo que comían los niños, los menús, y yo no sé por qué, me empezaron a llamar la atención todos esos manuales que ella llevaba y los revisaba. Es una parte fundamental de la educación, la educación inicial, en donde nosotros introducimos al niño a una estancia infantil, no solo porque la mamá trabaja, sino porque también es un

15 Concepto que describe un plan educativo o formativo para un individuo en el contexto de una escuela, se concreta a través del conjunto de materias o contenidos escolarizados y las prácticas docentes asociadas. Basado en Gimeno Sacristán, J. (2010). ¿Qué significa el currículum? (adelanto). *Sinéctica*, (34), 11-43. Consultado el 21 de mayo de 2026, en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1665-109X2010000100009&lng=es&tlng=es](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-109X2010000100009&lng=es&tlng=es)

16 Forma común de denominar a la licenciatura, disciplina o campo formativo universitario en México.

17 Término empleado de manera coloquial para indicar que se contribuye a la formación de una imagen negativa de algo, persona o profesión. Basado en Real Academia Española (2024). Diccionario de la Lengua Española [Artículo quemar]. Consultado el 21 de mayo de 2026, en: <https://dle.rae.es/quemar>

18 Se hace referencia a un lugar donde se extrae y conserva la leche materna. Tomado de Coordinación de Universidad Abierta y Educación Digital (CUAED), UNAM (s.f.). ¿Qué es un lactario y por qué es importante? Consultado el 21 de mayo de 2026, en: [https://coordinaciongenero.unam.mx/avada\\_portfolio/imagen-que-es-un-lactario-y-por-que-es-importante/](https://coordinaciongenero.unam.mx/avada_portfolio/imagen-que-es-un-lactario-y-por-que-es-importante/)

medio de socialización, es un medio de desarrollar límites, de dar normas, de dar comportamientos, es un área maravillosa y es una gran oportunidad para que los niños puedan tener una formación muy diferente a la que tienen en una casa. Cuando nosotros decimos “que lo cuide la abuela”, la abuela lo quiere mucho por supuesto, pero no es una educadora, entonces el niño dice “quiero chetos”, “sí mi vida, al fin que no está tu mamá”, “quiero ir al parque” “sí, vamos”, de tal manera, todo lo que el niño quiera se le va a dar, y la vida no es así.

El niño necesita una escuela que lo contenga, donde sepa que hay horarios de comida, que debe de haber una variedad de alimentos, que hay otros compañeros con los que va a pelear por un juguete, y que debe buscar la forma de lidiar con este tipo de situaciones sociales. De esta manera, las mamás podemos entender que implica tener un hijo y cuidarlo, que no es nuestro laboratorio para aprender por ensayo y error.

Retomando, de la lectura de esos libros pensé “yo quiero estudiar pedagogía”. Claro, todo el mundo me decía “te vas a morir de hambre”, y me respondía “bueno, ¿quién no se muere de hambre en una carrera?”. Estudiando pedagogía, leí un texto que decía que las carreras habían surgido como una contribución social y quien quisiera hacerse rico, pusiera un puesto de tacos, una carrera no nos iba a hacer millonarios, si nos hace, qué bueno.

La intención, es devolverle a la sociedad un bien para la construcción social. Entonces, elijo la pedagogía por esas dos influencias, los manuales que mi mamá tenía y la influencia de algunos profesores que tuve a lo largo de mi vida académica, en ese sentido, también el área de la salud estuvo presente en diferentes momentos, cuando empezaba a trabajar en los consultorios médicos para mantener la carrera, cuando era niña, quise estudiar medicina, me llamaba la atención. Un médico me preguntó, “¿qué quieres estudiar cuando seas grande?”, respondí “medicina”, me dijo, “no, ya hay muchos médicos”, y me quedé con esa idea. Sin embargo, no me libre del todo, estoy en el área de la salud.

Mi papel no era clínico, era otro y lo agradecí porque creo que ha sido de las etapas más hermosas de mi vida profesional, ver o darme cuenta que contribuí en la

prevención y salud de diversas pacientes.

Tuve pacientes que en clase de repente me decían “es que ya no siento al bebé” y les decía “a ver, tranquila, recuéstate, estimula” nosotros les enseñábamos a las mamás cómo estimularse el abdomen, “estimúlalo y si de aquí a que avance la clase vemos que no, vamos a Urgencias”. Esta mamá ya había tenido varias pérdidas no era su primera vez, había tenido al menos dos o tres, entonces, estaba con la ansiedad hasta el techo. Cuando terminó la clase y no percibe el movimiento, pensé “bueno, a lo mejor está muy ansiosa, no lo percibe, que también suele pasar”. Le comenté a ella y al esposo “vamos a Urgencias”, que es una ventaja de estar aquí, en un hospital dando clase. En Urgencias la revisaron, y sí, el bebé había fallecido. Estas cosas son así, brutales, uno quisiera evitarles a las mamás estas experiencias. Después esta mamá me contactó para saludarme, para agradecerme, y decirme que se había separado de su esposo.

A lo largo de esos catorce años entendí el impacto que tiene en estas mamás estas pérdidas, que no solo son físicas, ¿cómo se construye una pareja? a veces se construye en función de los hijos, si no hay hijos se destruye, mientras otras parejas, aún con las pérdidas se mantenían. Otras parejas, tenían dobles vidas, venían con una pareja al curso y tenían otra, “¿cómo?”, estas situaciones las vivimos todas en los cursos, y nos permitieron darnos cuenta de la variabilidad de las parejas y situaciones.

Tuvimos casos de mamás que desafortunadamente, su contexto social o su nivel educativo se traducían en falta de compromiso con el embarazo, también casos de mamás con crisis convulsivas cuyos esposos abusaban sexualmente de ellas durante la crisis. Era difícil explicarse estas situaciones, ¡claro!, desde mi contexto, desde mi privilegio, porque yo tengo otro escenario que otras mamás tal vez no tengan, soy privilegiada y desde mi privilegio decía, no puede ser posible que estas cosas pasen.

Pero bueno, justo ahí, creo que es la parte educativa para nosotras como educadoras, ampliar el horizonte y ver que las experiencias son muchas y que nosotros tenemos que seguirnos preparando para enfrentarlas,

porque yo no puedo ser terapeuta de esas mamás, hay una línea. Cuando me enfrente con esto solicito la intervención del área de Psicología<sup>19</sup>, donde puedo comentar “¿saben qué?, aquí hay un problema de abuso y esta mamá no tiene herramientas para detener este abuso”, de tal manera este tipo de casos los derivábamos o remitimos a los grupos de psicología o al área médica cuando había algún problema relacionado.

Afortunadamente nosotras como educadoras nos ganamos un lugar de respeto, al principio los mismos médicos nos denostaban delante de la paciente “ellas no saben, ellas no son médicos”, y pensaba “jamás dijimos que éramos médicos”, siempre nos presentábamos con las mamás “yo soy Pati, voy a ser su educadora”, y como usábamos bata, ellas nos dicen, “sí, doctora”, y a mí no me importaba que me dijeran doctora, mientras

lo que les dijéramos fuera de utilidad, el jefe del Departamento era muy cuidadoso sobre la información que transmitíamos, porque también es un área que se presta para mezclar mis mitos, mis creencias, mis valores con la paciente, por ello el doctor estaba al tanto de nosotros, tanto que a veces hasta los residentes nos decían que el doctor era nuestro guarura, no permitía que nos distrajeran de nuestro trabajo que duraba ocho horas, desde que llegábamos hasta que nos íbamos, revisando protocolos, leyendo artículos, no había un minuto desperdiciado, él tenía ya muy construida el área, a tal punto que teníamos un instrumento donde cada mes reportábamos lo que hacíamos “¿Cuánto tiempo comíamos? ¿Cuánto tiempo el protocolo? ¿Cuánto tiempo el artículo? ¿Cuánto tiempo revisiones? ¿Cuánto tiempo las clases? ¿Cuánto tiempo la preparación de las



19 La entrevistada hace referencia a un área o departamento del INPer.

clases?”. Todo lo teníamos organizado, incluso las clases que dábamos estaban planeadas para que no hubiera contratiempos, el doctor procuraba que contáramos con los materiales para nuestra labor.

Todos estos materiales se registraban y el residente nos acompañaba al aula, entraba a la clase, nos escuchaba y después decidíamos el tema que iba a impartir con nosotros. Los médicos tienen un lenguaje muy técnico y las mamás no entendían algunas de sus palabras, y los deteníamos “a ver, un momento, doctor, explícales, por favor, a qué te refieres con...”. Mi trabajo como educador era señalar y estar atenta a que las mamás no se me fueran a salir del cuadro, del contenido o que no les empezáramos a hablar de cosas no relacionadas o que no eran de esa clase. Aun así, nos sentábamos con los residentes, les indicábamos qué tema requeríamos, con que tener cuidado, pero ya en la práctica había que hacer esos movimientos.

Fueron esos años con esta formación, los que me permitieron aprender el ejercicio de una pedagogía en el área hospitalaria, que es mal entendida, si ustedes teclean en Google “pedagogía hospitalaria” los resultados estarán asociados a dar clases de primaria, secundaria a los niños hospitalizados, lo que es incorrecto. El pedagogo no es un docente, quien quiere ser docente tiene que estudiar para ser docente.

EHCP: ¿Y usted cómo definiría la pedagogía hospitalaria?

PYPJ: La definiría como la actividad donde puede intervenir la educación en los diferentes entornos hospitalarios, por ejemplo, cuando deshacen el departamento, en ese momento sí entré en pánico porque me había despegado de la pedagogía de origen y me había ido a la pedagogía hospitalaria, sí trabajaba en aspectos pedagógicos pero enfocados a educación de pacientes embarazadas, entonces si ya no voy a estar aquí “¿qué voy a hacer?”. Me mandaron al Departamento de Programas Académicos y Educación Continua, donde años después tuve la oportunidad de ser jefa, para que solicitara a los médicos los temas que iban a dar los miércoles de sesión general en el instituto. Al estar ahí, me di cuenta qué había cosas que se podían

cambiar, como la cantidad de diapositivas que usaba en las exposiciones, su congruencia con el contenido y los usuarios, sin embargo, hubo resistencias, “¿qué te pasa si los médicos sí sabemos lo que hacemos?”

El doctor me dijo “ah sí, otro día”, después me cambian a otro departamento que se llama Especialidades Médicas, y ahí el médico responsable tenía más visión de educación, por lo menos como intención porque acababa de terminar la Maestría en Educación, estaba sensibilizado y me empezó a pedir instrumentos de evaluación docente, por lo que me tenía que actualizar, le propuse hacer una maestría en educación y me dijo, sí.

Hice mi maestría en educación y paralelo con él estuve trabajando instrumentos de evaluación docente, hice muchos instrumentos y toda la maestría la enfoqué a esa área. Desarrollé una propuesta curricular para el programa operativo de los residentes, propuse un mapeo curricular, cómo organizar las asignaturas horizontal y verticalmente, un instrumento de clima laboral para los residentes. De igual manera, generé un instrumento de competencias para que se evaluara cada servicio. Estas propuestas no se implementaron, mencionaron “qué interesante, qué bonito, lo guardamos”, al final entendí y entiendo que las áreas hospitalarias son un sistema que ya está muy hecho y que es muy difícil romperlo o modificarlo, y más para una pedagoga: “bueno, no me voy a frustrar, he hecho mi trabajo, lo he hecho bien, he entregado lo que me piden, no lo hacen, pues yo lo hice”.

Con el tiempo, me cambié al área de Plataforma Educativa que es diseño instruccional, el diseño instruccional para toda la parte de cursos en línea, lo que fue otro reto. Me metí al doctorado, y empecé a trabajar en plataforma educativa los cursos en línea, al hacerlo detecté que había problemas con las evaluaciones, con los exámenes, era fácil pasar respuestas y lograr aprobaciones, entonces le propuse a mi jefe sustituir instrumentos tradicionales con diapositivas y presentaciones atractivas en PowerPoint<sup>20</sup>, con preguntas sobre casos clínicos, casos simulados, que hicieran pensar a la gente en las consecuencias, en lo grave de sus acciones y no solo en

dar respuestas a un instrumento. Mi jefe respondió “ah si, haz lo que quieras” y empecé a trabajar en el diseño instruccional de un curso de comunicación de muerte fetal, que con la experiencia que ya tenía en el tema lo pude enfocar y generar la presentación, claro, con la asistencia de un grupo de expertos, de psicólogos, y de médicos obstetras, establecí los contenidos y su orden y secuencia. De esa manera, hice aproximadamente como cinco cursos, el de Acciones Esenciales de Seguridad del Paciente, el de Muerte Fetal, un Seminario de Educación parecido a uno que daba la UNAM de manera presencial, otro sobre código AMBAR para robo de infantes en el área hospitalaria y el de Registro Cardiotocográfico en Enfermería.

Por ese tiempo me invitan a trabajar en la Gaceta que publica el instituto y entonces ya también coordinaba una parte de la Gaceta. Buscaba en los diferentes servicios quienes querían escribir en la Gaceta, sobre lo que hacía el instituto para publicarlo, y esta labor paralelamente me llevo a otros grupos que sí les interesaba mi trabajo.

En la Torre de Investigación había un grupo de VIH y embarazo que me invitó a trabajar, la verdad estaba temblando porque dije, ¡ay, ya son las grandes ligas! pero acepté como reto porque tenía la oportunidad de crecer, tenía que ver otras cosas, como trabajan otras personas, y de esta colaboración publiqué dos artículos científicos sobre el diseño de un cartel para que las pacientes pudieran detectarse el VIH<sup>21</sup> a través de una prueba que en ese momento se llamaba OraQuick<sup>22</sup>, que es una paleta plástica que mojan en la mucosa de la paciente, se coloca en un medio de contraste y la probabilidad es muy alta de detección efectiva de VIH, que se confirma con una prueba ELISA<sup>23</sup>. Era un tema muy interesante porque no solo era pegar un cartel, para que la paciente decida hacerse la prueba, sino todas las implicaciones de hacerse una prueba. Cuando nosotros le pedíamos a la paciente o le preguntábamos si se quería hacer la prueba, ella decía “no, porque yo nada más tengo una pareja, mi esposo”, la realización de

la prueba no solo era un tema de salud, sino de lealtad, de fidelidad en las relaciones.

Cuando hicimos el cartel, lo evaluamos con instrumentos, nos íbamos a la consulta a preguntarle a las pacientes sobre el tamaño de la letra, el color, la fotografía. Todas las recomendaciones que nos hicieron las mamás nos permitieron hacer modificaciones para obtener la versión que se expuso durante un año como parte de un trabajo de investigación, pero también como parte de nuestra obligación a informar a las pacientes sobre la prueba y con ello contribuir a que los bebés no se infecten de VIH en el embarazo, pues al detectarlo recibirían tratamiento oportuno.

EHCP: Doctora, retomando el punto en el que usted decide ser pedagoga, cuando lee los libros y folletos que su mamá lleva a su casa, y dejando al margen a la Medicina, ¿tuvo gusto por alguna otra disciplina?, ¿a qué edad usted definió este gusto por la pedagogía?

PYPJ: No, salvo en Medicina, pero me desalenté con lo que me dijo el médico sobre la saturación, tendría como diez años, y respecto a la Pedagogía, cuando revise los libros que llevaba mi mamá, he de haber ido en la preparatoria.

EHCP: Podemos decir que desde la preparatoria empezó a convencerse sobre la Pedagogía. En este sentido doctora, con base a su experiencia en el campo, donde no solo ha ejercido la pedagogía tradicional, sino ha experimentado en el área de la salud, en los hospitales como educadora, como desarrolladora de medios de instrucción, de formación médica, y desde luego como evaluadora e investigadora. Con toda esta trayectoria, además de lo que ya nos ha expuesto, ¿en qué otros ámbitos se podría desarrollar la pedagogía y profesional de esta disciplina?

FHG: También nos queda claro que un pedagogo no es un maestro.

PYPJ: Yo iba a optar por la capacitación laboral, porque una de mis compañeras de la universidad empezó a estudiar en una institución gubernamental de un perfil ecológico, que no recuerdo exactamente cómo

21 Iniciales del Virus de Inmunodeficiencia Humana. Tomado de MedlinePlus, 28 de abril de 2026: <https://medlineplus.gov/spanish/hiv.html>

22 Prueba de detección doméstica del VIH, desarrollado por Orasure. Tomado de Wikipedia, 28 de abril de 2026: <https://es.wikipedia.org/wiki/OraQuick>

23 Acrónimo en inglés para *Enzyme-Linked Immunosorbent Assay* (ELISA), lo que se traduce como ensayo por inmunoadsorción ligado a enzimas. Es una prueba usada para detectar anticuerpos en la sangre que pueden estar asociados a la presencia de antígenos derivados de bacterias, virus entre otras entidades. Tomado de MedlinePlus, 28 de abril de 2026: Examen de sangre ELISA: MedlinePlus enciclopedia médica. Y de Wikipedia, 28 de abril de 2026: ELISA - Wikipedia, la enciclopedia libre

se llamaba y me invitó a algunas capacitaciones que ella daba, porque ella sí se convirtió en capacitadora, pero empecé a ver que la capacitación estaba centrada mayormente en las necesidades de la empresa que en las de los trabajadores, pero ese es otro campo.

En Acatlán llevábamos la materia de “Laboratorio de Grupos”, cuyos contenidos se aplican a la capacitación en las empresas. Por otra parte, está la “Psicopedagogía”, que es donde a veces parece que se pisa el psicólogo con el pedagogo, pero ambas se complementan. La psicología entra en la parte de la cognición, de las emociones y el pedagogo va a la parte educativa, nosotros en esta materia de formación y práctica, visitamos muchas instituciones como la John Langdon Down, cuando nosotros fuimos ahí, me di cuenta de que yo no quería trabajar en educación especial, porque no era paciente con los niños con necesidades especiales.

**EHCP:** Doctora con toda la experiencia que usted tiene, me gustaría preguntarle, si pudiera diseñar curricularmente una licenciatura en Pedagogía, ¿hacia dónde la llevaría?, ¿qué enfoque tendría?

**PYPJ:** Creo que definitivamente haría un cambio sustancial al programa de estudios, si bien hay materias que son la base, son esenciales, en el último año donde nosotros empezamos a visualizar las prácticas profesionales, abriría el abanico a muchas más, obviamente yo estudié en un momento histórico muy distinto ahora y seguramente si yo regreso a ese plan de estudios, la diferencia la hacen los docentes porque a veces mover un plan de estudios a nivel curricular es muy complejo.

Mi tesis fue el campo profesional del pedagogo en el área de la educación para la salud, ni siquiera hospitalaria, en el área de la educación para la salud, porque la educación para la salud es muy amplia, el hospital es una parte de la educación para la salud, los carteles que mencionamos son educación para la salud. Hay una corriente en el área de comunicación que trata de indagar cómo nuestra audiencia, pacientes, entienden los mensajes en salud y esa parte es muy importante,

porque no basta que yo ponga un anuncio en el metro<sup>24</sup> o los metrobuses<sup>25</sup>, o un espectacular, debo tener claro hacia a donde voy dirigido, qué quiero con ese mensaje desde el punto de vista educativo y cuando hablamos de educativo, es bien complejo, porque cuando uno dice “está educado”, educado es que yo ya tengo introyectado muchas cosas, formas de pensar, valores, y después cómo mover todo eso ¿cómo reeducarnos?. Por ejemplo, las mujeres embarazadas que acuden al instituto, que ya tuvieron un hijo, o este es el primero, ¿cómo reeducarlas en su concepción de tener un hijo?

Las generaciones tienen diferentes esquemas, ahora mis hijas dicen, “yo voy a tener un perrito”, pero para nosotras sí había una demanda, casarse, tener hijos, y en mi caso una carrera. Cuando terminé la carrera, tuve a mis hijas y me casé y dije, “¡ya cumplí!”, después me divorcié, entonces en mi generación teníamos un esquema de “naces, te reproduces y mueres”, ahora no, ahora puedo nacer y no me reproduzco. Hay cosas que yo ni me imaginé en mi época, muchas cosas que hay que modificar, pero modificar en términos no solo del contenido, sino de la visión del pedagogo.

Hay profesiones que están muy sólidas, porque tienen un gremio político, el área médica, los abogados, los arquitectos, ¿por qué son las profesiones más fuertes?, porque tienen un gremio político. Puedo ver un rector de la Universidad<sup>26</sup> del gremio de arquitectos, puedo ver un rector médico, pero no voy a ver un rector psicólogo, ni un rector pedagogo, ¿por qué?, por qué no estamos posicionados como disciplina. Lo que más le hace falta a las disciplinas sociales y humanas es posicionarse, es sacar su fuerza y generar un gremio, un gremio fuerte, porque tan inteligente es el psicólogo y el pedagogo como el médico.

Tengo 34 años en el instituto, y en cada área y con cada jefe que he estado, he tenido que romper o intentar romper esquemas, porque creen que uno llega a robarles su espacio, o bien, a competirles. Entregaba un instrumento y no les agradaba, querían ser ellos a los que se les hubiera ocurrido, muchas veces plagiaron

<sup>24</sup> Se hace referencia al Sistema de Transporte Colectivo “Metro” de la Ciudad de México, el cual es una red pública de trenes eléctricos en su mayoría subterráneos.

Tomado del sitio web *Sistema de Transporte Colectivo*. Consultado 21 de mayo de 2026, en: <https://www.metro.cdmx.gob.mx/organismo/acerca-de>

<sup>25</sup> Sistema de autobuses articulados, que forman parte del transporte público de la Ciudad de México. Tomado del sitio web *Metrobús*. Consultado 21 de mayo de 2026, en: <https://metrobús.cdmx.gob.mx/dependencia/acerca-de>

<sup>26</sup> Se hace referencia a la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

mi trabajo, muchas veces dijeron, “ah, sí, déjamelos” y deshicieron el instrumento, lo hicieron a su modo y ni siquiera dieron el crédito correspondiente, aun así, nunca me desanimé y eso me lo agradezco.

Hace un año, sale una convocatoria en salud donde dan un reconocimiento en docencia y dije “¿qué pierdo?”, dice uno de mis hermanos “el no ya lo tienes, ve por el sí”. Al ingresar mis documentos, me di cuenta, de todo lo que había hecho al paso del tiempo, hasta yo me sorprendí. Digitalice toda la evidencia que me solicitaban, y solicite al Director un oficio de apoyo a mi candidatura. Me lo dio, me dijo “sí, claro”, metí todo y gané ese premio nacional de docencia, yo no lo podía creer, “fui la única que se lo ganó” porque había muchas más categorías y hubo varias personas ganadoras en una misma categoría, en mi categoría fui la única y cuando me pidieron que les mandara unas palabras sobre porque había contendido, lo que les puse, lo que más orgullo me daba es que yo era pedagoga, y que una pedagoga se hubiera ganado ese premio, para mí fue un regalo doble. Me di cuenta de mi trayectoria y no perdí el tiempo porque no quería perderlo.

Tuve una temporada en donde a nadie le importaba mi trabajo, podía llegar a dormirme, a ver películas o lo que yo hubiera querido y no pasa nada, pero me planteé, “aquí hay que elegir” con qué alimenta uno la mente, si a ellos no les importa a mí sí, porque no vengo a perder el tiempo. Me metí a cursos de la OPS<sup>27</sup>, me ponía a bajar libros digitales y leía uno, y leía el otro, y qué interesante, gracias a todo eso tuve constancia de cursos actualizados para ese premio y tuve más información, conocí otros temas de los cuales no se habla, por ejemplo, los disruptores endocrinos<sup>28</sup>. Todo lo que nos comemos o tocamos a través de la tecnología y que altera las hormonas, estamos llenos de hormonas sintéticas, el pollo está inyectado, el vaso de plástico con el que tomamos agua, los garrafones que se están calentando afuera de las tiendas, todo eso libera bisfenoles<sup>29</sup> y nos alteran la parte hormonal, “qué grave” porque nos están enfermando, para vendernos

medicamento, “qué truculencia”, no estamos libres de nada y tampoco nos vamos a meter en una burbuja, pero podemos hacer cambios de hábitos, fuera plásticos, todo de vidrio, “esto es educación en salud”, ¿qué les puedo dejar a mis hijas como aprendizaje? a cuidarse. No una casa, no un carro, se lo podrán comprar o no, pero, cómo se cuiden, qué deben de hacer, qué no comer, qué sí comer o sea esas cosas es educación en salud y no está, en los planes de estudio.

La educación en salud está en educación permanente, educación de adultos, pero no dice “educación en salud”, aunque el pedagogo tiene un campo inmenso si llego a pedir trabajo como pedagoga en el área, difícilmente me contrataran, porque hay desconocimiento, entonces ¿quién es el ignorante?, la institución, no yo, sin embargo, tengo que saberme vender, y eso fue al final lo que me hizo explorar diferentes ámbitos. ¿Cómo me voy a posicionar?, ¿cómo les voy a decir si sirve la Pedagogía?, pues intentándolo por todos lados. Y lo logré, aunque todavía no del todo, les puedo asegurar que son pocas las y los pedagogos en instituciones hospitalarias.

Recuerdo que cuando entré al instituto, mi jefe, el doctor Ortigosa me dijo “te voy a comentar algo, tienes unos zapatos muy grandes, antes de ti contrataron a otra pedagoga y no la hizo. Entonces cuando yo les volví a decir que iba a contratar a otra pedagoga”, le dijeron “¿qué no aprendiste!” y él comentó, “no, dame oportunidad y si no, no vuelvo a meter a ningún pedagogo”, me dijo “así que ahí te encargo”, y aproveche para limpiar nuestro nombre.

FHG: Doctora, tengo una pregunta sobre algo, qué como mujer y psicóloga, me gustaría conocer. Usted nos ha dicho que por cuestiones de tiempo, distancias, rompe con su novio médico, sin embargo, ¿a quién le da el sí?, que luego ya no está con usted.

PYPJ: El INPer me ha dado muchas cosas. Cuando llego al instituto era la nueva, mis compañeras me presentaban con media humanidad, al paso del tiempo yo me he ido volviendo más sociable pero la realidad

27 Iniciales de la Organización Panamericana de la Salud.

28 Sustancias químicas, de origen natural o sintético, capaces de alterar el equilibrio del sistema endócrino. Tomado de: Morán R, L (2026). Tú salud hormonal ante los disruptores endocrinos. *Ciencia UNAM*. UNAM Global Revista, consultado 5 de mayo de 2026, en: [https://unamglobal.unam.mx/global\\_revista/disruptores-endocrinos-qui-micos-afectan-hormonas/](https://unamglobal.unam.mx/global_revista/disruptores-endocrinos-qui-micos-afectan-hormonas/)

29 Sustancias empleadas en la fabricación de plásticos, entre las cuales se hallan algunos recubrimientos de envases para alimentos. Tomado del sitio web de la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria, en: <https://www.efsa.europa.eu/es/topics/topic/bisphenol>

es que era tímida, porque venía con miedo de que casi hice una segunda carrera. Al principio mis compañeras, en cada oportunidad, encontraban a alguien a quien presentarme, “mira, ¿ya te presentamos a nuestra nueva compañera?” y yo me sentía como la mascota. Un día, me presentan al que después fue mi marido, él estaba en el departamento de informática, el igual que yo, éramos operativos.

Al paso del tiempo, sucedió algo muy curioso, nos saludábamos, pero me caía muy mal, y un día alguien me comenta que se había accidentado, qué lo atropellaron en Acatlán<sup>30</sup>, donde yo estudiaba e hice mi servicio social, hice mi servicio social justo en la Coordinación de Pedagogía, qué estaba en esa época a un ladito de Periodismo, creo que ya no se llama así, y

en Periodismo estudiaba el hermano de mi compañero del INPer y le pregunte por él, me dijo que lo habían atropellado al bajar del microbús<sup>31</sup> y qué le habían fracturado la pierna. Le pedí su número telefónico, le hablé para saber cómo estaba, fui a visitarlo y de ahí lo demás.

Con el tiempo él tuvo oportunidad de hacerse jefe de departamento de informática y después subdirector, y mis hijas fueron a una estancia del ISSSTE<sup>32</sup>, que está en parte del terreno del instituto.

FHG: ¿y no volvió el programa de educación a las mamás?, que me parece importante.

PYPJ: Volvió un tiempo, yo regresé a esa coordinación, se hizo una coordinación, pero, si ustedes hubieran conocido el Departamento de Educación para la Reproducción, era un área enorme, teníamos aulas con espejos en la pared, con colchonetas, nosotros, innovamos una fisioterapia, el doctor con su visión trajo a un kinesiólogo<sup>33</sup> de Chile y armamos un programa de fisioterapia para pacientes embarazadas con alto riesgo y las mamás hacían ejercicio. Nosotros aprendimos a tomar signos vitales cuando íbamos a empezar la fisioterapia: presión arterial, pulso, temperatura, escuchábamos al bebé y ya que sabíamos que todo estaba bien entrábamos al programa. Terminaba la fisioterapia y otra vez medíamos todo porque estábamos haciendo el protocolo de fisioterapia perinatal.

Es la única experiencia que hay medible de fisioterapia en el embarazo y hay una rutina de ejercicios, y hay un libro,



30 La entrevistada hace referencia a la periferia o cercanías de la Facultad de Estudios Superiores Acatlán, de la UNAM.

31 Término que hace referencia a un medio de transporte colectivo en la Ciudad de México y área conurbada.

32 Iniciales del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado. Tomado de Servicios en Línea del ISSSTE | Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado | Gobierno | gob.mx

33 Hace referencia al practicante de la Kinesiología, disciplina que estudia el movimiento y posición de cuerpo humano. Tomado de: Escobar-Cabello, Máximo, del Sol, Mariano, y Muñoz-Cofré, Rodrigo. (2022). El Término Kinesiología, sus Implicancias en la Forma Profesional y en el Fondo Disciplinar. Primera Parte: Un Recorrido hacia su Origen. *International Journal of Morphology*, 40(5), 1376-1385. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-95022022000501376>

de hecho, yo estaba embarazada en esa época y me tomaron fotos embarazada e hice algunos ejercicios para ese libro. Este libro de *Fisioterapia Perinatal*<sup>34</sup> fue una primicia, porque todo mundo compraba libros sobre ejercicio en el embarazo de autoras estadounidenses, pero para población mexicana de alto riesgo solo hay esa publicación.

Tuvimos un libro de *Cuidados del Bebé en el Primer Año de Vida* que se vendía como pan caliente. Nosotros todo lo que escribíamos se le cedía al instituto porque era trabajo institucional, también se escribió un *Manual para Educadores en Salud Perinatal*<sup>35</sup>, donde quien quisiera hacer la actividad que hacíamos tenía que saber, cómo estaba diseñada.

Hubo producción en esa época, a la fecha todavía hablo con el doctor Ortigosa, es mi médico y de mis hijas. Platicamos y siempre le digo “doctor, de verdad, mi escuela fue usted”, porque esa escuela es la que me impulsó, él me dio la confianza y aunado a mi personalidad de defender a la pedagogía hasta el último momento creo que ha sido como parte de mi compromiso.

EHCP: Doctora, para continuar con ese impulso a la Pedagogía, ¿qué les diría a los futuros lectores de esta entrevista?, no solo para estudiar Pedagogía sino para elegir cualquier campo científico, o simplemente continuar estudiando, ¿cómo los animaría? ¿qué les dirían sobre la pedagogía, sobre la ciencia en general?

PYPJ: Lo más importante es identificar la pasión y el talento, hay un autor que se llama Antonio Marina, y él dice “todos tenemos un talento, pero a veces no lo hemos identificado”, entonces, primero es identificar ese talento que tenemos para poderlo perfeccionar y después que nos apasione lo que nos gusta, porque si no hay pasión, no hay compromiso. Me acuerdo mucho de mis hijas chiquitas que siempre me veían diciendo “quiero hacer la maestría y el doctorado”, ¿Por qué?, porque yo sabía que era necesario para seguir avanzando en posicionarme en mi campo profesional.

FHG: ¡usted sí es doctora!

PYPJ: ¡Exacto! Los grados sirven para un objetivo, ¡claro!, el conocimiento es importante, pero ahora el conocimiento se adquiere de muchas formas, sin el título, hay gente que sabe muchísimo y no tiene un título. Mis hijas me decían “cuando sea grande mamá, voy a ser doctora” y yo decía, “mi vida sé lo que se te dé la gana”, si tú a mí me dices, “yo no quiero estudiar una carrera” está bien, pero lo que vayas a hacer lo haces bien. Afortunadamente sí, las dos estudiaron una licenciatura, una es diseñadora industrial y la otra es diseñadora y comunicadora visual.

¿Qué pasa con los jóvenes ahora?, pues que los papás andamos muy preocupados por darles un celular, por satisfactores, pero no por hablar, no por saber que les gusta, no por llevarlos a que exploren otros lados, están abandonados y a merced de un teléfono. Claro yo uso ChatGPT<sup>36</sup>, pero los adultos somos responsables de los que hacen los jóvenes cuando lo usan, ¿cómo le pido al ChatGPT que haga lo que no hacemos los adultos?, ¿en qué momento dejamos de ver los indicadores, de escuchar las alarmas? y no es que culpé a los papás, pero finalmente queremos un hijo, ¿para qué?

Como tribus, como hace miles de años, las tribus tenemos que estar cuidando, y en las profesiones aparte del talento y el compromiso, las profesiones también se tienen que construir y reconstruir. La pedagogía de cuando yo estudié a la de ahora es otra, pero aun siendo otra hay bases, entonces, vuelvo a insistir, los chicos estarán menos perdidos con un mejor apoyo, con otro planeta, con un talento, con un compromiso, y en esta tarea las carreras tienen que darnos soporte.

Si no me dan trabajo también es frustrante, yo me busqué mi trabajo, afortunadamente el doctor Ortigosa me dijo “vente a trabajar” y yo dije “sí”.

34 El libro mencionado es: Ortigosa C., E. (2003). *Fisioterapia Perinatal*. México: Editores de Textos Mexicanos. Desarrollado en el Instituto Nacional de Perinatología (INPer).

35 Instituto Nacional de Perinatología (2001). *Manual para Educadores en Salud Perinatal*. México: Trillas.

36 Es una Inteligencia Artificial Generativa desarrollada por la empresa OpenAI, cuya plataforma de interacción es un chat. Tomado de Wikipedia. 1 de mayo de 2026, en: <https://en.wikipedia.org/wiki/ChatGPT>

No me puedo imaginar si hubiera llegado al tutelar, si me hubiera quedado en la Pedagógica, no sé, no sé, pero las profesiones nos sostienen a algunos, porque si no, ¿afuera de que vamos a vivir?, ¿frustrados?

Tenemos que fortalecer las profesiones, y nosotros como gremios tenemos que empezar a apoyarnos de estas personas que pueden ser exitosas y decir “vamos a generar que nos miren y que nos respeten y que nos den trabajo”, porque, ¿de qué sirve egresar?, si nadie me va a contratar, ¿un pedagogo? ¿para qué?

EHCP: Para finalizar, si tuviera la oportunidad de ser una superheroína, ¿quién sería?, y ¿cuál sería su superpoder?

PYPJ: Creo que sí pudiera, el siguiente salto sería tener un puesto en la política, porque es la única manera de llegar a cambiar algo, a lo mejor en el Senado a lo mejor en una diputación o sea uno tiene que buscar un lugar donde se detone, porque ese superpoder sería tener esa posibilidad de proponer, de producir cambios sustanciales.

EHCP y FHG: Gracias doctora por su tiempo, por permitirnos escucharla.

## AUTORES

Ennio Héctor Carro Pérez  
 Universidad Autónoma de Tamaulipas  
 Facultad de Derecho y Ciencias Sociales  
 Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico  
 Aplicado al Comportamiento (CIDETAC)  
 ennio\_carro@yahoo.com  
 ORCID: 0000-0002-5069-152X

Fabiola Herrera Gálvez  
 Universidad Autónoma de Tamaulipas  
 Facultad de Derecho y Ciencias Sociales  
 Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico  
 Aplicado al Comportamiento (CIDETAC)  
 herreralgalvezfabiola@gmail.com  
 ORCID: 0009-0001-3055-6144



# Biología de la Reproducción, un acercamiento con cariño: charla con la Bióloga Norma Cariño Mancilla

Autores: Ennio Héctor Carro Pérez, Fabiola Herrera Gálvez

## Resumen:

La entrevista exploró varias áreas en la vida de la Bióloga Norma Cariño Mancilla, iniciando con su formación académica y profesional, donde ella describe como logra llegar al puesto en el que se desempeña en el INPer, así mismo, se charló sobre reproducción humana y su problemática, la importancia de la edad en la decisión de ser madre y el proceso de reproducción asistida en mujeres. Sobre su papel como bióloga experta en embriología, nos comentó la satisfacción que le ha proporcionado contribuir en la solución de los problemas relacionados a la reproducción humana.

**Palabras clave:** biología, biología de la reproducción, reproducción humana, embriología, INPer.

**Entrevista realizada:** 30 de octubre de 2025, en las instalaciones del *Instituto Nacional de Perinatología "Isidro Espinosa de los Reyes" (INPer)*, alcaldía Miguel Hidalgo, Ciudad de México.





*La Bióloga Norma Cariño Mancilla, es Licenciada en Biología por la Facultad de Ciencias, de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Su trabajo profesional lo ha desempeñado fundamentalmente en el área de la Biología de la Reproducción, en reproducción asistida dentro del Laboratorio de Embriología del departamento de Ginecología del Instituto Nacional de Perinatología “Isidro Espinosa de los Reyes” (INPer).*

Ennio Héctor Carro Pérez (EHCP): Buen día, para iniciar nos gustaría conocer ¿cuáles son sus estudios y su puesto actual en el Instituto<sup>1</sup>?

Norma Cariño Mancilla (NCM): De inicio, mi carrera es la licenciatura en Biología, soy egresada de la Facultad de Ciencias de la UNAM<sup>2</sup>, terminé la carrera y tenía que realizar el servicio social, entonces empecé a tocar puertas y tuve la oportunidad de conocer a una bióloga que estaba aquí en el hospital<sup>3</sup>, en el Laboratorio de Endocrinología, ella me contactó con el Jefe en ese entonces, el doctor Espinosa de los Monteros y me dijo de entrada “bueno, yo sé que eres bióloga y todo, pero necesito que sepas sacar sangre” y yo pensé “eso no estaba en mis planes”, pero bueno el elegir la carrera de Biología tampoco, fue como que algo accidental.

Yo quería estudiar medicina, pero por cuestiones familiares y económicas, necesitaba trabajar y estudiar, y Medicina es de tiempo completo, ¿Química?, pues también es tiempo completo, ¿QFB<sup>4</sup>?, pues es igual, ¿Veterinaria?, como que eso de andar con las vacas no me era muy agradable. Entonces vi que la carrera de Biología abarcaba también varias áreas e incluso, de cierta forma, me podía inclinar por el área médica, eso me atrajo, así que estudié y terminé la carrera, pero trabajaba y

estudiaba.

Cuando terminó la carrera, dije, “bueno, pues ahora, ¿para dónde voy?”, y como muchos nos han dicho “eres biólogo, vas a dar clases” pues sí, empecé dando clases. Concluí la carrera y me faltaba un idioma, porque en la Facultad de Ciencias nos piden dos idiomas para titularnos, me faltaba un idioma y una materia, pero dije “bueno, me voy a quedar un semestre más, pues aprovecho y hago el servicio”, pero no lo quería hacer en la Facultad, porque ahí llevamos unas materias que en ese entonces eran *biologías de campo*, sin embargo, hacer las *biologías de campo* o algún instituto, me parecía inalcanzable, representaba ser la ayudante del ayudante del investigador y, pues no había mucha aspiración a otra cosa. Entonces, dije, “yo lo quiero hacer afuera”, afortunadamente tuve el contacto una bióloga de aquí, del instituto. Me vine para acá, pero cuando me dijeron “saca sangre” dije, “bueno, pues no sé, pero aprendo, ustedes díganme y yo aprendo”, y el doctor me dio la oportunidad, me dijo “si le entras, pues adelante”, y bueno, ya que estaba hacia mi servicio le comenté “doctor, aprovechando ¿puedo hacer tesis aquí?”, y el doctor me dice, “bueno, pues sí, los residentes tienen que hacer también una tesis”. En el instituto se hace la

1 Instituto Nacional de Perinatología “Isidro Espinosa de los Reyes” (INPer). Institución de investigación y atención en salud de 3er nivel en el sistema nacional de salud de México. Consultado el 28 de junio de 2026, en: <https://www.gob.mx/salud/inper#16292>

2 Universidad Nacional Autónoma de México. Principal institución pública de educación superior de México. Tomado de Wikipedia (21 junio 2026). *Universidad Nacional Autónoma de México*. Consultado el 28 de junio de 2026, en: [https://es.wikipedia.org/wiki/Universidad\\_Nacional\\_Aut%C3%B3noma\\_de\\_M%C3%A9xico](https://es.wikipedia.org/wiki/Universidad_Nacional_Aut%C3%B3noma_de_M%C3%A9xico)

3 Se hace referencia al INPer.

4 Siglas de la Licenciatura en Química Farmacéutico-Biológica. Tomado del sitio web de la Facultad de Química de la UNAM. Consultado el 28 de junio de 2026, en: <https://quimica.unam.mx/ensenanza/licenciaturas/quimica-farmacutico-biologica/>

especialidad de Ginecología<sup>5</sup> y Obstetricia<sup>6</sup> entonces, él me decía “hay residentes que quieren hacer tesis”. Él como endocrinólogo<sup>7</sup> se especializaba en diabetes y andaba muy metido con la diabetes gestacional, y dije “bueno, pues sí, el proyecto está, más o menos yo lo puedo adaptar a mi formación de bióloga y todo” y me dijo, “perfecto, si te llama la atención”, y yo pensaba, “no me llama tanto la atención pero quiero titularme porque yo sé que si no me título, pues menos oportunidades tendré afuera”, y empezó todo el proceso de la enseñanza para sacar sangre.

Había una doctora, endocrinóloga pediatra, que me dijo, “no, tú vas a aprender a sacar sangre, pero a los bebés” y yo “a ver, espéreme no, primero eran los adultos y luego los...”, dice “¡no, no! Tú estás en ceros, lo que yo te enseñé lo vas aprender muy rápido”, dije “pues a ver cómo me va”. Empezamos con adultos, obviamente, pero cuando ya tenía yo unos 15 días, más o menos, la doctora llevo un bebé, y me dijo, “mira, a los bebés se les toma así, no tienes que picar ya talón, porque lastimas”. Practicamos con dos o tres bebés, y después de eso dijo “¡ya!, tú, vas”, “¿sí?”, y pues son muestras que se toman con la mamá y yo, no podía decir “no sé”, tengo que decir “sí sé”, soy muy especializada aunque todo me temblaba, pero bueno, fue mi primera punción con un bebé.

Afortunadamente, de esos bebés que se les ve bien la venita y todo salió muy bien, y dije “ya la hice”. De esto el doctor me comentó “oye, veo que eres rápida para aprender”, y yo “pues, no hay de otra, aprendo o aprendo, de tal suerte que hice buena química con él, empezamos a hacer el proyecto, en ese entonces estaba muy en auge una prueba de tamiz para determinar la glucosa en las pacientes embarazadas, lo que fue mi primer contacto digamos científico o en realidad clínico, no científico puro, sino científico clínico.

Para dar de alta mi tesis en la Facultad necesitaba de un profesor de ésta y yo había hecho buena relación con un profesor, el profesor Miguel Ángel Palomino, que me dijo “pues, yo te ayudo”, él es embriólogo y me decía, “estás en un hospital, ¿dónde?, mira la *biología de la reproducción*” y yo le contestaba “ay, sí Miguel, pero ¿sabes qué?, no es tan fácil llegar ahí”.

Biología de la reproducción, estaba apenas implementándose realmente, el laboratorio estaba

empezando hacer auge aquí en la ciudad, en México, de los fundadores de ese entonces les puedo decir que aquí en el instituto eran el doctor Kably, el doctor Servier, médicos que tenían un gran amor por la *biología de la reproducción*. Se estaba haciendo la especialidad de *biología de la reproducción*.

Externamente, por la privada, el doctor Gutiérrez Najara era de las estrellas de la *biología de la reproducción* que la estaban introduciendo a México, apenas empezaba la gente que estaba trabajando con ellos, gente muy escogida. En ese entonces era muy limitada la entrada a ese grupo, llegar al tercer piso estaba como que muy lejano, pues me encajoné en endócrino y a la vez terminaba mi tesis. Miguel me guío, decía “yo puedo ser tu asesor y una amiga puede ser también de los asesores que nos piden en la UNAM para el examen”. Terminé la tesis con ellos, la ginecóloga que hizo la tesis conmigo también, ella en el aspecto clínico y yo más enfocada a la cuestión científica, fisiológica. La tesis se enfocó en la prueba de 50 gramos de glucosa en pacientes embarazadas de la semana 24 a la 28, se les realizaba la prueba a diferentes horas del día, y se analizaron los resultados, la doctora se tituló y yo me titulé, afortunadamente Miguel me apoyó en todo.

En ese tránsito, de la tesis y la titulación, tuve que trabajar para comer, porque no éramos estudiantes muy pudientes, no sé por qué los que estudiamos este tipo de carreras no estamos en una situación económica muy buena. Trabajé y estudié, como auxiliar y secretaria en una agencia de viajes, pero pensé “no, ya no puedo seguir ahí”, en ese tiempo un compañero, biólogo también, se iba a hacer su servicio y tesis al acuario de Veracruz, él daba clases en una secundaria, y yo ya había empezado a explorar la enseñanza sustituyendo a una compañera embarazada en una preparatoria por un par de meses. Con mi compañero, el que se iba a Veracruz, eran chicos de secundaria pública y ahí sí nos enfrentamos a ciertas situaciones muy diferentes a la enseñanza de las escuelas de paga, hay un abismo muy grande tanto en la forma de enseñar como el aprendizaje, empecé a tener problemitas. En la prepa, no tanto, pero en la de secundaria sí.

Para mí favor, había un compañero de la universidad, que era el jefe de materia del área donde estaba la secundaria y, pues, cuando me vio ahí, dice “¿tú qué haces aquí?”, “pues, tratando de hacer las horas que me

5 Especialidad médica que estudia el sistema reproductor femenino. Tomado de Wikipedia (16 abril 2026). *Ginecología*. Consultado el 28 de junio de 2026, en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Ginecolog%C3%ADa>

6 Especialidad médica encargada del estudio de todo lo relacionado con el embarazo, parto y puerperio. Tomado de Wikipedia (16 abril 2026). *Ginecología*. Consultado el 28 de junio de 2026, en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Ginecolog%C3%ADa>

7 Especialista médico estudioso de las glándulas y tipos de hormonas del ser humano, así como sus efectos en el funcionamiento del cuerpo. Tomado del sitio web del Instituto Nacional del Cáncer. Consultado el 28 de junio de 2026, en: <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/endocrinologo>

dejó mi compañero”, y me dice “ah, bueno, tú enseña como quieras enseñar, pero, sí te digo una cosa, que al final vas a tener ciertos problemas”, y continuó, “yo sé cómo eres y vas a enseñar”. Los chicos que yo tenía eran de primero, segundo y tercero secundaria, en todos se impartía Biología, ahorita creo que ya nada más en tercero, no sé cómo está el programa, pero bueno, antes eran los tres años y yo tenía grupos, tenía dos grupos de laboratorio de Biología y dos grupos de Biología como asignatura, y tenía uno de los grupos de asignatura de tercero, entonces, yo entré exactamente cuando terminé la tesis y en lo que esperaba todo el trámite del examen fue que entré a dar clases, pensé “de aquí a qué entro, al menos un ciclo escolar tengo trabajo”. Terminé el año de enseñanza que es el lectivo y como me había dicho mi compañero, el jefe de materia, tuve problemas, ¿por qué?, porque las materias en las que uno puede tener reprobados eran Física, Matemáticas o Química, en Biología para nada, pero yo mostré evidencias, “a ver maestra, directora, ¿sabe qué?, pues aquí están los exámenes”, preguntaba de qué color es la clorofila que le da el color a las hojas y teníamos que hacer exámenes de “confusión múltiple”<sup>8</sup> y les ponía, amarilla, café, verde y “me están poniendo amarilla, o sea, más no les puedo decir cuando dimos clase, el laboratorio y todo”, y tenía más del 50% de reprobados, entonces la Directora me decía “no puede ser, en tu materia no puedes tener tantos reprobados” y yo “¿por qué no?, tengo pruebas”, “no, y menos a los de tercero, a ver qué haces, y a los de tercero los pasas”, ¿cómo los voy a pasar? ¡no sabían ni cómo se llaman!, primero y segundo de secundaria no eran tanto problema porque dicen “bueno, pero bájale, no puedes tener más de un 10% de reprobados”. Física, Química y Matemáticas, sí, pero Biología ¡no!, dije “pues es una materia igual de importante que todas las demás”. Mi amigo me dijo, “te dije que ibas a tener problemas, no es lo mismo que trabajes en una privada a que trabajes en una pública, pero, bueno, ya aprendiste.” Dije “sí, ya aprendí”

Fabiola Herrera Gálvez (FHG): ¿En la privada no tienen estas cuotas, digamos?, no hay estos límites de reprobados. NCM: No de reprobados, bueno, yo nada más cubrí dos meses y en una prepa mormona, yo tenía vigilante, porque, no soy mormona, pero el vigilante era para que no hablara de cosas que no fueran de mi materia y fue una experiencia buena, porque yo llegaba con el tema y los chicos ya lo habían estudiado entonces, me centraba

en sus dudas o comentarios, “¿qué dudas tiene? ¿qué surgió?”, y era laboratorio, entonces, ¿algún problema?, no, era interactuar diferente. ¿Reprobados?, realmente no teníamos, en los dos meses que yo evalué los chicos me decían “es que yo quiero, a estudiar medicina, pero me gusta todo lo que hacemos en laboratorio”, hacíamos prácticas ya que ellos estudiaban, era otra forma de estudiar.

Quise implementar eso con los chicos de secundaria, “a ver, voy a hacer esta prueba en laboratorio”, por ejemplo, les indicaba que práctica iba a dar la próxima clase, para que estudiaran y resolviéramos dudas, pero desafortunadamente, y siento que, hasta la actualidad, la enseñanza está muy elástica y con eso que ahora no les podemos decir nada, ni regañarlos, ni nada, entonces, los chicos no estudiaban. Les decía, “les voy a hacer un examen rápido”, “ok” y en blanco me daban las hojas, o sea, no había motivación, “es que yo no voy a estudiar esto, yo voy a estudiar Derecho porque mi papá es abogado”, “yo voy a estudiar Administración porque mi papá es contador”, yo sé que era una materia, pero creo que a veces el que nos inclinemos a un área depende de quién te enseña y cómo te enseña. Entonces, la enseñanza en secundaria fue muy decepcionante para mí y luego más decepcionante cuando me dicen “pásalos” y yo, “¿cómo?, no puedo”.

A finales de julio, la maestra del turno de la tarde se jubila, y al terminar el ciclo escolar, me dice la directora “oye, el turno de la tarde va a estar vacante tanto laboratorio como teoría” y agrega, “aquí en la mañana el de laboratorio se va, entonces, si tú me aceptas la propuesta vas a tener todo el laboratorio de la mañana y en la tarde, si quieres, te dejo toda la teoría de los tres turnos” o sea, de los tres grupos, los dos turnos y yo indecisa, y me dice, “bueno, para que te convenzas, son el máximo de horas que puede tener un docente con nosotros”, “tú dime si aceptas o no, piénsalo”. Yo aquí, al instituto, venía dos veces a la semana a terminar y a afinar las cuestiones del servicio social y la tesis, y ese día el doctor me habló y me dijo “necesito hablar contigo”, yo había hecho mucha empatía con el doctor, “siéntate, vamos a platicar” y yo, “sí, doctor”, continuó “mira, tengo la oportunidad de tener una plaza para ti, pero necesito saber si la quieres, y te voy a ser sincero, es una plaza de Químico A y quiero que me digas sí la aceptas o no, porque he visto que eres una chica que le echa ganas”, le conteste “doctor, pues yo le quería decir que también me están proponiendo

8 Coloquialismo para hacer referencia a pruebas o exámenes con preguntas cerradas con más de dos opciones de respuesta, donde solo una de ellas es correcta. *Nota de los autores.*

9 Coloquialismo, derivado del inglés, que en México se utiliza para indicar “está bien”. *Nota de los autores.*

esto en la secundaria”, dice “pues tú decide, tú dime, si quieres vete a comer, regresa y me dices, pero dame una respuesta, hoy”.

“Allá, en la secundaria, me van a seguir condicionando, no voy a poder hacer realmente lo que yo quiero hacer con los chicos, no voy a poder exigirles, no voy a poder enseñarles, y acá, en el instituto, de cierta forma, voy a tener trabajo y todo, voy a ganar en cuestión económica, voy a ganar más que allá, me voy a matar menos aquí que allá”. Creo que nomás le di la vuelta al instituto y regrese, “doctor, acepto”, “¿segura?”, “sí, acepto”. Sé que a lo mejor, no es realmente lo que yo esperaba hacer como bióloga, porque veía a los profesores de la Facultad en laboratorios, muy *nice*<sup>10</sup> y todo, pero, pues ya tenía un trabajo, y menos frustrante que dando clases en la secundaria, donde le restaban importancia a mi materia. Entonces, así fue que me quedé aquí, entré el primero de julio de 1991 a trabajar aquí y me titulé el 13 de julio del 1992. Me titulé y todo, porque todos los trámites que hay que hacer en la universidad, ahora ya es más rápido, pero en ese entonces eran “tengo que ir a cambiar un papel, ¡ay!, tengo que actualizar otro papel” y así me la pasaba, de Rectoría<sup>11</sup> a Ciencias<sup>12</sup> y luego a la Biblioteca Central, y otra vez actualizar todo, porque ya se había acabado el tiempo y les decía, “oiga, tengo un año tratándome de titular”, y aquí, en el instituto, se necesitaba el título, y me decían, “tienes seis meses, pero si ya tienes tu carta de pasante, ya”. Cuando ya me dieron fecha de examen, “acá tengo el examen” “ah, perfecto, ya nada más vas renovando tus papeles”, y así fue como entré aquí, y le di otra visión, otra perspectiva a la carrera de Biología, diferente de la que había aprendido.

Entre sacar sangre y otras cosas, fue como que todo nuevo, pero me decía el doctor “le echas ganas, o sea, aprendes”, para cuando él me ofreció el trabajo, yo ya había cumplido un año aquí.

Con el tiempo fui adquiriendo experiencia en el sangrado de los niños, la doctora ya ni iba conmigo, solo me mandaba a los bebés, mi habilidad se fue haciendo mayor por la constante práctica, no estudié medicina como tal, pero estaba metida en la medicina.

EHCP: Bióloga, todo lo que está contando es muy interesante, incluso en el aspecto histórico. Por lo que nos ha dicho, cuando usted entra aquí, al INPer, con una plaza de Químico, la Biología Reproductiva parece estar en etapa de conformación, ¿se puede considerar que usted forma parte de los inicios de la Biología Reproductiva en el instituto?

NCM: No, antes ya había gente, aquí en el instituto, que trabajaba en la reproducción asistida. Podemos decir que cuando el instituto inició con la reproducción asistida, antes, unos cuatro o cinco años, ya se tenía la idea de hacer el laboratorio, de abrir la clínica, como tal de reproducción asistida y tenían dos biólogas que se encargaban de eso y de la parte de andrología<sup>13</sup>. Entonces, que yo me acuerde, aquí en el instituto se hacían reuniones anuales de químicos y ahí fue donde empezamos a conocer sobre andrología y embriología. Y los médicos complementaban todo para atender a las pacientes que venían a la clínica de reproducción asistida.

EHCP: Usted, en su formación como bióloga, ¿vislumbraba el campo de la biología reproductiva?

NCM: No, para nada, nos encajonaban más a materias de botánica, zoología, y yo me inclinaba en las materias optativas a biología celular, a histología, es decir, a materias que me inclinaban al área médica, porque yo tenía esa intención la de estudiar medicina.

EHCP: Bióloga, en base a su experiencia, ¿cómo definiría a la biología de la reproducción? ¿Qué es la biología de la reproducción? ¿cuál es su campo?

NCM: Bueno, aquí vamos a separar un poquito lo que un médico biólogo de la reproducción le podría decir de lo que nosotros como biólogos dentro de la clínica podemos considerar sobre la biología de la reproducción. Como biólogos, como laboratorio, nos dividimos en dos, los que se dedican a hacer andrología y los que nos dedicamos a hacer embriología. Cuando llegue a este laboratorio elegí embriología, pensé que en esta área aprendería más, me di cuenta que tenía bases de muchas cosas, pero realmente de algo en forma no, sin embargo, en mi formación de bióloga tuve materias sobre embriología, biología celular, bioquímica y todo eso me permitía

10 Coloquialismo usado en México, derivado del inglés, como adjetivo para representar algo “bonito”, “perfecto”, “en buen estado” o qué está “bien”. Para una mayor precisión sobre su significado se puede acudir al *Cambridge Dictionary* [en línea]. Consultado el 28 de junio de 2026, en: <https://dictionary.cambridge.org/es/diccionario/ingles-espanol/nice>

11 Se hace alusión a la Rectoría de la UNAM.

12 Se hace alusión a la Facultad de Ciencias de la UNAM.

13 Es una rama de la Urología que se encarga de estudiar y tratar las condiciones que afectan la salud sexual, reproductiva y endocrina en los hombres. Tomado del sitio web Clínica de Andrología, Instituto Nacional de Ciencias Médicas y Nutrición Salvador Zubirán, Gobierno de México. Consultado 8 de junio de 2026, en: <https://www.incmnsz.mx/opencms/contento/ClinicasAtencion/Andrologia/QueEsAndrologia.html>



entender lo que hacemos en embriología. El hecho de tener que preparar a los espermatozoides<sup>14</sup> y ponerlos para hacer una fertilización *in vitro*, que implica poner una cantidad de espermatozoides en un medio de cultivo donde están los ovocitos<sup>15</sup> recién capturados y dejarlos ahí 16 horas, y ver al otro día la fecundación que fertilizó, realmente es increíble, y como bióloga llevar todo el proceso y verlo al microscopio es realmente increíble, es algo por lo que vengo feliz a trabajar, pero también es un estrés, sí, es un estrés, porque estamos manejando gametos<sup>16</sup>. Yo al principio decía “ay, no, no te pierdas, no te muevas” y temblaba porque de manejar una pipeta de volúmenes grandes a manejar micropipetas y no se diga el ICSI<sup>17</sup>. El ICSI es finalmente agarrar un espermatozoide e inyectarlo al ovocito, es pescar un espermatozoide, aspirarlo, inyectarlo y ahí sí es cuestión de nosotros que tanto fertilicen y, bueno, ya después entendemos que hay

varios factores que nos ayudan, como la estimulación del médico, que la paciente haya respondido bien, pero nosotros, el trabajo realmente de nosotros es que se lleve a cabo la fertilización. Entonces, como biólogos, todo este proceso a lo mejor lo vemos muy ficticio, pero no, sí se puede y lo hacemos. Yo creo que todos los que nos dedicamos a la biología de la reproducción, es porque realmente amamos lo que estamos haciendo.

**EHCP:** Bióloga, aparte de esa fase de la fertilización, ¿siguen ustedes vigilando?

**NCM:** Así es, nuestro trabajo termina cuando hacemos una transferencia, pero antes se hace la fecundación y lo llevamos al día 3, revisamos, vemos cuántas células son las que se van haciendo y luego al día 5, que ya tenemos un embrión como tal, al que llamamos blasto<sup>18</sup>, un blasto que ya es transferible tanto para la paciente como para ser congelado. Si la paciente no reúne las características adecuadas para hacer una transferencia, entonces lo que nosotros hacemos es una congelación y eso no lo hace el médico, ni la enfermera, sino nosotros como biólogos o químicos.

**EHCP:** Entonces, si pudiéramos ver todas las etapas, ¿cuál sería la primera?

**NCM:** La captura de ovocitos, la preparación de la muestra seminal, que es una capacitación, nosotros ya no vemos qué tiene el paciente hacia atrás, sino cómo está el paciente, capacitamos su muestra de semen y luego nos vamos a hacer una fertilización. Ya sabemos, hacemos el cálculo de cuántos espermatozoides, cuántos millones tenemos que poner en un mililitro, que es el medio donde están los ovocitos. Los ponemos, los metemos a la incubadora y nos esperamos aproximadamente 16 horas o 18 horas y revisamos, a esto le llamamos denudar, agarramos el ovocito como tal y vemos si está o no fertilizado, ahí nos damos cuenta qué tipo de maduración tuvo, si se fertilizaron, era un óvulo maduro, si no fertilizaron probablemente no eran maduros, se sacaron, se aspiraron los ovocitos, pero no llegaron a la maduración adecuada para poder fertilizar, eso es una paciente normal. En una paciente que tiene poca

14 Célula sexual reproductora masculina. Instituto Nacional del Cáncer (s.f.). *Espermatozoide*. Consultado el 28 de junio de 2026, en: <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/espermatozoide>

15 Célula sexual femenina, en fase inmadura, a diferencia del óvulo que es su versión madura. Tomado de Wikipedia (29 octubre 2025). *Oocito*. Consultado el 28 de junio de 2026, en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Oocito>

16 Término que hace referencia a las células sexuales masculinas y femeninas: espermatozoide y ovocito. National Human Genome Research Institute (s.f.). *Gameto*. Consultado el 28 de junio de 2026, en: <https://www.genome.gov/es/genetics-glossary/Gamete>

17 Hace referencia a la Inyección Intracitoplasmática de Espermatozoides. Hernandez L., C. (2003). Inyección intracitoplasmática del espermatozoide (ICSI): una técnica de reproducción asistida con indicaciones. *Revista Colombiana de Obstetricia y Ginecología*, 54(3), 157-163. Consultado el 28 de junio de 2026, en: [http://scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0034-74342003000300003](http://scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-74342003000300003)

18 Es el blastocisto o embrión de 5 o 6 días después de la fecundación. Tomado del sitio web de Clínica Universidad de Navarra (s.f.). *Blastocisto*. Consultado el 28 de junio de 2026, en: <https://www.cun.es/diccionario-medico/terminos/blastocisto>

respuesta ovárica o que el paciente, la pareja, tiene baja cantidad espermática, tenemos otro manejo, tendríamos que inyectar. Se capacita igual el semen o un poco semen que obtenemos, se capacita y ahí es donde tenemos que agarrar un esperma e inyectarlo, y al otro día es el mismo procedimiento, ver si fertilizaron, llevarlos a día 3, que hemos visto que a día 3 ya podemos dar una valoración de cuántas células tenemos, que deberían de ser en promedio de 6 a 8 y si vemos que están bien, que no se han fragmentado y que las células están bien formaditas, en día 5 ya tenemos un blasto.

Un blasto que nosotros clasificamos y vemos si es transferible. Si las características de la paciente son adecuadas lo transferimos y si no, si la paciente se hiperestimuló o el endometrio no está adecuado, entonces se congela y ese es el otro proceso, digamos el proceso final de esa etapa: la congelación de los embriones.

EHCP: Es un trabajo muy interesante y como usted dice, motivante y emocionante.

NCM: Sí, porque es dar esperanza a pacientes que de verdad no pueden embarazarse y eso de verdad que a mí me ha causado mucha emoción. Ayer vino una paciente así, viene y le digo, “señora tenemos sus embriones aquí congelados desde el año pasado, ¿por qué no vino?”, y me dice, “¡ay señorita!, bueno, es que no habíamos tenido mucho tiempo, pero ya tengo un bebé que tiene tres meses”. Ese fue el resultado del trabajo en equipo, tanto del médico como de nosotros y le digo, “¡ay, qué emoción!”, y ella, “sí”, continuo, “sí, porque yo llevaba sus embriones”, yo puse los embriones en la cánula y el médico nada más los empujó, “así que ese bebé tiene algo de mí”. Entonces, para nosotros el éxito de nuestro trabajo es que se embaracen y la cereza del pastel es que digan, “tengo un bebé, vivo, sano”

EHCP: Bióloga, todo este proceso que nos ha narrado, ¿también se practica en otras especies?

NCM: Sí, de hecho, el origen de la reproducción asistida ha sido precisamente en el ganado, en porcinos. Ahora sí que, por una cuestión de producción, para tener mucho pollo, mucha carne.

EHCP: ¿Y en especies en peligro de extinción?

NCM: También podría, se puede aplicar, se puede aplicar porque finalmente lo que llaman clonación, tener muchos individuos de la misma especie, pero aquí yo creo que lo importante sería en la cuestión productiva de ganado y no importa que sean las mismas si tenemos mucha producción.

En especies en vías de extinción, creo que sería tratar de ir preservando la misma genética, tratar de reproducirlos, por ejemplo, de algún mamífero si es un producto, bueno, pues dame dos entonces. Sí hay gente que se dedica a este tipo de trabajo, en mantener este tipo de especies, también en las plantas se da, hace mucho tiempo supe de una compañera que estaba reproduciendo orquídeas en vías de extinción por Morelos<sup>19</sup>, pero es muy diferente la reproducción de plantas que la de otros animales o la humana, no es lo mismo trabajar con ovocitos de animales que trabajar con ovocitos humanos.

EHCP: Bióloga, ¿en la Facultad de Ciencias, ya habrá materias donde preparen a biólogos como usted?, ¿en este tipo de trabajo?

NCM: Sí, afortunadamente aquí hemos tenido la oportunidad de tener biólogos haciendo el servicio social o en prácticas profesionales que sí se necesitan porque la carrera como embriólogo, como tal, no existe. Nos llamamos embriólogos porque trabajamos con los embriones, pero nos vamos capacitando, nos vamos haciendo con la experiencia. Aquí en el instituto hay un diplomado, es un diplomado que se toma en once meses, pero sí, nos vamos actualizando y ahorita hay una chica bióloga, de Ciencias<sup>20</sup> también y ella me ha comentado que sí, que ya hay la materia de “biología de la reproducción”, hay optativas que a lo mejor no sean así como la... la reproducción asistida, pero hay embriología, ya los van adentrando no especialmente para humanos, pero sí en general, en mamíferos entonces.

EHCP: Está muy bien, porque así el ejercicio profesional en el área se diversifica, y se tiene mayores alternativas.

Bióloga, quisiera regresar a cuando usted daba clases en la secundaria, y nos decía que algunos de los chicos están interesados por una materia y por eso son desdeñosos con el corpus de las otras materias, ¿usted cuando estudiaba secundaria, primaria, era así también? ¿desdeñosa o le interesaban todas las ciencias, todas las materias?

NCM: ¿Cómo dicen mis hijos? A mí me gustaba estudiar, me gustaba mucho las matemáticas, la física, porque en la preparatoria sí me preguntaban ¿qué vas a estudiar?, contestaba, “Ingeniera en computación”, yo iba a estudiar eso, después dije “no, como que las matemáticas no” y ahí es donde me quedo con la cosa de que, ¿qué importante es la persona que nos enseña?, que nos enseña lo que sea, el profesor que enseña con pasión, que enseña enamorado de su materia y lo transmite y hace que digan, “ay, sí, eso me gusta, sí, sí, eso me gusta”

19 Región de México, constituido como estado o entidad política soberana y libre de los Estados Unidos Mexicanos. Tomado del sitio web del Estado de Morelos (s.f.). *Conoce Morelos*. La historia de Morelos. Consultado el 28 de junio de 2026, en: <https://www.morelos.gob.mx/la-tierra-que-nos-une/conoce-morelos>

20 Se hace referencia a la Facultad de Ciencias de la UNAM.

no es que yo haya tenido malos maestros, porque yo creo que en general tuve buenos maestros, tanto en la primaria como en secundaria y preparatoria. También tuve maestros difíciles, duros, me tocó en preparatoria un profesor de matemáticas, él era Actuario<sup>21</sup>, duro pero con ganas, me enseñó las matemáticas con muchas ganas, de tal manera que ya no veía lo duro sino lo tupido con ese profesor, pero me seguían gustando las matemáticas. En la secundaria, ya me había tocado una odontóloga que enseñaba Biología, una maestra muy apasionada, nos enseñaba y me acuerdo qué con la maestra nos fuimos a Chapultepec<sup>22</sup>, pero avisándole a la mamá, o sea “mamá, tenemos que ir a Chapultepec”, entonces fuimos a Chapultepec y la maestra nos decía “mira, ya vieron que hay estos árboles y los peces y todo”, era odontóloga, pero le gustaba enseñar mucho Biología. Entonces, sembró la semillita, después de la secundaria, en quinto<sup>23</sup> nos dan Química y Biología, la profesora que me dio Biología, una bióloga, me acuerdo qué se llama Palmira, una profesora que escribía con ambas manos, por este lado decía una cosa y dibujaba por el otro. Era una maestra apasionada de la Biología, pero le gustaba mucho la cuestión médica, era como mí modelo, “yo quiero ser como ella”, porque además sus clases se me hacían “súper padres”<sup>24</sup> y rapidísimas, me gustaban mucho. También nos daban Psicología y otras, ahí fue cuando dije “yo creo que quiero estudiar medicina”, ingeniero de computación pasó a otro nivel, pero yo dije, “¡no, esto me gusta!”, pero influye mucho quién nos enseña, eso influye muchísimo quién nos está enseñando, porque de verdad eso entusiasmo, entusiasmo mucho. Cuando pasamos a sexto<sup>25</sup> para escoger área, pues elegí el área 2<sup>26</sup>, la que lleva todas las materias.

EHCP: ¿Químico-biológicas?

21 Especialista en Actuaría, disciplina encargada de aplicar modelos matemáticos para evaluar, medir y tomar decisiones para resolver problemas sociales y económicos que involucran riesgos. UNAM, Oferta Académica (s.f.). *Actuaría*. Consultado el 28 de junio de 2026, en: <https://oferta.unam.mx/actuaría.html>

22 Se hace referencia al parque o Bosque de Chapultepec de la Ciudad de México, México. Para mayor información se puede consultar el sitio web del Gobierno de la Ciudad de México dedicado al bosque, en: <http://bosquedechapultepec.mx:9000/bosquedechapultepec/>

23 Es el penúltimo periodo o año académico de la educación media superior o preparatoria (bachillerato) del sistema UNAM, en la Ciudad de México, México. *Nota de los autores*.

24 Frase usada como adjetivo para indicar que algo es muy interesante, está muy bien, bueno o perfecto. El uso de “padre” para indicar algo bueno, se encuentra descrito en el *Diccionario de la Lengua Española* [en línea]. Consultado el 29 de junio de 2026, en: <https://dle.rae.es/padre>

25 Último periodo o año académico de la educación media superior o preparatoria del sistema UNAM, en la Ciudad de México, México. *Nota de los autores*.

26 En el sexto año de educación preparatoria los estudiantes deciden sobre áreas de concentración, la dos, es la que corresponde a las Ciencias químico-biológicas o biológicas y de la salud, útil cuando se optará por licenciaturas como Medicina, Biología, Química entre otras. Para mayor información se puede consultar el documento en línea sobre el mapa curricular en sexto año para las Escuelas Nacionales Preparatorias y Preparatorias incorporadas al sistema UNAM, en: [https://dgire.unam.mx/media/attachments/2024/12/15/correcta-inscripcion\\_enp2425-1.pdf](https://dgire.unam.mx/media/attachments/2024/12/15/correcta-inscripcion_enp2425-1.pdf)

También se puede consultar el sitio web de la Escuela Nacional Preparatoria de la UNAM, en: <http://enp.unam.mx/>

27 Término usado en México, que hace referencia a una licenciatura o formación universitaria. Se hace una descripción del término en el *Diccionario de la Lengua Española* [en línea]. Consultado el 29 de junio de 2026, en: <https://dle.rae.es/carrera>

NCM: Sí, llevan Física, Matemáticas, Química y dije, pues le entro al área y si a la hora de la hora me arrepiento, pues ya llevé Química y Biología, ¿no? ya me voy a escoger otra carrera<sup>27</sup>. En sexto, tuve *Temas selectos de Biología* y la misma maestra que tuve en quinto me dio esa materia, me súper enamoré de Biología, pero yo quería Medicina, pensé “no, yo quiero ser médico, yo quiero ser médico, sí me gusta lo que ella me está enseñando, lo que ella me dice, sí me gusta”, pero pues también me senté en mi realidad, yo creo que no soy la única en este planeta, creo que hay mucha gente profesionista que nos tocó batallar desde abajo y ¿quién te mantiene?, antes no era como ahora que dan becas hasta por respirar, antes no, cuando yo entré a la universidad aspirar a una beca era imposible.

Fue cuando empecé a preguntarme ¿qué estudio?, pues Medicina no, no tengo quien me mantenga, no había por dónde, entonces dije, tengo que trabajar, ¿y Química?, también es todo el día, pues tampoco, ¿Veterinaria?, eso de las vacas no se me da, porque en *Temas selectos de Biología* tuve que ir al rastro, y yo decía, ay no, ver todo el proceso de la obtención de la carne que nos vamos a comer, no, veía a los veterinarios, entre el estiércol, “no, cómo que eso no me gusta”, las vacas no son lo mío, Veterinaria no, además también es todo el tiempo y yo tengo que trabajar. Luego me decían, “oye, pues trabaja sábado o domingo”, pues sí, busco un trabajo de sábado o domingo, tienen razón, sin embargo, de todas maneras, no, fue así como decidí por Biología. Además tenía turno matutino y turno vespertino.

EHCP: Bióloga, con el paso del tiempo, ¿sí le ha gratificado haber estudiado Biología?, no ha dicho, ¿por qué no estudié medicina?

NCM: No, la Biología nos da una gama muy amplia,

salimos de la licenciatura sabiendo de todo un poquito, no especializados en algo, sí nos inclinamos al área del laboratorio, pues salimos especializados en eso, si nos gustan las plantas, pues a la botánica, o a la zoología o los parásitos, entonces, creo que la Biología es una carrera muy amplia en la que podemos tomar muchos caminos, ahorita que ya conozco muchos biólogos, no solo dan clases, ya que estoy aquí, me doy cuenta que hay muchos biólogos que se dedican a la genética, a la patología, a la histología y si sabemos y nos ponemos al tú por tú con los químicos, por ejemplo, con mi compañero que es QFB<sup>28</sup> bromeamos, “no, es que los biólogos, no”, digo, “ay, pues por eso eres QFB” “ y pregunta “¿por qué?”, le respondo, “porque, ¿sabes qué quiere decir QFB?”, “pues sí, claro que sí”, le digo “¡no, no!, las siglas reales, pues ¡Quién Fuera Biólogo!, o sea, tú querías ser Biólogo”, y le da risa.

El estar a ese nivel, porque, yo inicié en el Laboratorio de Endocrinología, y al paso del tiempo, aprendí control de calidad, aprendí análisis clínicos, de cierta forma aprendí todo lo que aprende un Químico, entonces, cuando me dan la oportunidad de bajarme para acá<sup>29</sup>, pues ya sabía sobre control de calidad, porque el laboratorio está certificado, entonces, nos meten cursos de control de calidad hasta por las orejas, por todos lados, todos los jueves había clase, todas las cuestiones de los químicos, pues también las aprendí.

EHCP: Bióloga, ya nos ha platicado de muchas cosas interesantes, una de ellas, sobre los profesores que la entusiasmaron en la secundaria y en la preparatoria, pensando en ello, ¿qué les diría a los jóvenes que se encuentran en la secundaria o en la preparatoria, para entusiasmarlos a estudiar su especialidad o cualquier otra ciencia?

NCM: Bueno, pues que se quiten la venda de los ojos. La ciencia no es exclusiva, es para quien les guste y sobre todo a quien le apasione, que estudien lo que quieran, pero que lo hagan con pasión, y eso fue lo que siempre les dije a mis dos hijos, ustedes estudien lo que les apasione, porque lo que uno hace con pasión da satisfacciones geniales, yo aquí, en el instituto voy a cumplir 35 años y nunca me ha desagradado el trabajo, llegar con mis pacientes y decirles “tú perfil tiroideo ya está bien, tus hormonas ya están equilibradas” era muy satisfactorio o tomar la sangre a un bebito que ya habían punzado por todos lados sin éxito y lo punzo y lo sangro era muy satisfactorio, y cuando tengo la oportunidad de bajarme aquí al laboratorio y hacer lo que hago, de verdad es

apasionante, es algo que me encanta, es algo que estoy disfrutando, cuando nosotros hacemos algo que nos gusta lo disfrutamos al cien por ciento. De tal manera, el haber estudiado biología, el haber estado en un laboratorio, me ha llenado de experiencias y finalmente es algo que me apasiona, el estar donde estoy es apasionante, me encanta y disfruto. Entonces, he entendido que cuando hacemos lo que disfrutamos, es satisfacción total. Hay que estudiar lo que nos apasiona.

EHCP: Bióloga, si usted pudiera ser una super héroe, ¿cuál sería? ¿o qué sería? ¿cuál sería su superpoder?

NCM: Con todas las vivencias que he tenido aquí, sería “la super madrina”, porque tengo muchos embarazos ahorita, digo, para el tiempo que tengo en este año, por ejemplo, este mes tengo cuatro embarazos, y el saber que soy partícipe de la formación de una familia, de lo que una familia representa, ayudar a una pareja a tener un bebé, es una satisfacción genial.

EHCP: Entonces, ¿la supermadrina?

NCM: Pues yo creo que sí.

FHG: Bióloga, tengo un par de preguntas sobre la actividad que usted realiza con el esperma y los ovocitos, cuando usted menciona “capacitar a los espermias”, ¿qué es exactamente eso?

NCM: Hay ciertas soluciones químicas que nosotros hacemos naturalmente, el semen está en estas soluciones, un esperma normal, le echa todas las ganas, llega y fecunda.

Los pacientes que nosotros recibimos son pacientes que no tienen muchos espermias o bien muchos de ellos no están vivos, o tienen un tiempo de vida corto y con ciertas soluciones, nosotros lo que hacemos es limpiar y la cantidad de espermias que se van quedando de una muestra seminal la centrifugamos, le metemos unos químicos, unas soluciones amortiguadoras y los muertos los quitamos y los que van a bajar son los que se mueven y que están vivos, esos los volvemos a limpiar, se quedan en filtros que llamamos gradientes que son soluciones filtradoras y nos quedamos con los que se mueven, los ponemos en una solución rica en glucosa, vitaminas, minerales y demás, de este proceso el esperma ya está limpio, ya está capacitado, o sea, está activado por así decirlo.

Ya activado terminamos la capacitación, en cuanto a los ovocitos ya capturados, los dejamos relajarse del estrés que conlleva la captura, ya relajados nosotros pasamos el esperma que está en una solución limpia, y de los más fuertes uno es el que va a llegar.

28 Iniciales usadas por la entrevistada, para referirse a una persona que estudio la licenciatura en Química Farmacéutico-Biológica.

29 La entrevistada hace referencia al departamento donde labora actualmente.

FHG: Ahora que dice esto del estrés, esa es la otra pregunta que le tenía, ¿los óvulos de nosotros se estresan? ¿qué significa esto?

NCM: ¿Cómo le explicaré?, ahorita nosotros aquí estamos calientitos, si salimos tenemos frío, nos alteramos, eso es lo que le pasa al ovocito. El ovocito está en el folículo, entonces llega una aguja y literal punza y succiona, entonces el ovocito se altera, estamos jalando tejido como tal, estamos extrayendo el ovocito, posteriormente lo limpiamos, limpiamos el exceso de células y dejamos el ovocito con su granulosa y lo pasamos en un medio donde está calentito para que se relaje. Después de la captura, tenemos que fertilizar en dos a tres horas después de la captura, ya los ovocitos relajados, ya capacitado el esperma se pone con los ovocitos.

FHG: Bióloga, ¿son funcionales todos los ovocitos?

NCM: No, desafortunadamente no, aquí con los medicamentos que se proporcionan se lleva a la maduración de los folículos y los médicos dicen “de esta cantidad, de esta medida son los que ya están maduros”,

sí están maduros a la vista pero fisiológicamente no. Entonces podemos capturar, por ejemplo el día de hoy, en una paciente doce maduros por tamaño, sin embargo capturamos más, veinticinco, pero de esos veinticinco puedo asegurar que en la revisión de mañana, se fertilizaron quince o veinte, pero de esos veinte no todos reúnen las mismas características, sí se fertilizan, porque finalmente el esperma entró, pero al verlos en el día tres, quizá no todos evolucionen de manera favorable, ahí es otro filtro, es como una selección natural, y en el día cinco, resulta que los que llegaron a blasto, de esos veinticinco, a veces solo son cinco, dos o uno.

FHG: ¡Qué interesante!

NMC: Depende de la calidad del ovocito, podemos capturar muchos, pero de esos muchos no todos son maduros, no todos tienen una calidad adecuada para llegar a blasto.

FHG: Bióloga, un par más de preguntas, creo que la entrevista por los temas tocados será de interés para muchas mujeres, ¿cuándo una pareja o una mujer podría



Diferentes blastocistos en el mismo día de desarrollo, solo uno reúne las características adecuadas para realizar una transferencia embrionaria. *Nota de la entrevistada.*

rendirse y decir “esto no es normal, no me embarazo” ?, ¿cuándo se convierte en un problema?

NCM: Cuando ya se cumple más o menos un año de que no se toma anticonceptivo, no se toma nada y se está buscando el embarazo y no hay embarazo.

LIC: Aunque hayan estado cuidándose con algún método, pero en un año digamos que ya podría considerarse que están listas para embarazarse y, ¿si no ocurre?

NCM: Hay una causante externa que se está viendo y se tiene que estudiar a ambos, aquí en la clínica se estudia a ambos, tanto a la mujer como al hombre, primero a la mujer para descartarse y casi a la par al hombre, si el hombre, sus espermias están bien, entonces seguimos acá. Desafortunadamente las pacientes que llegan aquí, pues llegan con ciertas características que son causantes de infertilidad y del hombre igual, a veces se compaginan los dos. Aquí trabajamos en equipo, los médicos con nosotros, porque a las pacientes que entran a la estimulación se les determina el estradiol<sup>30</sup>, se les determinan las hormonas dependiendo de los días de estimulación, nos reunimos y presentan los médicos “paciente con tal edad, y tales características, está tomando de estas cantidades y ya tiene tantos o no está respondiendo”, y “¿por qué no está respondiendo?”, a ver, “¿sabes qué?, cancela y vamos a ver otra forma” y a esa paciente hay que hacerle otro tipo de estudios y ver los resultados, eso es lo importante de trabajar en equipo, estamos analizando esto. Ya está lista, esta paciente se va a disparar, entonces tenemos oportunidad de trabajar con ella para este día. ¿Hay 5 capturas? no, porque depende de cómo va reaccionando la paciente, la maduración.

Por ejemplo, nos hemos dado cuenta que las pacientes de 38 a 43 años que están entrando a la estimulación, hay unas que responden muy rápido, otras que no responden, a veces responden con muy poquitos folículos pero la calidad ovocitaria<sup>31</sup> se va deteriorando entonces, en otras ocasiones hay pacientes que tienen 3 folículos y de los 3 uno es el que llega a 5 y decimos “pues, cómo va, vamos a transferir porque si no, ya no tienen oportunidad” y las pacientes más jóvenes yo veo la cuestión de calidad, pero hay pacientes jóvenes que no se pueden, estimular a veces tanto y dan igual 3, 4 y de esos 4, uno es el que llega, o

fertilizan 2, y son pacientes jóvenes.

Entonces, no solo es juventud también es cuestión de estilo de vida, porque eso sí, cuando entran aquí al varón se les dice “deja de fumar, tienes que hacer ejercicio alimentarte bien, etcétera”, porque es como los eritrocitos<sup>32</sup>, los espermias tienen 3 meses para ser utilizados y vienen los nuevos, son en los 3 meses que dices, “a ver tienes un problema ¿estás de acuerdo?, bien”, tú problema, de los menores, por ejemplo, que los espermias no se mueven mucho, pero, “tienes sobrepeso, dices que fumas, dices que tomas” entonces, vamos arreglando eso, ¿no?, “primero vamos a ver esto, que hay colesterol alto, hay triglicéridos altos, entonces vamos a tratar de arreglarlo, pero tienes 3 meses”.

En los hombres es más fácil arreglar los problemas pequeños, porque si hay problemas grandes en los varones dices “por más que les demos medicamento” pues no se resuelven, es cuando se determina que se debe hacer una biopsia y en la mujer es mucho más tardado, el esperma es cada 3 meses, en la mujer es cada mes, pero una menstruación es un folículo el que llega al final, con la estimulación ovárica son muchos, pero de esos muchos ¿cuántos son realmente los que están maduros y adecuados?

Ahorita ya se está empezando a trabajar la maduración ovocitaria, pero tampoco se ha encontrado un medio adecuado, los medios biológicos no tienen una caducidad de un mes, dos meses, tres meses, no, a lo mejor de una semana. El desarrollo de medios para la maduración, lamentablemente, no ha sido para las farmacéuticas atractivo en cuestión económica, muchos estamos empezando a trabajar mediante ensayos, “oye, si le ponemos esto y los dejamos más tiempo en esto ¿crees que funcione?”, hay gente que dice “no, yo le pongo esto, hago mis medios y me ha funcionado”, y sí, ha resultado y si hay esos materiales empezamos a trabajar, porque a la industria farmacéutica no le ha convenido, no duran tanto los medios y son caros.

FHG: Una la última pregunta, más que una pregunta una recomendación para las personas que están en vías de querer un bebé ¿hay una guía?, digamos un ABC de cuidados sí quieres embarazarte, ¿hay un ABC, una guía

30 Hormona sexual femenina. Tomado de Wikipedia (18 enero 2026). *Estradiol*. Consultado el 29 de junio de 2026, en: <https://es.wikipedia.org/wiki/Estradiol>

31 La calidad de los óvulos u ovocitos. Para mayor información puede consultar el texto de Ahmad, M.F., Elias, M.H., Mat Jin, N., Abu, M.A, Syafruddin, S.E, Zainuddin, A.A, Suzuki, N. y Abdul Karim, A.K. (2024). Evaluación de la calidad de los ovocitos: perspectivas actuales: una revisión sistemática. *Biology (Basel)*. Consultado en National Library of Medicine, el 29 de junio de 2026, en: [https://pmc-ncbi-nlm-nih-gov.translate.goog/articles/PMC11673492/?\\_x\\_tr\\_sl=en&\\_x\\_tr\\_tl=es&\\_x\\_tr\\_hl=es&\\_x\\_tr\\_pto=tc](https://pmc-ncbi-nlm-nih-gov.translate.goog/articles/PMC11673492/?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=es&_x_tr_hl=es&_x_tr_pto=tc)

32 Glóbulos rojos, células sanguíneas producidas en la médula ósea, encargadas de transportar oxígeno a los tejidos. Tomado del sitio web del Instituto Nacional del Cáncer (s.f.). *Eritrocito*. Consultado el 29 de junio de 2026, en: <https://www.cancer.gov/espanol/publicaciones/diccionarios/diccionario-cancer/def/eritrocito>

o consejos prácticos para la pareja?

NCM: Pues para la pareja creo que es estar totalmente conscientes de que quieren embarazarse y después tener, aunque nos pese, una vida sana.

FHG: ¿qué consistiría?

NCM: En comer bien, alimentarse bien, hacer ejercicio, no fumar, no tomar, cuidar el peso, por ejemplo, el sobrepeso afecta porque si llegan aquí, a la clínica, lo que les vamos a dar son hormonas y las pacientes con sobrepeso llegan a desarrollar un poquito más de peso, complicando la situación, por el contrario, si es una persona delgada, adecuada en su peso, las consecuencias no son tan graves y se embarazan más rápido.

FHG: ¿Podemos afirmar que el sobrepeso entorpece el quedar embarazado?

NCM: Sí, porque con el sobrepeso, nuestro organismo se va a dedicar a decir, “no vamos a producir insulina porque hay que trabajarle con el sobrepeso”, entonces, en lugar de enfocarnos metabólicamente a que nuestros ovarios o nuestro endometrio esté bien, nuestro organismo se enfoca a producir otra cosa porque hay un exceso de peso, por ejemplo, la glándula tiroides que maneja muchas cosas metabólicas, si tenemos problemas con la tiroides vamos a tener problemas de ovulación y de colesterol, porque dependiendo de que disfunción tenga nuestra glándula es el problema que vamos a tener y eso va a repercutir en nuestra cuestión reproductiva

FHG: La juventud no es tan determinante como tener buenos hábitos, ¿es correcto?

NCM: Sí porque eso conlleva una calidad ovocitaria, al final del camino es una buena calidad ovocitaria, respecto a la edad nos hemos dado cuenta de que antes de los 40 la calidad ovocitaria está bien, estimulada, está bien, si responde, después de esa edad, ya empieza existir cierta incertidumbre.

FHG: Entonces, también hay que estar atentas al tiempo, en particular en esta época donde nosotras como mujeres queremos realizar una vida profesional u otras cosas, no podemos postergarlo tanto.

NCM: Exacto, pues bueno déjenme decirles que yo me embaracé grande, de acuerdo a las características que se están pidiendo acá, sí. Yo terminé la carrera y me casé a los 29 años, pero dije “ya que estoy casada y con un trabajo estable, me quiero dedicar ahora si a disfrutar”. Viajé, aquí en la república viajé, íbamos a restaurantes, gocé porque además de aquí tuve la oportunidad de trabajar en el sector privado con el doctor Espinosa de los Monteros, que hicieron el Centro de Fertilidad que

está en el Hospital Ángeles México, ahí sí, digamos que fui fundadora de lo que ahorita es el Centro de Fertilidad del Hospital Ángeles México. Pero bueno, cuando yo llegué, cuando me embaracé dije “no doctor me costó mucho trabajo embarazarme”, porque como dicen “en casa del jabonero el que no cae resbala”, cuando decidí embarazarme no me podía embarazar, de tal manera, entré en la primera etapa de lo que llaman coito programado porque tengo un ovario poliquístico, entonces me dice el doctor “nada más baja de peso y vas a ver como todo tu organismo se va a acoplar”, y sí me bajaron de peso con dieta y no me embarazaba, y creo que por eso ahora soy muy empática con las pacientes.

Yo sí pasé esa parte de la estimulación, en ese tiempo eran inyecciones y pastillitas, y ponte óvulos, ahora son inyecciones, pero en la parte del vientre bajo, pues sí me costó trabajo embarazarme, mi primer hijo nació cuando yo cumplí 33 años.

Mi ginecóloga era la doctora que estaba cargo de la clínica de adolescencia y le decía “yo soy su adolescente más pequeña” entonces y me decían “no pues si” pero ya nos catalogan como mamás añosas.

Con hijo ni me la creía que estaba embarazada porque tuve un embarazo químico, la primera estimulación fue un embarazo químico y la segunda estimulación quedé con folículos residuales, entonces tampoco me embaracé y el doctor me decía “yo, necesito que ya vengas, sin ningún folículo residual porque te tenemos que estimular y tienes que estar con lo que debes”, eso fue más o menos por abril y me acuerdo mucho porque en mayo se hacía la reunión anual del instituto, y le dije “sabes que doctor no estoy menstruando ya me tocaba, me hice una progesterona<sup>33</sup> y no ovulé, ya dame mi pastillita para menstruar”, dice “no, con una prueba de embarazo, me llamas y descartamos”, y pues mi hijo tiene 25 años, me embaracé con folículos residuales.

FHG: Bióloga, ¿qué son folículos residuales?

NCM: Son folículos producto de un corte programado, es decir, me estimulan y tengo relaciones en ciertos días para que se pueda extraer el óvulo, o sea, el óvulo camine y el esperma llegue, a esto le llaman, a la primera parte del tratamiento que dan aquí, “coito programado”.

Si el coito programado no funciona se va a una inseminación, si la inseminación no funciona entonces nos vamos a la fertilización *in vitro*, es el proceso, yo me quedé en el primero.

A mí me hiper estimularon y dije “tengo que esperarme”, así estábamos, pero después de la menstruación me

33 Hormona que se puede emplear como tratamiento en diferentes condiciones. Para mayor información puede consultar el documento *Progesterona*, en el sitio web de MedlinePlus, en: <https://medlineplus.gov/spanish/druginfo/meds/a604017-es.html>

hacen un ultrasonido y me dice el doctor “tienes folículos residuales”, es decir, los folículos que a lo mejor se estimularon y no crecieron en ese momento, con el tiempo fueron creciendo, crecieron y tenía un montón, entonces hay que esperar. En esa espera me embaracé. Cuando decido embarazarme otra vez, fui al médico y le dije “me voy 3 meses, si no me embarazo nada más una estimulación”, pues nada más dejé de tomar el anticonceptivo y me embaracé. Tengo un hijo que nació en enero y otro que nació en febrero.  
FHG y EHCP: muchas gracias bióloga, por toda la información compartida.

## AUTORES

**Ennio Héctor Carro Pérez**  
Universidad Autónoma de Tamaulipas  
Facultad de Derecho y Ciencias Sociales  
Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico  
Aplicado al Comportamiento (CIDETAC)  
ennio\_carro@yahoo.com  
ORCID: 0000-0002-5069-152X

**Fabiola Herrera Gálvez**  
Universidad Autónoma de Tamaulipas  
Facultad de Derecho y Ciencias Sociales  
Centro de Investigación y Desarrollo Tecnológico  
Aplicado al Comportamiento (CIDETAC)  
herreragalvezfabiola@gmail.com  
ORCID: 0009-0001-3055-6144

