

# Pregones *de* Ciencia



Por una cultura  
científica y artística común  
Revista multidisciplinaria  
de ciencia y arte

**Año 1, no. 4.**

Septiembre-noviembre 2024





# Pregones de Ciencia

Por una cultura científica común / Revista multidisciplinaria de ciencia y arte

**AÑO 1 NO. 3**

Universidad Veracruzana

## Editorial

Mesa Directiva

Rector de la Universidad Veracruzana, UV<sub>MX</sub>.  
Dr. Martín Aguilar Sánchez

Secretario Académico, UV<sub>MX</sub>.  
Dr. Juan Ortiz Escamilla, director honorario

Secretaría de Desarrollo Institucional, UV<sub>MX</sub>.  
Dra. Jaqueline del Carmen Jongitud Zamora

Dirección General de Tecnología de Información, UV<sub>MX</sub>.  
Dra. María Dacia González Cruz

Director de la Editorial, UV<sub>MX</sub>.  
Mtro. Agustín del Moral Tejeda

Director General de Investigaciones  
y de Pregones de Ciencia, UV<sub>MX</sub>.  
Dr. Roberto Zenteno Cuevas

## Equipo editorial

Editora responsable, DGI-UV<sub>MX</sub>.  
Dra. Gladis Yáñez Garrido

Mtra. María Luz Pérez Lorenzo/editora adjunta/correctora/DGI-UV<sub>MX</sub>  
Mtro. Fernando Piña Campos, Enlace con el Instituto de Artes Plásticas/UV<sub>MX</sub>  
L. en C. Norma Mendoza López /Administradora/DGI-UV<sub>MX</sub>

## Ilustración principal

Gerardo Vargas/ Instituto de Artes Plásticas, UV<sub>MX</sub>

## Portada

Dr. José Manuel Morelos Villegas, Director del Instituto de Artes Plásticas, UV<sub>MX</sub>  
Imagen página 8 y 9 de Sara Marquina Flores

*Pregones de Ciencia. Por una cultura científica común / Revista multidisciplinaria de ciencia y arte* de la Universidad Veracruzana, **número 4, septiembre de 2024**, es una publicación trimestral editada y distribuida por la Universidad Veracruzana a través de la Dirección General de Investigaciones, Calle Dr. Luis Castelazo Ayala, Industrial Las Ánimas, C.P. 91193 Xalapa-Enríquez, Ver., México. Con certificado de reserva de derechos al Uso Exclusivo No. 04-2023-031517364200-102 del 7 de febrero de 2023, expedido por el Instituto Nacional del Derecho de Autor (Indautor). ISSN en trámite. Correo electrónico [pregonesdeciencia@uv.mx](mailto:pregonesdeciencia@uv.mx) y página web <https://pregonesdeciencia.uv.mx/index.php/pregones>. Director de la revista: Roberto Zenteno Cuevas. Editora responsable: Dra. Gladis Yáñez Garrido. Las opiniones expresadas por los autores no reflejan necesariamente la postura de los editores. La originalidad de los contenidos queda bajo estricta responsabilidad del autor. Queda prohibida la reproducción total o parcial de los contenidos e imágenes de la publicación, sin previa autorización de la Editorial de la Universidad Veracruzana. Su consulta es gratuita.

**DOI:10.25009/pc.v1i4**



# Pregones *de* Ciencia

Por una cultura  
científica común  
Revista multidisciplinaria  
de ciencia y arte

**Año 1 No. 4**

Sitio OJS: <https://pregonesdeciencia.uv.mx/>

Gaceta Estudiantil: <https://www.uv.mx/pregonesdeciencia/>

Facebook: Pregones de Ciencia

Instagram: @Pregones de ciencia

Escríbenos a [pregonesdeciencia@uv.mx](mailto:pregonesdeciencia@uv.mx)

Teléfono: 228 8418900 Ext. 13114

Dirección: Dr. Luis Castelazo Ayala, Industrial Las Ánimas, C.P. 91193

Xalapa de Enríquez, Veracruz de Ignacio de la Llave, México.

Reserva de derechos al uso exclusivo del nombre

Indautor: 04-2023-031517364200-102

ISSN: En trámite.

Estimables lectores, les informamos que nuestra publicación se encuentra en el trámite para la obtención del ISSN.

Agradecemos su confianza y preferencia.

Los escritos publicados en esta revista son responsabilidad exclusiva de sus autores y no reflejan necesariamente la posición de la Universidad Veracruzana o de Pregones de Ciencia. Nuestro propósito es compartir el conocimiento científico y fomentar el debate crítico y constructivo. Por ello, los invitamos a leer con atención, analizar con rigor y expresar con respeto sus propias opiniones.





## Consejo Editorial

<b>Mtra. Adriana Sandoval Comte</b>	Instituto de Ecología A. C., México
<b>Dra. Ahtziri Eréndira Molina Roldán</b>	Universidad Veracruzana, México
<b>Dr. Alexander Gorina Sánchez</b>	Universidad de Oriente, Cuba
<b>Dr. Carlos Rodríguez Garcés</b>	University of Bío-Bío, Chile
<b>Dr. Enrique M. Luengo González</b>	Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente, México
<b>Dr. Jorge Manuel Escobar Ortiz</b>	Universidad Nacional de Colombia, Colombia
<b>Ed. José Israel Carranza</b>	Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente, México
<b>Dra. Kathia Marcela Zaleta Rivera</b>	Université de Tours, Francia
<b>Dr. Luciano Levin</b>	Universidad Nacional de Río Negro, Argentina
<b>Dr. Manuel Paulino Linares Herrera</b>	Universidad de La Habana, Cuba
<b>Dra. María Clara Diez</b>	Universidad de Buenos Aires, Argentina
<b>Dra. María Cristina Ortiz León</b>	Universidad Veracruzana, México
<b>Dra. Valeria Edelsztein</b>	Instituto Tecnológico de Buenos Aires, Argentina
<b>Dr. Sergio Arturo Ávalos Magaña</b>	École Centrale de Travaux Publics, Francia

## Consejo Técnico

<b>Dr. Ángel Rafael Trigos Landa</b>	Centro de Investigación en Micología Aplicada
<b>Dr. Francisco Díaz Fleischer</b>	Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada
<b>Dr. Jonathan Cueto Escobedo</b>	Instituto de Ciencias de la Salud
<b>Dr. Jorge Luis Arellanez Hernández</b>	Instituto de Investigaciones Psicológicas
<b>Dr. Arturo Guillaumín Tostado</b>	Instituto de Investigaciones y Estudios Superiores Económicos y Sociales
<b>Dr. Efrén Mezura Montes</b>	Instituto de Investigaciones en Inteligencia Artificial
<b>Dr. Francisco Gabriel Hernández Zamora</b>	Facultad de Matemáticas
<b>Dr. Héctor H. Cerecedo Nuñez</b>	Facultad de Física
<b>Dra. Carolina Barrientos Salcedo</b>	Facultad de Bioanálisis
<b>Dra. Clara Luz Sampieri Ramírez</b>	Instituto de Salud Pública
<b>Dra. Lourdes Budar Jiménez</b>	Facultad de Antropología
<b>Dra. Marcela Quiroz Castellanos</b>	Instituto de Investigaciones en Inteligencia Artificial
<b>Dra. Martha Lorena Avendaño Garrido</b>	Facultad de Matemáticas
<b>Dra. Minerva Hernández Lozano</b>	Facultad de Química Farmacéutica Biológica
<b>Mtro. Williams Cornelio Cortez Montané</b>	Independiente
<b>Mtra. Azminda Román Nieto</b>	Museo de Antropología de Xalapa
<b>Dra. Margarita Meza Manzanilla</b>	Instituto de Antropología
<b>Lic. Cynthia Maribel Palomino Alarcón</b>	Editorial Universidad Veracruzana

Diseño, Maquetación y Promoción del número

Dra. Gladis Yañez Garrido

Responsable de Soporte Técnico

Lic. Carlos Ulises Freyre Ceballos DGTI UV





# Nota Editorial

La ciencia y el arte son consideradas dos caras de una misma moneda; esto nos permite comprender el mundo en el que vivimos y su respectiva transformación. A través de dicha convicción, *Pregones de Ciencia* presenta su cuarto número, un espacio donde ideas, perspectivas y voces diversas convergen para dialogar sobre los retos y las posibilidades de nuestros tiempos. Así, esta recopilación no solo busca informar, sino también invitar a la reflexión y motivar el deseo de la acción colectiva.

Cada sección nos exhorta a mirar más allá de los límites de nuestras certezas. Los textos reunidos en estas páginas confrontan las complejidades de un mundo interconectado, donde los desafíos reflejan problemáticas globales y las soluciones innovadoras nacen del diálogo inter, multi y transdisciplinario. Desde las ciencias naturales hasta las humanidades, la revista construye puentes entre distintos diálogos de saberes, demostrando que el conocimiento no se fragmenta, sino que se complementa y enriquece cada vez que se comparte.

La dimensión artística de este número nos recuerda que la sapiencia, no es solo una acumulación de conocimientos, también es una experiencia humana cargada de emociones, significados y narrativas. A saber, las expresiones creativas no son únicamente un adorno en el discurso científico, sino un recurso esencial para conectar con la curiosidad y la sensibilidad de los lectores, porque comprender el mundo no basta; es necesario también imaginarlo de nuevas maneras.

En las voces jóvenes resuena una promesa: la ciencia seguirá transformándose en la medida en que las nuevas generaciones se atrevan a cuestionar lo incuestionable, así como a explorar caminos inusitados. En este sentido, gracias a la participación estudiantil en esta obra, diversos textos ofrecen una mirada al futuro que refleja, tanto el rigor como el entusiasmo, de quienes ven en el conocimiento una herramienta para el cambio.

Más allá de los datos y las teorías, este pequeño gran cúmulo de información se compromete con una visión holística. Una, que incluye no solo a quienes investigan y escriben, sino a quienes leen, reflexionan, pero sobre actúan. Al fin y al cabo, después de todo, la ciencia es un proceso colectivo que no avanza en soledad, ya que cada lector que se acerca a estas páginas es parte de esa construcción continua.

En virtud de lo anterior, *Pregones de Ciencia* refuerza su compromiso con la accesibilidad y la inclusión y, al abrazar las lenguas originarias y las perspectivas diversas, la revista celebra la riqueza cultural que alimenta el pensamiento científico y artístico. En este espacio, cada voz importa y cada perspectiva suma en la construcción de un conocimiento más humano. Invitamos a nuestros lectores a sumergirse en sus páginas, a dejarse llevar por la curiosidad y a permitir que las ideas sembradas aquí germinen en sus propias vidas, porque el conocimiento no solo ilumina; la ciencia transforma, ¡sean bienvenidas y bienvenidos a esta nueva edición!

**Jorge Ricaño Rodríguez**



# Contenidos

## Artículo de investigación

- 10-15 [Cáncer cervicouterino y conducta preventiva en Chile](#)  
Marco Rodríguez Rivera
- 16-25 [La herencia materna del sistema inmune](#)  
Gerardo Soto-Portilla, Paola Fernanda González-Nieto, Mayvi Alvarado-Olivarez
- 38-51 [Lixiviados de residuos orgánicos municipales y bioprocesos](#)  
Vanessa Sánchez Fernández, Miguel Ángel Martínez Jardines, Sergio Martínez Hernández.
- 60-69 [Un mal de raíz en las coles de México](#)  
Legnara Padrón Rodríguez y Mauricio Luna Rodríguez
- 92-101 [Arte y divulgación: ¿Una conveniente sinergia?](#)  
Guerson Yael Varela Castillo, Blandina Bernal Morales, Rasajna Nadella, Daniel Hernández Baltazar.

## Cuento

- 52-59 [Las torres de Nhystikdar](#)  
Víctor Lázaro Vidal
- 70-77 [¿Quién se ha llevado mi néctar?](#)  
José Martín Barreda-Castillo, Rebeca Alicia Menchaca-García



## Artículo estudiantil

- 26-37 [Susurros de la selva: En búsqueda del mono araña](#)  
Jimena Campuzano Barradas
- 78-83 [Implicaciones de la Nanotecnología en tratamiento de agua](#)  
Mota Díaz Dulce Yareli
- 102-107 [Ratas, modelos animales aliados de la ciencia](#)  
Enrique Romero Cortés

## Arte

- 126-133 [Memorias inventadas](#)  
Entrevista con Leticia Tarragó

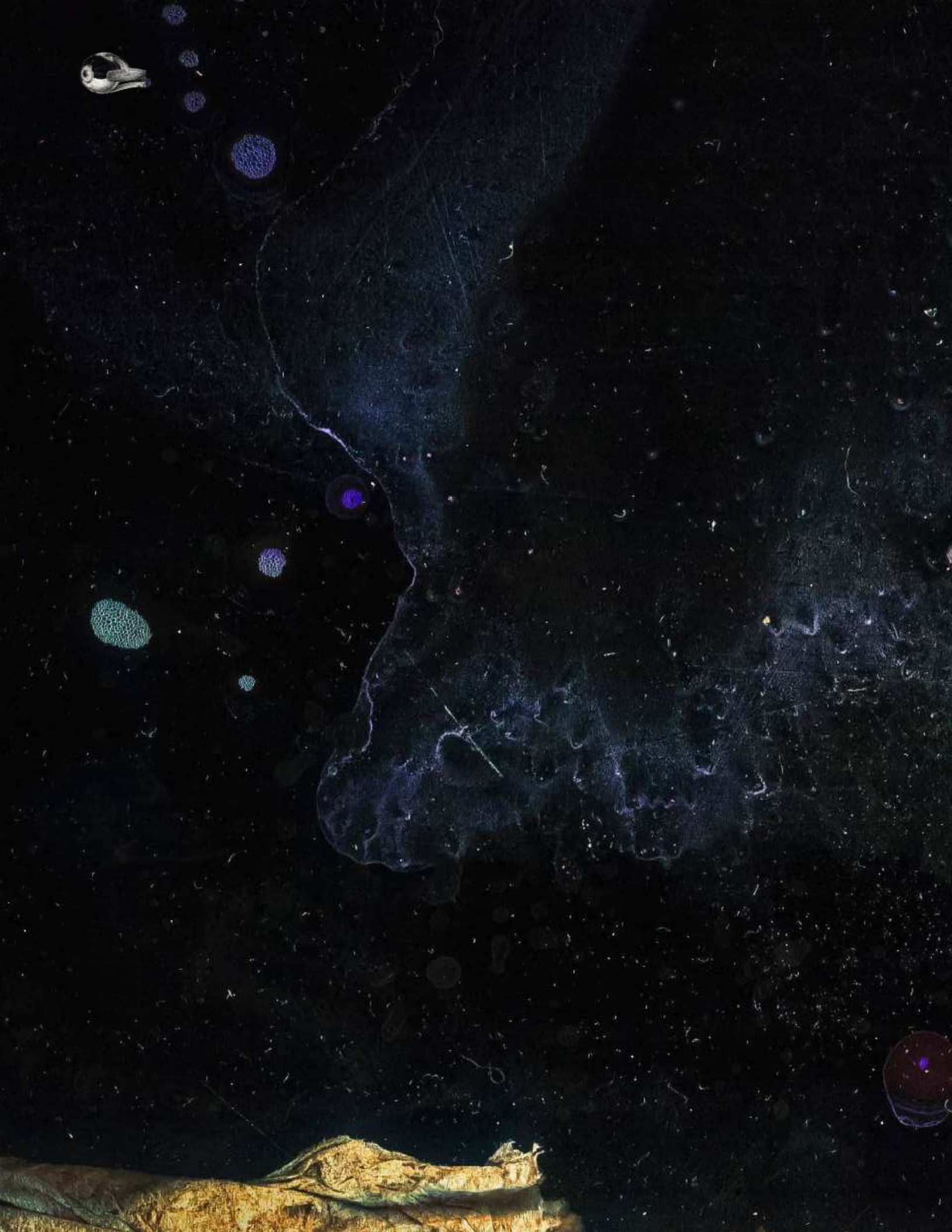
## Nota

- 84-91 [¿Cómo debo cuidar mis ojos?](#)  
Mariangel González Morales
- 114-125 [Y vivieron felices para siempre ...](#)  
Sofía Aguirre Dyjak

## Ensayo libre

- 108-113 [¿Qué tienen en común..?](#)  
Juan Carlos López-Acosta y Ricard Arasa-Gisbert





«huhuhuhuhuhu».

gugugugugu



# Cáncer cervicouterino y conducta preventiva en Chile

Marco Rodríguez Rivera

Interno de Medicina, Universidad Católica del Maule, Chile.

<https://doi.org/10.25009/pc.v1i4.197>



## RESUMEN

El cáncer cervicouterino (CaCu) es una de las principales causas de muerte vinculadas a mujeres. El Papanicolau es el examen universalmente prescrito para la detección de esta patología, que tiende a responder adecuadamente al tratamiento de detectarse tempranamente. Este artículo, usando bases de datos actualizadas, oficiales y de carácter nacional, analiza las tasas de cobertura en el tamizaje y las razones que señalan las mujeres para no realizarse dicho examen.

Palabras clave: Cáncer cervicouterino, Papanicolau, Detección, Tamizaje, Tratamiento.

## ABSTRACT

Cervical cancer (CC) is one of the leading causes of death related to women. The Pap smear is the universally prescribed test for the detection of this pathology, which tends to respond well to treatment if detected early. This article, using updated, official, and national databases, analyzes the coverage rates in screening and the reasons women indicate for not undergoing such an exam.

Keywords: Cervical Cancer, Pap Smear, Detection, Screening, Treatment.





El cáncer cervicouterino (CaCu) es una neoplasia maligna del útero y, según la International Agency for Research on Cancer (IARC), es la cuarta neoplasia más frecuente en mujeres a nivel mundial, con una incidencia estimada en 13.1 por cada 100.000 y una mortalidad de 6.9 por cada 100.000. En la actualidad, el CaCu es considerado una de las principales causas de muerte por enfermedad en mujeres.

La enfermedad comienza en la zona de transición entre el endocérvix y el exocérvix. A nivel histológico, el 85% corresponde a carcinoma de células escamosas y un 10% a adenocarcinoma. La principal causa del CaCu es el virus del papiloma humano (VPH), específicamente los genotipos 16 y 18, responsables del 70% del total de carcinomas invasores, con una evolución que varía entre 10-20 años para el desarrollo del

cáncer, pasando previamente por diversas clasificaciones de alteraciones celulares.

Siendo uno de los tipos de cáncer con mayor prevalencia entre la población femenina a nivel mundial, cuenta con los métodos de detección más documentados y extendidos lo que posibilita una acción preventiva y terapéutica altamente eficiente y de muy buen pronóstico de detectarse tempranamente. En efecto, el Papanicolau (PAP), es un screening o tamizaje de gran consenso en la comunidad médica respecto de su facilidad de aplicación, confiabilidad y validez, que consiste en la recolección de células epiteliales del cérvix para su posterior análisis bajo microscopio en busca de atipias celulares o células cancerígenas en etapa temprana.

Tabla 1. Tendencia del déficit de cobertura en tamizaje CaCu por rango etario

Rango\Año	1990	2000	2022
15-34	60.0	54.2	58.2
35-54	46.5	25.6	25.2
55-75	70.7	48.9	44.7
Mayores de 75	87.1	83.4	84.7
General	58.6	44.7	46.1

Fuente: Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional 1990-2022, Chile.

En Chile el examen de Papanicolau está recomendado para mujeres de 15 años y más, y se puede realizar en forma gratuita en los centros de atención primaria formando parte de los exámenes de salud preventiva. Pese a que, como política preventiva, el screening de CaCu mediante el examen de Papanicolau se viene implementando desde hace varias décadas, las tasas de co-

bertura dentro de la población objetivo continúan siendo precarias. En efecto, en 1990, a nivel de país, alrededor de 3 de cada 5 mujeres (58.6%) declaraba no haberse realizado dicho examen, cifra que 30 años después desciende a solo un 46.1%. Si bien se evidencia una mejora, esta reducción en los déficits de cobertura no resulta conveniente en razón del tiempo transcurrido,



las políticas de difusión y la relevancia que se le reconoce al examen a objeto de la detección temprana.

Al descomponer los déficits de cobertura en razón del rango etario, se observan diferencias significativas en los distintos segmentos y reducciones con el transcurrir del tiempo. Los mayores déficits se registran en los grupos etarios extremos. Mientras en las mujeres menores de 35 años, 3 de cada 5 señalan no haberse realizado el examen en los últimos 3 años (58.2%); en las mayores de 75 años, la abstención alcanza el 84.7%. El comportamiento disímil observado entre los dos últimos grupos puede deberse a factores actitudinales y socioculturales. Mientras en las más jóvenes, amparado en el sentimiento de cierta invulnerabilidad característica de este grupo etario, tienden a no considerar el examen necesario. En cuanto a las personas de mayor edad, se considerarían menos expuestas y propensas a contraer la enfermedad, dado el tiempo transcurrido.

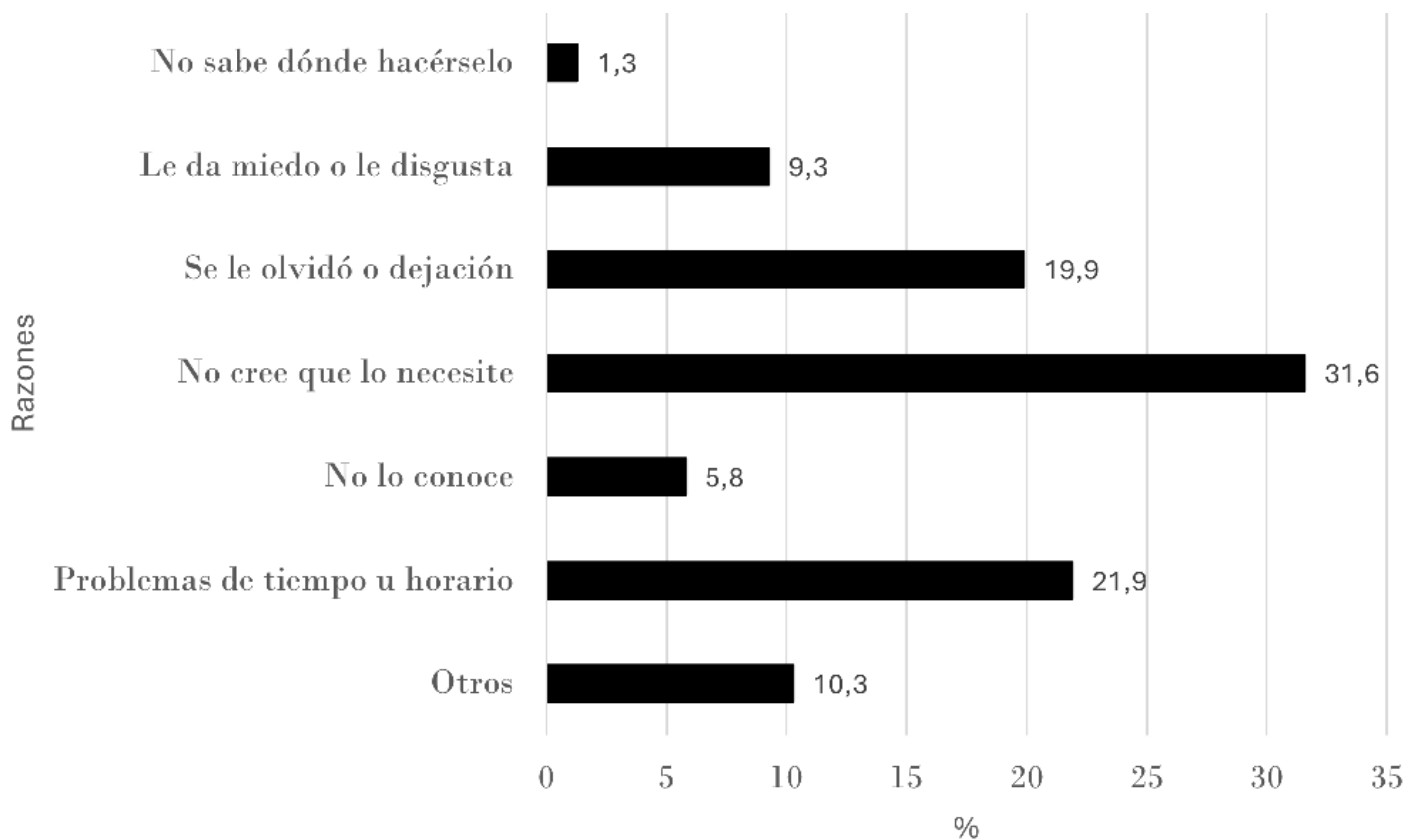
En los rangos etarios intermedios, las tasas de cobertura son significativamente más elevadas, particularmente entre los 35 y 54 años, donde solo una de cada cuatro mujeres (25.2%) señala no haberse realizado el examen en el tiempo prescrito. Este se podría considerar un buen indicador en términos de conducta preventiva por cuanto se encontrarían activas sexualmente y expuestas por más tiempo a contraer el virus del papiloma humano (VPH). A nivel epidemiológico, cobra gran

relevancia por cuanto son las pacientes donde ya se comienzan a pesquisar las primeras lesiones y vestigios de la enfermedad, cuya evolución de no mediar intervención temprana, tiende a desencadenar un cáncer.

Las principales justificaciones que expresan las mujeres para no hacerse el Papanicolau se muestran en la siguiente Figura 1:

Figura 1 Motivos que las mujeres declaran para

no realizarse el Papanicolau (%)



Fuente: Encuesta de Caracterización Socioeconómica Nacional 1990-2022, Chile.

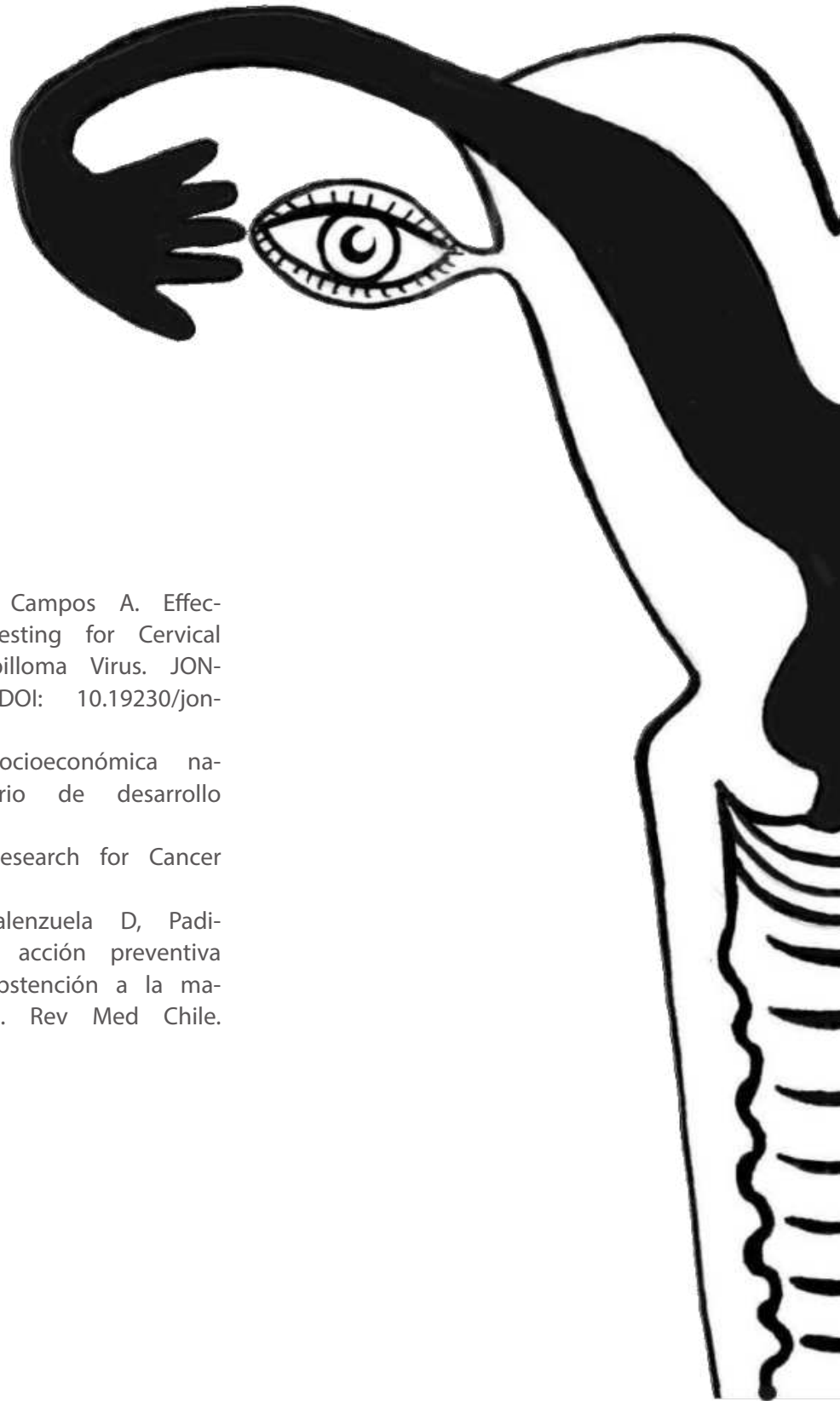


Las razones que esgrimen para no realizarse el examen son básicamente motivos de orden personal, sea porque no lo estiman necesario (31.6%), o por dejación u olvido (19.9%). Otra poderosa razón es la falta de tiempo y problemas de horario (21.9%), motivo que entremezcla componentes institucionales como la dificultad para solicitar hora u horarios para tal fin.

Asimismo, existen componentes de tipo actitudinal vinculados con el miedo, la incomodidad y el pudor como causa para no realizarse el examen. Si bien, la prevalencia de factores actitudinales es menor que las razones anteriores, para una de cada diez mujeres sí es la excusa para no realizarse el examen.

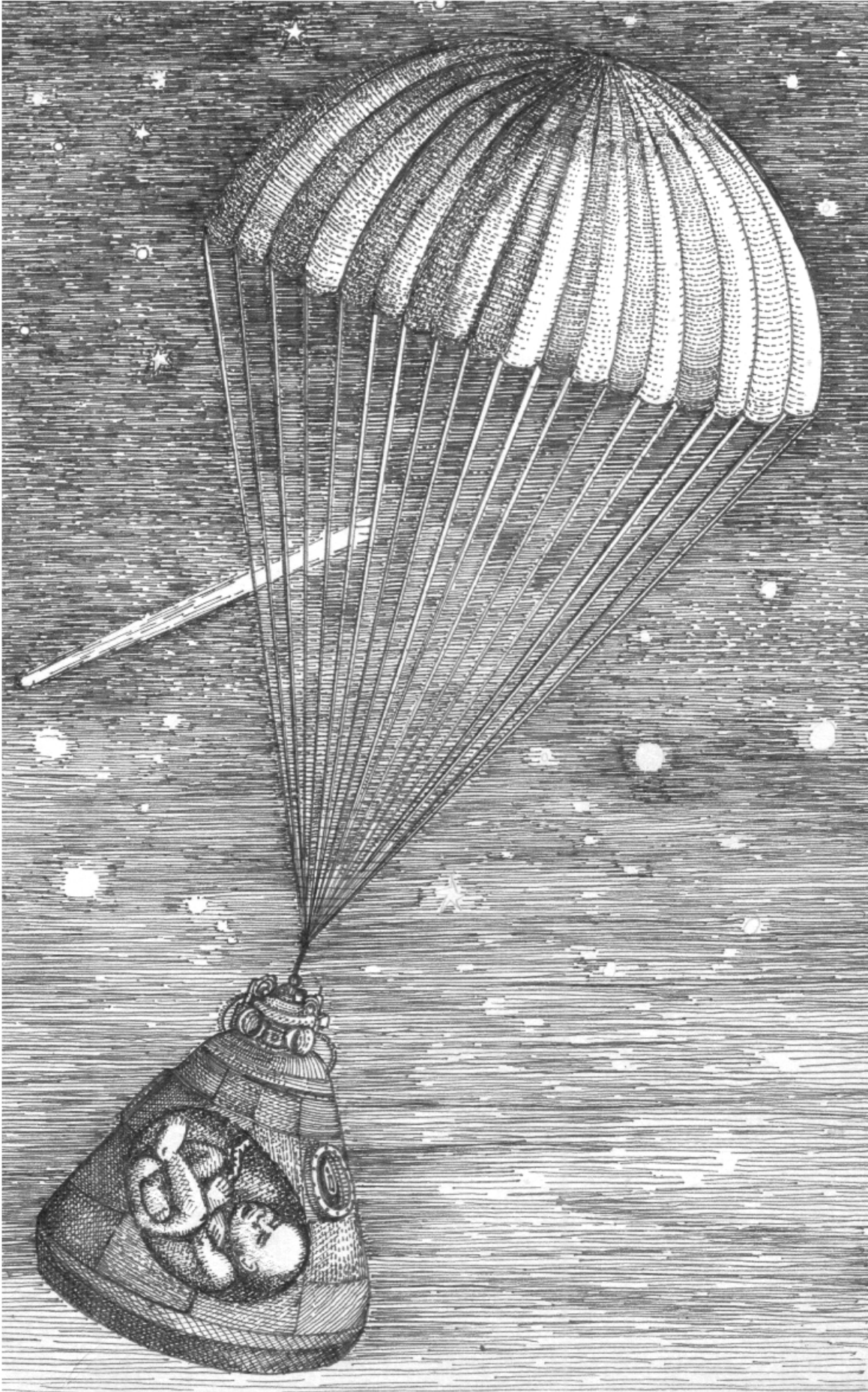
No obstante, los aumentos de cobertura que ha alcanzado el tamizaje en Papanicolau, aún subsisten brechas importantes de subsanar. Las acciones de difusión y educación a la población respecto de la importancia de desarrollar acciones de prevención y de autocuidado en salud, parecen cada vez más necesarias, en particular si consideramos que el cáncer cervicouterino es una de las principales causas de muerte en las mujeres, pero a la vez una enfermedad que responde adecuadamente al tratamiento de detectarse tempranamente.

Factores de corte personal como no disponer del tiempo necesario para poder realizarse el screening, situación que sería reflejo del agitado rol que cumple la mujer en la sociedad moderna, su creciente incorporación al mercado laboral.



#### Referencias

- Samperio Calderón JE, Salazar Campos A. Effectiveness of diagnostic testing for Cervical Cancer and Human Papilloma Virus. JON-NPR. 2019;4(5):551-66. DOI: 10.19230/jon-npr.2953.
- Encuesta de caracterización socioeconómica nacional (CASEN), Ministerio de desarrollo social y familiar, Chile.
- World Cancer Report: Cancer Research for Cancer Prevention (2020)
- Rodríguez-Garcés C, Espinosa-Valenzuela D, Padilla-Fuentes G. Cáncer y acción preventiva en Chile: perfilando la abstención a la mamografía y papanicolaou. Rev Med Chile. 2021;149:1150-1156XXX







# La herencia materna del sistema inmune

Gerardo Soto-Portilla

Estudiante de Doctorado en Neuroetología, UV. [gerardsotop@gmail.com](mailto:gerardsotop@gmail.com)

Paola Fernanda González-Nieto

Estudiante de Doctorado en Neuroetología, UV.

[pglez5@hotmail.com](mailto:pglez5@hotmail.com)

Mayvi Alvarado-Olivarez

Instituto de Neuroetología, UV [malvarado@uv.mx](mailto:malvarado@uv.mx)

<https://doi.org/10.25009/pc.v1i4.134>



## Resumen

La herencia materna del sistema inmune se establece durante la gestación y se fortalece con la lactancia materna. Durante el embarazo, la madre transfiere anticuerpos y nutrientes esenciales al feto a través de la placenta y el cordón umbilical, lo que ayuda al desarrollo del sistema inmune del bebé. La forma de nacimiento (parto natural o cesárea) influye en la composición inicial de la microbiota del bebé, afectando su sistema inmunológico. La lactancia materna proporciona anticuerpos y células inmunitarias que protegen al bebé contra infecciones y enfermedades, y promueve el desarrollo de una microbiota intestinal saludable. Estos factores son cruciales para la maduración del sistema inmune y la protección del bebé en sus primeros meses de vida.

Palabras clave: herencia materna, sistema inmune, microbiota, forma de nacimiento.

## Abstract

Maternal inheritance of the immune system is established during gestation and strengthened by breastfeeding. During pregnancy, the mother transfers antibodies and essential nutrients to the fetus through the placenta and umbilical cord, aiding the development of the baby's immune system. The mode of birth (natural delivery or cesarean section) influences the initial composition of the baby's microbiota, affecting their immune system. Breastfeeding provides antibodies and immune cells that protect the baby against infections and diseases, and promotes the development of a healthy gut microbiota. These factors are crucial for the maturation of the immune system and the baby's protection in the first months of life.

Keywords: maternal inheritance, immune system, microbiota, birth form.

# La gestación

En la gestación se crea una conexión entre la madre y el feto, la cual es regulada fisiológicamente a través de la circulación sanguínea en la placenta, así como en el cordón umbilical, esencial para el desarrollo y metabolismo fetal. Así se produce una serie de cambios como el reconocimiento del embrión por parte del sistema inmune de la madre, teniendo lugar la participación del llamado complejo principal de histocompatibilidad (CPH, por sus siglas en inglés). Posteriormente, el feto comienza la formación de la médula ósea y el timo, que son órganos primarios que dan origen a células inmunes caracterizadas por completar su maduración y diferenciación en órganos secundarios como el bazo y los nódulos linfáticos.

Durante la gestación se inicia la activación y producción de células sanguíneas (glóbulos rojos, blancos y plaquetas), proceso llamado hematopoyesis, el cual se lleva a cabo de la tercera a la quinta semana en los islotes sanguíneos del saco vitelino y en el mesénquima paraaórtico; posteriormente, durante la sexta semana, se realiza directamente en el hígado del feto, mientras que a partir de los tres meses de gestación, la hematopoyesis ocurre en la médula ósea, siendo el sitio encargado de producir las células sanguíneas desde ese momento hasta la etapa adulta. Cabe señalar que existen otros órganos del sistema inmune importantes para la maduración celular y la respuesta inmunitaria adaptativa, como el timo y el bazo.

En esta conexión materno-fetal, tanto la placenta como el cordón umbilical transfieren nutrientes importantes, entre los que se encuentran: proteínas, ácidos grasos, carbohidratos y anticuerpos. Estos últimos glicoproteínas especiales que forman parte de la defensa del sistema inmune adaptativo, nombradas técnicamente como inmunoglobulinas "Ig", son proteínas que de manera funcional participan como anticuerpos. Uno de los anticuerpos que se expresa en la mayoría de los tejidos biológicos es la inmunoglobulina denominada de tipo G "IgG", la cual tiene la función principal de combatir infecciones virales y bacterianas, esencial durante los primeros meses de vida, ya que es una etapa susceptible a infecciones, debido a que el sistema inmune continúa en desarrollo.





# Nacimiento: parto natural vs cesárea

La forma de nacimiento de los bebés puede ser de manera natural a través del tracto vaginal o por un proceso quirúrgico a través de la cesárea y se ha mostrado que impacta en la salud materno-neonatal, lo cual ha sido objeto de estudio con relación al efecto de la microbiota materna en el estado de salud y la predisposición a enfermedades a lo largo de la vida. Por ejemplo, en el caso de “la microbiota”, conjunto de microorganismos que habitan en cualquier parte de nuestro cuerpo, específicamente la microbiota que se localiza en el tracto gastrointestinal, consta de microorganismos que desempeñan un papel crucial en la absorción de nutrientes por medio de los alimentos, en la síntesis de vitaminas favoreciendo a la digestión, así como en la defensa contra microorganismos patógenos, cumpliendo con la función inmunológica.

Durante el parto natural, el recién nacido entra en contacto directo con la microbiota vaginal materna, adquiriendo de esta forma los microorganismos presentes en la vagina. Estos microorganismos colonizan rápidamente la piel y el tracto gastrointestinal del recién nacido, influyendo en la colonización y establecimiento de su propia microbiota. Además, se ha observado que los recién nacidos por vía vaginal pueden tener una microbiota más diversa y equilibrada que los nacidos por cesárea.

Los recién nacidos por cesárea no adquieren la microbiota vaginal y tienen una mayor probabilidad de adquirir microorganismos del material quirúrgico y del ambiente hospitalario. Debido a esto, la microbiota tiene un perfil diferente en comparación con la de un recién nacido por vía vaginal. Además, el proceso de colonización microbiana se retrasa en recién nacidos por cesárea, lo que puede afectar la maduración del sistema inmunológico y aumentar el riesgo de enfermedades.

La microbiota materna también puede influir en la nutrición del bebé a través de la lactancia materna, ya que la leche materna contiene una diversidad de microorganismos beneficiosos, como bacterias probióticas, que pueden colonizar el tracto gastrointestinal del bebé y promover el desarrollo de la microbiota durante los primeros meses de vida.

Es importante destacar que, si bien la forma de nacimiento puede influir en la composición inicial de la microbiota del bebé, esta no determina por completo su desarrollo a largo plazo. La microbiota puede modificarse a lo largo de la vida con la exposición a factores como la alimentación, el ambiente, el uso de medicamentos, la actividad física y las enfermedades crónicas.

# Un mundo nuevo: estrategias de supervivencia



Después del nacimiento, el sistema inmune de los bebés debe tener una mayor amplitud de respuesta ante la diversidad de microorganismos infecciosos o sustancias nocivas que pueden causar algún daño. Es así como, considerando las respuestas que ejecuta el sistema inmune, se clasifica en innato y adaptativo. La inmunidad innata representa la adquisición de protección a partir de la gestación; en cambio, la adaptativa es la respuesta inmune por parte de órganos como el bazo y el timo que se encuentran especializados para enfrentar una amenaza de manera específica y con capacidad de memoria.

Al mencionar la inmunidad innata, no podemos dejar de lado a la sangre, ya que los componentes celulares del fluido sanguíneo migran desde la médula ósea a través de la circulación, para después madurar en órganos específicos. Este es el caso de los llamados leucocitos o glóbulos blancos, mismos que se clasifican en neutrófilos, basófilos y eosinófilos, los cuales tienen funciones específicas contra bacterias, hongos o parásitos, entre otros. Son células que circulan en cualquier parte de nuestro cuerpo, a excepción del sistema nervioso.

El ambiente fetal, si bien proporciona algunas herramientas para la defensa del individuo, estas no están del todo desarrolladas. Así que durante el nacimiento ocurren cambios importantes, como pasar de estar en un ambiente libre de patógenos a estar en un ambiente colonizado por sustancias



y microorganismos patógenos ante los cuales no estamos preparados. Una vez que sucede esto, el sistema inmune comienza a elaborar una serie de mecanismos fisiológicos que, con ayuda de órganos como la médula ósea, el bazo y el timo, hacen sinergia para preparar al individuo ante amenazas externas que pudieran dañar su salud.

## En el país de los anticuerpos

En los humanos, la etapa de lactancia es definitiva porque terminan de madurar algunos sistemas, tal es el caso del sistema inmune, que constituye una barrera anatómica y química contra agentes internos y externos, como microorganismos, alérgenos y sustancias químicas.

Durante los primeros meses de vida, los bebés dependen de los anticuerpos presentes en la leche materna, ya que son los responsables de promover inmunidad ante diferentes enfermedades. Estos anticuerpos son transferidos en la leche materna. Los anticuerpos, también conocidos como inmunoglobulinas Ig, son proteínas especiales, que son elaboradas por el sistema inmunológico para ayudar a combatir infecciones de manera específica, esta especificidad confiere la capacidad evolutiva y adaptativa en el reconocimiento de patrones moleculares asociados con patógenos (PAMPs, por sus siglas en inglés).

Estas proteínas reconocen y se unen a sus-

tancias extrañas, como bacterias y virus, y trabajan en conjunto con otros componentes del sistema inmunológico para neutralizar y eliminar estas amenazas. Cada tipo de anticuerpo está diseñado para responder a un tipo específico de invasor, y el sistema inmunológico produce una amplia variedad de anticuerpos para combatir diferentes tipos de patógenos.

La madre transfiere los anticuerpos al bebé a través de la leche, brindándole protección adicional durante los primeros meses de vida. La inmunoglobulina A (IgA) es especialmente importante porque proporciona una defensa inmediata en zonas que producen moco, como el tracto digestivo y el sistema respiratorio, que son las principales puertas de entrada para muchos patógenos. El bebé al recibir la inmunoglobulina IgA a través de la leche, obtiene una barrera de protección en estas áreas anatómicas, lo que reduce el riesgo de infecciones y enfermedades crónicas no transmisibles.

En el caso de la inmunoglobulina G (IgG), es un tipo de anticuerpo que desempeña un papel fundamental en el sistema inmunológico de los bebés. Se trata de una proteína producida por el sistema inmunitario en respuesta a la presencia de antígenos bacterianos, virales, parasitarios, entre otros. Durante el desarrollo fetal, se recibe una forma pasiva de inmunidad a través de la placenta. La madre transfiere sus anticuerpos IgG al feto a través de la circulación sanguínea.

Los anticuerpos maternos brindan protección al bebé durante los primeros meses de vida, ayudando a combatir infecciones y enfermedades a largo plazo.



La IgG es el único tipo de anticuerpo que puede cruzar la barrera placentaria y proporcionar inmunidad pasiva al feto en desarrollo. Esta transferencia de anticuerpos maternos ocurre principalmente durante el tercer trimestre del embarazo, alcanzando niveles máximos justo antes del nacimiento. La cantidad de IgG transferida varía según los componentes genéticos, alimenticios, higiénicos, historia clínica y de vacunación. Después del nacimiento, los niveles de IgG en el bebé comienzan a disminuir gradualmente a medida que se desgastan los anticuerpos maternos transferidos. Sin embargo, a medida que el sistema inmunológico del bebé madura, comienza a producir sus propios anticuerpos IgG en respuesta a los antígenos a los que se expone.

La presencia de IgG en los bebés es esencial para protegerlos contra infecciones y proporcionarles inmunidad pasiva mientras su propio sistema inmunológico se desarrolla. Estos anticuerpos pueden neutralizar toxinas y microorganismos, ayudando a la opsonización (eliminación) de patógenos y a activar otras respuestas inmunitarias. Es importante tener en cuenta que los bebés prematuros o aquellos que no reciben suficiente transferencia de IgG materna pueden estar en mayor riesgo de infecciones, ya que su sistema inmunológico se encuentra debilitado.

# Lactancia materna

Con base en la Organización Mundial de la Salud (OMS), la lactancia debe ser exclusiva durante los primeros seis meses de vida para contribuir con el adecuado crecimiento y desarrollo del bebé (OMS, 2024). La leche materna es una fuente de proteínas, ácidos grasos, carbohidratos, anticuerpos, células inmunitarias y otros componentes del sistema inmune que brindan una completa protección.

Estos nutrientes trabajan en conjunto para fortalecer el sistema inmunológico del bebé, ayudándole a combatir las infecciones y enfermedades, tanto a corto como a largo plazo. Además de los anticuerpos, la leche materna también contiene células inmunitarias como los linfocitos, macrófagos y células dendríticas. Estas células desempeñan un papel vital en la respuesta inmunitaria del bebé, al identificar y combatir los agentes patógenos. También se ha descrito que la leche materna contiene factores de crecimiento y prebióticos que promueven el desarrollo de una microbiota intestinal que favorece la salud del bebé, lo cual fortalece la función de los órganos que componen el sistema digestivo.

La lactancia materna no solo protege al bebé a corto plazo, sino que también tiene beneficios a largo plazo en su salud. Los estudios han mostrado que los bebés amamantados tienen un menor riesgo de de-

sarrollar enfermedades infecciosas de tipo respiratorio, gastrointestinal y de oído. Además, se ha observado una reducción en el riesgo de enfermedades crónicas, como alergias, asma, obesidad y diabetes tipo 2 en la edad adulta. Es importante destacar que la lactancia materna no solo beneficia al bebé, sino también a la madre. La lactancia estimula la liberación de hormonas que ayudan en la recuperación posparto, reduce el riesgo de hemorragia uterina y promueve el vínculo emocional entre madre e hijo.

## Beneficios de los anticuerpos para los lactantes

La presencia de anticuerpos en la leche materna confiere varios beneficios a los bebés lactantes, estos incluyen protección contra infecciones. Los anticuerpos transmitidos a través de la leche materna ayudan a proteger al bebé contra una amplia gama de infecciones, como las respiratorias y gastrointestinales. Esto es especialmente valioso en



los primeros meses de vida, cuando el sistema inmunológico del bebé todavía está en desarrollo.

En este sentido, el fortalecimiento del sistema inmunológico se debe a los anticuerpos recibidos a través de la lactancia materna, que también pueden estimular y fortalecer el sistema inmunológico del bebé, ayudándolo a desarrollar sus propias defensas contra las enfermedades a medida que crece. Se ha observado que los bebés lactantes tienen un menor riesgo de desarrollar alergias gracias a los anticuerpos presentes en la leche materna. Estos anticuerpos ayudan a entrenar el sistema inmunológico del bebé para reconocer y tolerar sustancias potencialmente alergénicas.

Las alergias en los bebés se refieren a las reacciones inmunológicas anormales que ocurren cuando su sistema inmunológico responde de manera exagerada a sustancias normalmente inofensivas, como alérgenos ambientales (polen, ácaros del polvo, pelo de animales, entre otros) así como a una diversidad de alimentos de consumo cotidiano como a la leche de vaca, los huevos, los cacahuets, entre los más comunes. Incluso, pueden llegar a presentar reacción alérgica ante ciertos medicamentos. Los síntomas de las alergias en los bebés pueden incluir erupciones cutáneas, picazón, congestión nasal, dificultad para respirar e incluso reacciones más graves.

Las alergias de los bebés pueden desencadenarse cuando el sistema inmune falla en algún nivel de reconocimiento por parte de las células secretoras de citocinas tipo 2, mastocitos, basófilos y los eosinófilos. Por lo tanto, aunque sean partículas que normalmente no representan un riesgo para la salud, en el caso de los bebés con respuesta alérgica, pueden ser mortales. Cabe señalar que las alergias tienen un componente hereditario por lo que aquellos bebés con antecedentes familiares con alergias son más susceptibles a desarrollarlas.



# Conclusión

Hemos presentado un panorama general de cómo el sistema inmune influye en etapas importantes del desarrollo, como la gestación y la lactancia, creando una defensa a través de procesos biológicos como la forma de nacimiento y la nutrición materna, los cuales favorecen la maduración de órganos especializados en la respuesta inmunológica de los bebés.

La formación y consolidación del sistema inmune en edades tempranas del desarrollo puede influir en la aparición de enfermedades alérgicas y autoinmunes en la adultez, impactando en la calidad y el estado de salud de las personas. Esto puede provocar daños colaterales que afecten a otros órganos y sistemas dependientes de la respuesta del sistema inmune.

Por ello, es importante que las madres se alimenten saludablemente durante y después del embarazo, con el fin de proporcionar los nutrientes esenciales que favorezcan la salud de la madre y del bebé. Además, se recomienda llevar a cabo la lactancia materna de manera exclusiva durante los primeros seis meses de vida y complementarla con alimentos sólidos hasta los dos años, según lo recomienda la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Fondo de las Naciones Unidas para la Infancia (UNICEF), con el propósito de fortalecer la protección inmunológica en las primeras etapas de la vida.

## Agradecimientos

Agradecemos a las y los lectores de este artículo por su interés en ampliar su conocimiento y curiosidad en el tema de la inmunidad del desarrollo. Las y los invitamos a seguir despertando su curiosidad por la ciencia.

## Bibliografía sugerida

- Davis, E. C., Castagna, V. P., Sela, D. A., Hillard, M. A., Lindberg, S., Mantis, N. J., Seppo, A. E., y Järvinen, K. M. (2022). Gut microbiome and breast-feeding: Implications for early immune development. *The Journal of allergy and clinical immunology*, 150(3), 523–534. <https://doi.org/10.1016/j.jaci.2022.07.014>
- Simon, A. K., Hollander, G. A., y McMichael, A. (2015). Evolution of the immune system in humans from infancy to old age. *Proceedings. Biological sciences*, 282(1821), 20143085. <https://doi.org/10.1098/rspb.2014.3085>
- Yu, J. C., Khodadadi, H., Malik, A., Davidson, B., Salles, É. D. S. L., Bhatia, J., Hale, V. L., y Baban, B. (2018). Innate Immunity of Neonates and Infants. *Frontiers in immunology*, 9, 1759. <https://doi.org/10.3389/fimmu.2018.01759>
- Zhou, L., Qiu, W., Wang, J., Zhao, A., Zhou, C., Sun, T., Xiong, Z., Cao, P., Shen, W., Chen, J., Lai, X., Zhao, L. H., Wu, Y., Li, M., Qiu, F., Yu, Y., Xu, Z. Z., Zhou, H., Jia, W., Liao, Y., y He, Y. (2023). Effects of vaginal microbiota transfer on the neurodevelopment and microbiome of cesarean-born infants: A blinded randomized controlled trial. *Cell host & microbe*, 31(7), 1232–1247.e5. <https://doi.org/10.1016/j.chom.2023.05.022>





# Susurros de la selva: En búsqueda del mono araña

<https://doi.org/10.25009/pc.v1i4.62>

Jimena Campuzano Barradas  
zs19011364@estudiantes.uv.mx  
Facultad de Biología UV región Xalapa









### Resumen

La selva, llena de sonidos que parecen mágicos, no solo nos brinda un espectáculo biodiverso, sino también una oportunidad de generar conocimiento. A través del monitoreo biológico, se busca entender cómo, con el transcurrir del tiempo, cambian las especies y su entorno. Entre las densas copas de los árboles habitan los monos araña, primates amenazados por la deforestación, que desempeñan un papel vital como dispersores de semillas. Mediante el monitoreo acústico pasivo, cuyo principal propósito es la obtención de información para generar estrategias efectivas de conservación, se emprende la búsqueda de estos monos. La aventura revela la importancia de la tecnología y de la investigación para preservar la biodiversidad y el hábitat de los monos araña.

#### Palabras clave:

Biodiversidad,  
Monitoreo biológico,  
Monitoreo acústico pasivo,  
Mono araña,  
Conservación.

### Abstract

The jungle, filled with sounds that seem magical, not only offers us a biodiversity spectacle but also an opportunity to generate knowledge. Through biological monitoring, we aim to understand how species and their environment change over time. Among the dense tree canopies live spider monkeys, primates threatened by deforestation, who play a vital role as seed dispersers. Through passive acoustic monitoring, whose main purpose is to obtain information to generate effective conservation strategies, the search for these monkeys begins. The adventure reveals the importance of technology and research in preserving biodiversity and the habitat of spider monkeys.

#### Keywords:

Biodiversity,  
Biological monitoring,  
Passive acoustic monitoring,  
Spider monkey,  
Conservation.



Los sonidos de la selva son cautivadores y llenos de vida. Mientras nos adentramos en ella, logramos escuchar numerosos pájaros cantando diferentes melodías, al igual que los zumbidos de los insectos voladores que parecen danzar en el aire, ramas crujiendo y hojas de los árboles que se balancean con el viento. Estos sonidos, además de permitirnos sentir la belleza de la naturaleza, también son relevantes para un propósito científico y de estudio, pero ¿Qué sonidos se pueden ocupar en la ciencia?

En realidad, todos los ruidos de la selva se pueden estudiar, ya que cada uno nos ofrece información de gran interés; escoger uno u otro dependerá de lo que estemos buscando o de ciertas interrogantes. Por ejemplo, nos podríamos hacer la siguiente pregunta: ¿Qué especies de animales vivían en la selva en el año 2022 y, de estas, cuántas permanecieron presentes después de un año? Esta y otras preguntas se pueden resolver descartando los sonidos de la lluvia, del viento, de las ramas y de las pisadas de animales o humanos, y escuchando solamente las vocalizaciones que realizaron determina-

dos mamíferos, aves u otros animales durante estos dos años, lo que se llama monitoreo biológico.

En general, el monitoreo biológico nos sirve para entender las relaciones de las especies en un ecosistema y conocer cómo cambian, tanto estas como su entorno a través del tiempo. Lo anterior, nos permite entender y prevenir cambios no deseados y, además, reconocer las consecuencias derivadas de las actividades humanas en relación con los ecosistemas naturales. Es como cuando vamos al mercado cada semana por nuestra despensa y nos damos cuenta de cuánto han subido o bajado los precios; el hecho de darnos cuenta nos permite buscar alternativas como comprar la fruta de temporada. Esto solo es posible si hemos llevado un registro mental de cómo se van comportando los precios de los productos a lo largo del tiempo. De manera similar funciona el monitoreo biológico, pero en lugar de observar los precios de los productos en el mercado, estamos atentos a los cambios en las poblaciones de especies, la salud de los ecosistemas y las interacciones entre ellas.

A lo largo del tiempo, las y

los investigadores han desarrollado técnicas para monitorear la presencia de animales en su hábitat natural, como el método de los transectos lineales, donde se registran los organismos que se van observando y escuchando a lo largo de un recorrido en línea recta. Con esta técnica se pueden abarcar áreas extensas, pero es un método un tanto invasivo y lento, ya que es necesario caminar muchos kilómetros al día. Además, no siempre resulta efectivo, sobre todo, cuando se trata de animales que pasan la mayor parte de su día sobre las copas de los árboles y que, por tanto, son poco visibles desde tierra.

Otro método de seguimiento es el punto de conteo, en el que los organismos registrados son únicamente los que se observan y escuchan dentro de un círculo durante un tiempo determinado como, por ejemplo, de 30 minutos. Desafortunadamente, con esta metodología existe la posibilidad de que el animal que estemos monitoreando simplemente no permanezca en el mismo punto, debido a que muchos recorren grandes distancias durante el día.

También existen otros métodos en los que solo se toman en cuenta las marcas que dejan los animales como las aves y los chimpancés: huellas en el lodo, heces o nidos. Sin embargo, todas las técnicas mencionadas dependen de que estén presentes en la selva, persiguiendo a los animales y a sus rastros, cosa que no es del todo fácil, particularmente con animales que son muy ágiles como los monos araña, puesto que se mueven, se cuelgan y saltan por las densas copas de los árboles y, además, recorren distancias más rápido que los humanos caminando en tierra.

Los monos araña de Geoffroy, cuyo nombre científico es *Ateles geoffroyi*, son uno de los tres primates no humanos que se distribuyen en México. Los podemos encontrar en Veracruz, Oaxaca, Chiapas y en la Península de Yucatán. Estos primates tienen extremidades delgadas y largas, y una cola prensil, es decir, que les sirve para sujetarse a las ramas de los árboles. Estas características les permiten balancearse y saltar de árbol en árbol de manera muy ágil, sin caerse.

Los monos araña se alimentan principalmente de los frutos de los árboles que crecen en su hábitat, por lo que también son importantes

dispersores de semillas. Normalmente comen las frutas enteras con semilla y se desplazan por la selva para reunirse con otros monos o en busca de más alimento. Mientras esto sucede, la comida se va digiriendo y cuando llegan a otro lugar de la selva, depositan en el suelo sus heces, que contienen las semillas de las frutas consumidas. Algunas semillas germinarán, crecerán y se convertirán en nuevos árboles, los que más adelante les proporcionarán más alimento. De esta manera, los monos araña, junto con aves, insectos y otros mamíferos ayudan a que, poco a poco, la selva se mantenga. Podríamos decir que los monos araña son jardineros de la naturaleza.



Figura 1. Mono araña de Geoffroy en la Península de Yucatán. Fotografía de Eduardo Pinel.





Tristemente, su hábitat se encuentra en peligro, al ser destruido por la urbanización, de manera que cada día les es más difícil conseguir alimento adecuado, por lo que actualmente están clasificados como animales en peligro de extinción, tanto por la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales de México, como por la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza. Hasta hace muy poco tiempo, fueron considerados una de las 25 especies de primates más amenazadas en el mundo. De ahí la importancia de monitorear y conocer el estado de las poblaciones de monos araña en México y de cuantificar su presencia en la naturaleza para poder cumplir con su rol como dispersores de semillas.

Si bien podríamos monitorear a los monos araña a través de sus huellas, esto es complicado, ya que la mayoría del día se encuentran trepados en los árboles. Otro indicio de su presencia son sus heces, sin embargo, al no tener forma definida y al encontrarse entre la densa vegetación de la selva no siempre se pueden localizar ¡Imagina qué difícil es encontrar unas heces que cayeron 25 metros desde la copa de un árbol y que se rompieron en muchos pedazos! Entonces, ¿Cómo podemos monitorear la presencia de estos hábiles primates, si no podemos ver fácilmente ni a ellos ni a sus heces, debido a la densa vegetación? El título de este artículo ya te dio una pista: a través de los sonidos de la selva, específicamente de sus vocalizaciones en el momento de comunicarse.



Recientemente, investigadores del Instituto de Neuroetología de la Universidad Veracruzana comenzaron a utilizar el monitoreo acústico pasivo para encontrar monos en las selvas de Quintana Roo y Yucatán, usando una particular vocalización que hacen estos primates llamada relincho. Como sugiere el nombre, suena algo similar a un relincho de un caballo. Este método ya había sido utilizado para estudiar aves, pero apenas en los últimos años se ha comenzado a usar para el estudio de los monos araña. La técnica consiste en colocar pequeñas grabadoras de audio dentro de la selva para que capturen todos los sonidos y ruidos emitidos por los animales y la naturaleza durante un tiempo determinado.



El monitoreo acústico pasivo tiene la ventaja de ser un método no invasivo, puesto que no requiere la presencia de los humanos (a excepción de cuando se colocan y se retiran las grabadoras). También es un monitoreo continuo, es decir, se pueden grabar todos los sonidos sin interrupciones. Este sistema genera muchísima información para el posterior análisis por parte de las y los investigadores; a partir de esto surge otra pregunta: ¿Cómo distingues un mono araña en horas y horas de grabaciones entre miles de sonidos de selva?

Como podrás imaginar, esta es una tarea que requiere tiempo y paciencia. Afortunadamente, en la actualidad, contamos con dife-

rentes avances tecnológicos, como la inteligencia artificial, que juega un papel importante en la mejora de los esfuerzos de conservación de las especies. Mediante una plataforma llamada ARBIMON (Red de Monitoreo de Biodiversidad Remota Automatizada, por sus siglas en inglés) se facilita el trabajo de las y los investigadores y se optimiza el tiempo. Sin embargo, por más que quisiéramos, esta tecnología no es perfecta y aún hace falta el toque humano para encontrar y estudiar a monos araña.

Para que se puedan encontrar los particulares relinchos entre horas de grabaciones, es necesario entender que no todos los relinchos se van a escuchar igual: unos se escucharán más lejos o más cer-

ca, otros más claros o con mucho ruido de fondo y, además, cada mono araña tiene un relincho único, al igual que cada persona tiene una voz distinta; de ahí que necesitemos varias grabaciones de relinchos (que no sean iguales) para que la plataforma los tome de referencia. Después, se tienen que subir todas las grabaciones obtenidas de los sonidos de la selva. Lo que ARBIMON hace es analizar cada una de las grabaciones generadas en la selva y compararlas con los audios que ya sabemos que sí son relinchos. A partir de pequeños fragmentos de grabaciones, el programa detecta lo que se parece a un relincho, es decir, donde encontró coincidencias con la vocalización característica de los monos araña.



Figura 2. Grabadora de audio colocada en la selva con su protección contra lluvia y humedad para capturar vocalizaciones de monos araña. Fotografía de Eduardo Pinel.



Figura 3. Ilustración de grabadora de audio (color verde claro) en la selva, captando las vocalizaciones de los monos araña de Geoffroy y las Chachalacas. Ilustración de Aranza Hernández Gómez

Probablemente ahora estás pensando “¡Qué fácil!”, pero, en realidad, no todo “lo que brilla” es un relincho. ¿Recuerdas que aún hace falta el toque humano?... es en este paso donde quien investiga entra en escena, ya que las coincidencias que el programa da como resultado no siempre son relinchos. El programa capta todas las grabaciones que se parecen a relinchos. En varias ocasiones (más de las que nos gustarían) los sonidos solo son lluvia, truenos o zumbidos de insectos voladores y, muchas otras veces, son aves como

las conocidas chachalacas, cuyo canto es similar al relincho de los monos araña. Se podría decir que es como encontrar una aguja en un pajar y que, en este caso, la aguja son los relinchos.

Una vez que el programa nos da las coincidencias, pudiendo ser desde cero hasta miles, hay que escucharlas con atención y paciencia en busca del mono araña. Imagina sumergirte en muchísimos fragmentos de audio donde la selva se expresa con sonidos cautivadores como la lluvia, las aves, los insectos, los sapos y las

ramas moviéndose, pero también donde escuchamos sonidos no tan agradables como el de las motosierras y los motores de coche, lo que significa que el humano cada vez está más cerca de la selva, destruyéndola.

Entre el susurro de las hojas, el murmullo de la lluvia y los cantos de las aves, se despliega un universo sonoro que contiene la historia de estos monos. Aunque el proceso puede ser arduo, cada minuto dedicado a escuchar es una inversión para comprender la vida y el comportamiento de los monos araña en su hábitat na-

tural. Pese a todas las horas que se tienen que invertir para lograr oír la mayor cantidad de fragmentos de audios y escuchar cientos y cientos de chachalacas, nada se compara con la emoción de finalmente encontrar el maravilloso relincho del maravilloso primate, porque oírlo quiere decir que, a pesar de los desafíos que se enfrentan por la destrucción de su hábitat, aún están presentes, aún están ahí, moviéndose entre los árboles, hablando, comunicándose y contribuyendo a la salud de la selva.

El último método descrito nos brinda valiosa información sobre la presencia de estos primates en su hábitat, ya que una vez identificados los fragmentos de audios que coinciden con los relinchos, las y los investigadores no solo conocen más sobre dónde se encuentran y por dónde pasan durante el día, sino también si hay más o menos monos en la selva que se mantiene natural con relación a las partes más cercanas de la urbanización. Además, esto abre puertas para crear nuevas y más efectivas estrategias de conservación.

Por ejemplo, al identificar dónde son menos frecuentes los relinchos o han desaparecido, las y los investigadores tratarán de entender las razones y, a partir de ahí, dirigirán todos sus esfuerzos hacia la protección y la restauración de las zonas donde habitan los monos. También podemos ver si las estrategias actuales para la conservación de la selva y del mono, como las áreas naturales protegidas, están funcionando bien o necesitan cambios. Se trata de ajustar las cosas y buscar equilibrios. De esta manera, cada relincho encontrado se convierte en un eco de

esperanza, recordándonos la importancia de preservar estos hábitats y trabajar en la conservación de especies amenazadas como los monos araña.

A lo largo de esta aventura, pudimos darnos cuenta de que la combinación de tecnología y la investigación se presenta como la clave para salvaguardar a los monos araña y su hábitat. Es muy importante incorporar programas para informar a la población de las comunidades cercanas, para generar conciencia de cómo cuidar a los monos araña y el lugar donde viven. Además, la información recopilada sirve para que los gobiernos tomen decisiones con vistas a proteger estos lugares.

El sonido de la selva, que une lo mágico con lo científico, nos invita a seguir explorando y protegiendo la biodiversidad que nos rodea, recordándonos que, al preservar y cuidar a los monos araña, estamos contribuyendo a la salud y equilibrio del hogar que compartimos con ellos, el planeta Tierra.



¡Escucha un mono araña de  
Geoffroy!  
Escanea el código QR





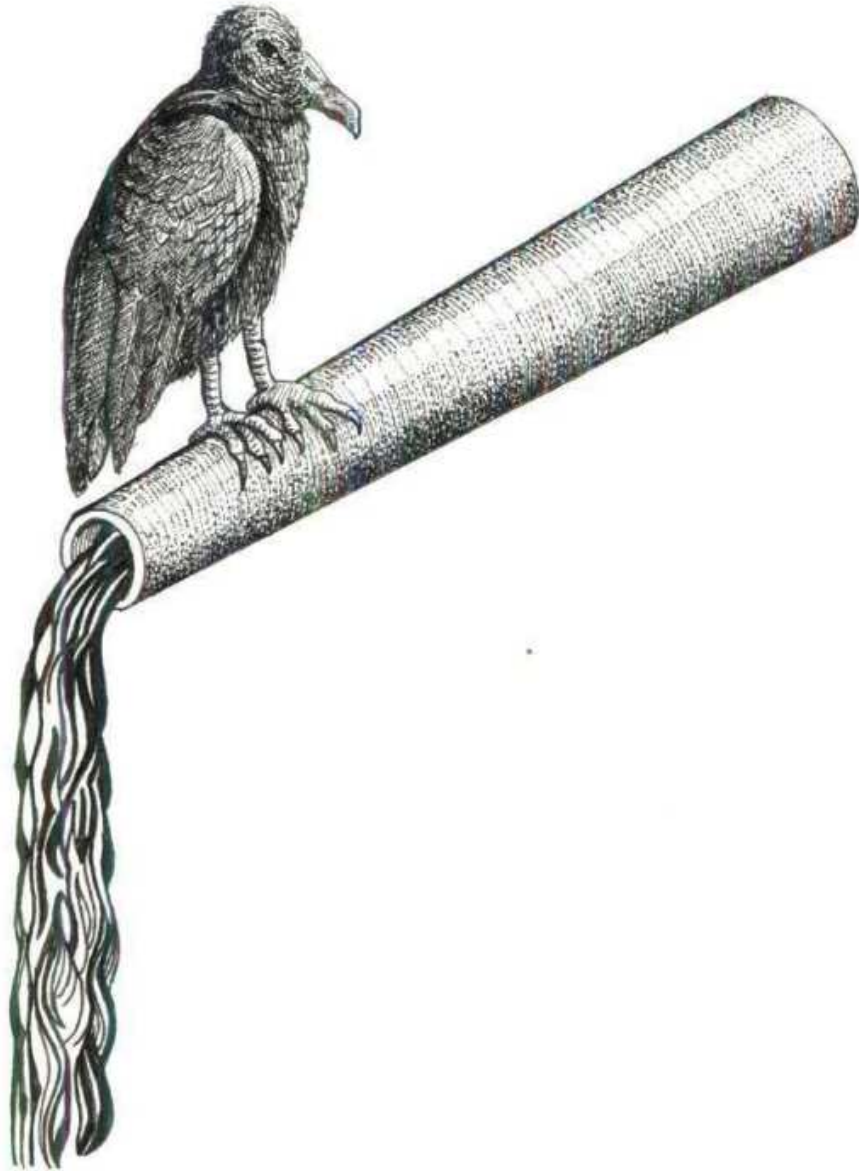
### Referencias y bibliografía

- Aranda Sánchez, J. M. (2012). Manual para el rastreo de mamíferos terrestres en México. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Recuperado de [https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/versiones\\_digitales/ManualRastreoMamiferosMexico.pdf](https://www.biodiversidad.gob.mx/publicaciones/versiones_digitales/ManualRastreoMamiferosMexico.pdf)
- De la Maza, M., Leichtle, J., Beltrami, E., et al. (2011). Técnicas de monitoreo de fauna. En M. de la Maza & C. Bonacic (Eds.), Manual para el monitoreo de fauna silvestre en Chile (pp. 55-130). Pontificia Universidad Católica de Chile. Recuperado de [https://www.researchgate.net/profile/Tomas-Altamirano/publication/303876494\\_Tecnicas\\_de\\_monitoreo\\_de\\_fauna/links/5759fa1808ae414b8e440b0b/Tecnicas-de-monitoreo-de-fauna.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Tomas-Altamirano/publication/303876494_Tecnicas_de_monitoreo_de_fauna/links/5759fa1808ae414b8e440b0b/Tecnicas-de-monitoreo-de-fauna.pdf)
- González-Zamora, A., Arroyo-Rodríguez, V., Chaves, Ó. M., Sánchez-López, S., Stoner, K. E., & Riba-Hernández, P. (2009). Diet of spider monkeys (*Ateles geoffroyi*) in Mesoamerica: Current knowledge and future directions. *American Journal of Primatology*, 71(1), 8-20. <https://doi.org/10.1002/ajp.20625>
- Hutschenreiter, A., Kalan, A., Bonilla Moheno, M., Morales-Mávil, J. E., Mandujano, S., Briseño Jaramillo, M., Spaan, D., & Aureli, F. (2022). Spider Monkeys (*Ateles geoffroyi*) habituate to anthropogenic pressure in a low-impact tourism area: Insights from a multi-method approach. *International Journal of Primatology*, 43. <https://doi.org/10.1007/s10764-022-00310-1>
- Lawson, J., Rizos, G., Jasinghe, D., Whitworth, A., Schuller, B., & Banks-Leite, C. (2023). Automated acoustic detection of Geoffroy's spider monkey highlights tipping points of human disturbance. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 290(1995), 20222473. <https://doi.org/10.1098/rspb.2022.2473>
- Mendez-Carvajal, P., Rodríguez, M., Pozo-Montuy, G., Chaves, Ó., Sánchez, R., Gutiérrez Pineda, K., Spaan, D., Pinel Ramos, E. J., & Zaldaña, K. (2022). Geoffroy's Spider Monkey *Ateles geoffroyi* (pp. 135-141). Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/363207780\\_GEOFFROY'S\\_SPIDER\\_MONKEY\\_Ateles\\_geoffroyi](https://www.researchgate.net/publication/363207780_GEOFFROY'S_SPIDER_MONKEY_Ateles_geoffroyi)













# Lixiviados de residuos orgánicos municipales y bioprocesos para su tratamiento

<https://doi.org/10.25009/pc.v1i4.102>



Vanessa Sánchez Fernández, zs20007529@estudiantes.uv.mx, Ingeniería en Biotecnología, Facultad de Ciencias Químicas, Región Orizaba-Córdoba, Universidad Veracruzana.

Dr. Miguel Ángel Martínez Jardines, rebelito\_mikel@hotmail.com, Posdoctorante CONAHCYT, Inbioteca, Universidad Veracruzana.

Dr. Sergio Martínez Hernández, sermartinez@uv.mx, Inbioteca, Universidad Veracruzana. Autor por correspondencia.

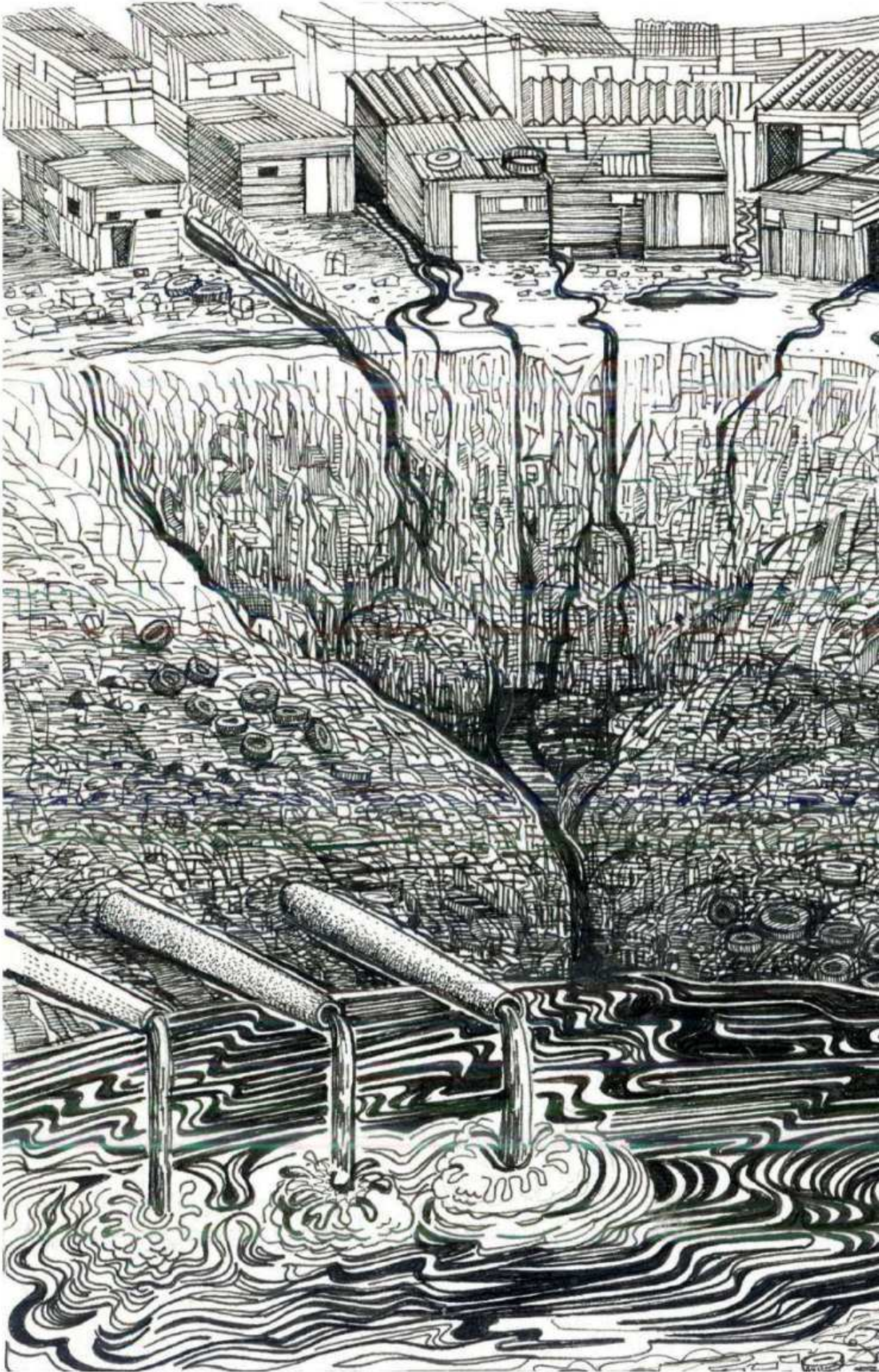
**Resumen:** En este artículo aprenderás sobre los residuos orgánicos municipales, sus lixiviados y por qué te debe preocupar su existencia. Te adentraremos en la historia del ciclo nitrógeno. Aprenderás sobre los diminutos organismos nitrificantes y desnitrificantes que mantienen en su lugar a los lixiviados y cómo nos auxilian en la creación de alternativas innovadoras y sustentables.

**Palabras clave:** Residuos orgánicos municipales, lixiviados, nitrógeno, organismos nitrificantes, organismos desnitrificantes.

**Abstract:** In this article, you will learn about municipal organic waste, its leachate, and why you should be concerned about its existence. We will take you into the history of the nitrogen cycle. You will learn about the tiny nitrifying and denitrifying organisms that keep leachate in place and how they help us create innovative and sustainable alternatives.

**Keywords:** Municipal organic waste, leachates, nitrogen, nitrifying organisms, denitrifying organisms.











En el mundo, diariamente, se generan miles de toneladas de residuos que, al paso de los años, ha ido en aumento, como consecuencia de las crecientes necesidades de la sociedad. En su mayoría, los residuos son liberados al ambiente sin ser clasificados, generando enormes problemas. Entre estos residuos destacan los residuos sólidos urbanos (RSU) y entre estos, su fracción orgánica. El compostaje es una alternativa para el tratamiento de los residuos sólidos orgánicos. Durante este proceso se generan lixiviados, líquidos contaminantes con un alto impacto ambiental negativo. En este artículo, analizaremos cómo algunos procesos biológicos pueden ser usados como una herramienta para afrontar la problemática ambiental asociada con los lixiviados de los residuos orgánicos municipales.

### El origen de la problemática: lixiviados de los residuos orgánicos municipales

Poniéndonos en perspectiva, la problemática ocasionada al medio ambiente por los lixiviados resalta por las cantidades colosales de basura que se desechan día con día. Tan sólo en México, se generan entre 120-128 toneladas de RSU por día; en Veracruz la cifra alcanza alrededor de 7,800 toneladas y en la ciudad de Xalapa se estima una producción de 400 toneladas diarias, de las cuales el 58% corresponden a residuos orgánicos. Casi la totalidad de los RSU en Xalapa terminan en el relleno sanitario municipal y solamente entre el 5%-10% llega a un centro de compostaje municipal aledaño a la central de abastos de la ciudad (Moreno Quirós, 2022) (Figura 1).

**En México, se generan entre 120-128 toneladas de RSU por día; en Veracruz la cifra alcanza alrededor de 7,800 toneladas.**

Figura 1. Pila de residuos orgánicos para en el Centro de Compostaje de la ciudad de Xalapa, Veracruz.  
Fuente: autoría propia.













El centro de compostaje de Xalapa recibe residuos orgánicos procedentes del Mercado Jáuregui, del Mercado Alcalde y García, y de la Central de Abastos. Estos residuos se componen de todo tipo de verduras y frutas como tomate, papaya, naranja, limón, sandía, hortalizas, etc. Además, incluyen hojas y ramas provenientes los trabajos de podas de los parques y jardines de la ciudad, como los emblemáticos Parque Juárez, el Parque de los Berros o el Parque de los Sauces.

En el centro de compostaje, el establecimiento de pilas (de residuos) y las diferentes labores de su proceso, se realizan al aire libre. El proceso de compostaje, inicia con la entrada de camiones recolectores llenos de residuos orgánicos para descargarlos y formar una pila sobre una explanada de cemento. Al lado de esta, suele encontrarse otra pila formada por ramas trituradas y hojas secas que regularmente se ocupa para cubrir la pila que contiene los residuos orgánicos (Figura 2). Una vez cubierta la pila, empieza la primera etapa del proceso que dura alrededor de 4 semanas. Esta se voltea periódicamente, utilizando maquinaria pesada y agregando hojarascas para mantener la humedad y porosidad adecuadas.

Figura 2. Hojas secas implementándose como cubierta protectora de las pilas de compostaje en el Centro de Compostaje de la ciudad de Xalapa, Veracruz. Fuente: autoría propia.

Posteriormente, la pila se traslada a otra explanada aledaña donde permanecerá durante un intervalo de entre 4 y 6 meses. Este periodo se considera el de mayor actividad de los microorganismos para llevar a cabo la descomposición de los residuos orgánicos. No obstante, los trabajos en campo muestran que durante esta fase aún se encuentran diversos residuos inorgánicos como botellas, hilos, bolsas o envases de plástico o de unicel que suelen afectar al producto final, por lo que es necesario realizar actividades de tamizado. Todo el producto final, considerado como abono, resultado del proceso de compostaje, se destina principalmente para ser usado en los parques y jardines de la ciudad, y como donación para agricultores de la región.

La generación de los lixiviados comienza desde la colecta de los residuos orgánicos municipales. Durante la descarga de los camiones recolectores, estos empiezan a escurrir y juntos con los generados de las pilas de compostaje, son almacenados en un depósito subterráneo de recolección (Figura 3).

¿Qué son los lixiviados de composta y cómo nos perjudican?

Los lixiviados de composta se originan con la descomposición de los residuos orgánicos, donde intervienen factores como el calor, la humedad y el aire. La descomposición genera un líquido amarillento oscuro, cuyos componentes pueden ser altamente tóxicos para suelos y cuerpos de agua. En los hogares, es fácil reconocer a los lixiviados: es el líquido, a veces maloliente, que escurre debajo de las bolsas de basura orgánica cuando las almacenamos temporalmente hasta la llegada del camión recolector.

Los lixiviados contienen carbono, nitrógeno, hidrógeno, fósforo, además de otros componentes

que funcionan como nutrientes para las plantas, pero que en grandes cantidades se vuelven tóxicos (Chatterjee *et al.*, 2013). En los lixiviados predomina la presencia de materia orgánica, pero también compuestos ricos en nitrógeno, como el amonio.

**El efecto perjudicial de los lixiviados radica en su composición y en su alta concentración de nitrógeno y materia orgánica, lo que causa daños al medio ambiente.**

Sabiendo esto, los lixiviados presentan composiciones muy variables que van a depender de los tipos de residuos, de su exposición a factores ambientales como las lluvias e incluso del tiempo que llevan generados. De acuerdo con la edad, los lixiviados se pueden clasificar en jóvenes, maduros y viejos. Los jóvenes presentan una considerable biodegradabilidad que disminuye al convertirse en maduros y viejos, por lo que surge la necesidad de buscar alternativas de tratamiento para cada tipo de lixiviado. Lo anterior, con el propósito de realizar una gestión adecuada para minimizar su impacto al ambiente.







## De desechos a recursos con el tratamiento de lixiviados

Para el tratamiento de los lixiviados, se deben tener en cuenta diversos aspectos tales como su procedencia, su composición y su edad (Youcai, 2018). En este contexto, los lixiviados engloban varios tipos de contaminación y representan una amenaza para el suelo de los alrededores, tierras de cultivo, aguas superficiales y acuíferos.

Las alternativas para su tratamiento se pueden clasificar en tratamientos fisicoquímicos y biológicos. Los primeros suelen ser efectivos y, como su nombre indica, combinan principios físicos y químicos para modificar estructuralmente los elementos contaminantes, reduciendo o minimizando su impacto ambiental. Además de sus beneficios, se deben considerar ciertas desventajas como la generación de residuos secundarios y el alto costo que requiere su gestión. Además, algunos métodos requieren un gran consumo de energía y sustancias químicas que pueden tener posibles impactos ambientales (Di Maria & Sisani, 2017).

Los tratamientos biológicos son una alternativa más viable, pues su costo de operación es relativamente menor, requieren de niveles bajos de energía y son más amigables con el medio ambiente. Los tratamientos biológicos, según sea el caso, se basan en el uso de organismos o microorganismos, que utilizan la materia orgánica y el nitrógeno de los lixiviados como fuente de alimento para transformarla en compuestos menos tóxicos para el ambiente.

### Tratamiento biológico: las bacterias del ciclo del nitrógeno

Una de las claves para abordar la problemática del manejo de los lixiviados radica en el rei-

no microbiano. Diversos microorganismos, entre ellos bacterias y hongos, tienen la capacidad de descomponer compuestos tóxicos presentes en los lixiviados y transformarlos en productos menos perjudiciales. Este enfoque biológico no solo es eficaz, sino también sostenible, al aprovechar los procesos naturales para resolver problemas ambientales.

En el fascinante mundo microbiano, existen aquellos que están relacionados con el ciclo del nitrógeno, un elemento vital en nuestro planeta, que pueden ser usados con alternativas biológicas de tratamiento. En este ciclo, participan diversos tipos de microorganismos que transforman y reciclan el nitrógeno en sus diferentes formas dentro de los ecosistemas, por lo que se consideran una valiosa herramienta para mitigar la problemática ambiental planteada.

Al igual que el agua, el nitrógeno también experimenta un ciclo por los diversos compartimentos de la Tierra, en el que se transforma en diferentes estados de agregación. Este proceso es influenciado por diversos factores bióticos, como plantas y microorganismos, y factores abióticos, como la temperatura, la humedad y el pH. A grandes rasgos, el ciclo del nitrógeno abarca las etapas de fijación, amonificación, asimilación, nitrificación y desnitrificación.

### El ciclo del nitrógeno: la historia

En la historia del nitrógeno las bacterias juegan un papel crucial. La etapa inicial se refiere a la fijación, donde un grupo de microorganismos forman alianzas simbióticas con las raíces de algunas espe-



cies de plantas. Dentro de sus responsabilidades está convertir el nitrógeno del aire, es decir, el nitrógeno gaseoso ( $N_2$ ) en formas orgánicas útiles para las plantas y demás seres vivos; a cambio, consiguen protección contra el oxígeno, pues estos microorganismos son conocidos por no llevarse bien con este elemento.

La historia continúa con la amonificación, donde las diminutas criaturas descomponen la materia orgánica como ningún otro organismo lo puede hacer, liberando amonio. La etapa de asimilación se refiere a la incorporación de las formas orgánicas del nitrógeno en otros seres vivos como plantas y animales. No obstante, los productos o desechos de estos son utilizados nuevamente por los microorganismos descomponiéndolos nuevamente en amonio, para volver a la amonificación.

En el siguiente acto, entran en escena las *bacterias nitrificantes*, la nitrificación, que se caracterizan por emplear oxígeno del ambiente para respirar. Estas transforman el amonio en nitrito y luego en nitrato, forjando un extraordinario intercambio biológico. El nitrato producido se vuelve moneda de cambio en el trueque de nutrientes entre las bacterias y las plantas. El relato cierra con la aparición de las bacterias desnitrificantes, la desnitrificación, que, en oposición a las bacterias nitrificantes, operan en ausencia de oxígeno, tomando el nitrato para transformarlo en  $N_2$ , liberándolo en el aire y cerrando el ciclo.

Como se puede observar en esta interesante historia, la mente maestra son los microorganismos, que evitan la acumulación excesiva del nitrógeno en la tierra. Aquí debemos decir que investigaciones recientes han puesto al descubierto la participación de nuevos procesos o nuevos microorganismos dentro del ciclo del nitrógeno, pero esta historia será contada en otro capítulo.

## Por medio de procesos biológicos como la nitrificación y desnitrificación se pueden disminuir los problemas ambientales ocasionados por el amonio y la materia orgánica de los lixiviados.

### Nitrificación y desnitrificación

La nitrificación y desnitrificación han sido aprovechadas por el humano como sistemas de tratamientos biológicos de diversos residuos. La nitrificación se lleva a cabo en dos pasos donde varios grupos de bacterias vuelven a ser relevantes. En el primer paso, las bacterias como *Nitrosomonas* y *Nitrosococcus* metabolizan el amonio en nitrito; en el segundo paso, bacterias como *Nitrobacter* y *Nitrospira* lo transforman en nitrato.

El complemento al proceso, para convertir el nitrato en compuestos inócuos como el  $N_2$ , puede ser realizado por la desnitrificación. Este proceso se lleva a cabo por diversos géneros bacterianos como *Pseudomonas*, *Alcaligenes* y *Thiobacillus*, entre otras. El uso secuencial de estos procesos podría ser utilizado en el tratamiento de lixiviados con el objetivo de transformar o disminuir las altas concentraciones de nitrógeno en forma de amonio.

Aliados microbianos en la transformación de lixiviados, un ejemplo de caso de estudio

En el Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada (INBIOTECA) de la Universidad Veracruzana en la ciudad de Xalapa, se están investigando los procesos de nitrificación y desnitrificación, entre otros, para el tratamiento de lixiviados de los residuos orgánicos municipales.

Los estudios se están realizando empleando unidades experimentales denominadas reactores biológicos o bioreactores, en los cuales se busca replicar las condiciones ambientales donde habitan naturalmente los microorganismos. En los reactores se mantienen consorcios bacterianos, mejor conocidos como lodos microbianos, que son alimentados con los lixiviados. Estos son manejados bajo ciertas condiciones fisicoquímicas que buscan favorecer el predominio de microorganismos nitrificantes o desnitrificantes, según sea el caso. Sin embargo, encontrar las mejores condiciones no es una tarea fácil y requiere de mucho trabajo de investigación.

Un estudio reciente del INBIOTECA abordó la asociación de los procesos nitrificantes y desnitrificantes en el tratamiento de lixiviados. En el estudio se empleó un reactor de lotes secuenciado (SBR) y un reactor anaerobio de flujo ascendente (RAFA) para llevar a cabo un proceso secuencial nitrificante-desnitrificante. Las concentraciones iniciales de amonio y de DQO



en el reactor SBR fueron de hasta 75 y 6000 mg/L, respectivamente. Durante el tratamiento de lixiviados, el SBR alcanzó una eficiencia de remoción de amonio del 99% y eficiencias de remoción de materia orgánica del 82%. El reactor RAFA alcanzó eficiencias de remoción de nitrato del 81% y eficiencias de remoción de materia orgánica del 97%.

En este estudio, también se analizó la comunidad microbiana, mediante técnicas de biología molecular, encontrando géneros bacterianos como *Nitrospira*, *Nitrosomonas* y *Pseudomonas*. Como resultado de la investigación se logró la remoción de hasta 99% de amonio y 98% de materia orgánica, por lo que podría considerarse como una alternativa para el tratamiento de lixiviados de residuos orgánicos municipales.

### El Futuro ambiental de los microorganismos: Conclusión y Perspectivas

No cabe duda que los lixiviados de los residuos orgánicos municipales son una amenaza al medio ambiente, por lo que existe la necesidad de crear contramedidas para gestionarlos de manera adecuada y los microorganismos son los principales ayudantes en nuestro trayecto por un planeta con menos contaminación. Aún se siguen desarrollando alternativas para tratar a los lixiviados que indudablemente superarán los obstáculos que presentan los métodos usados actualmente.





¡Lectores! Gracias por acompañarnos en nuestra narración sobre el microcosmo de los ayudantes invisibles en la pelea contra los lixiviados. Esperamos ser la motivación que los llevará a buscar estrategias para detener la lucha contra los lixiviados, que podría empezar desde casa. Así que no olvides el recorrido de los microorganismos para hacer de nuestra Tierra un lugar habitable al que llamar hogar.

#### Agradecimientos

Departamento de Limpia Pública, H. Ayuntamiento de Xalapa, Veracruz.

Personal del Centro de Compostaje, Departamento de Limpia Pública, H. Ayuntamiento de Xalapa, Veracruz.

XIV Programa de Estancias Intersemestrales de Investigación, convocatoria 2023-2024, Universidad Veracruzana.

CONAHCYT, Proyecto Ciencia de Frontera, CF-2023-I-235.

#### Referencias

- Chatterjee, N., Flury, M., Hinman, C., & Cogger, C. G. (2013). Chemical and physical characteristics of compost leachates. Reporte de revisión preparado para el Washington State Department of Transportation. Recuperado de <https://www.wsdot.wa.gov/research/reports/fullreports/819.1.pdf>
- Di Maria, F., & Sisani, F. (2017). A life cycle assessment of conventional technologies for landfill leachate treatment. *Environmental Technology & Innovation*, 8, 411-422. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2017.09.002>
- Moreno Quirós, R. C. (2022). Sistema acoplado nitrificación-anammox para remoción de nitrógeno de lixiviados de residuos orgánicos. Universidad Veracruzana.
- Youcai, Z. (2018). Leachate Generation and Characteristics. In *Pollution Control Technology for Leachate from Municipal Solid Waste* (pp. 1-30). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815813-5.00001-2>

# Las torres de Nhystikdar

Víctor Lázaro Vidal  
Universidad Autónoma de Querétaro  
Taller literario El Uróboro de Alejandría

En la heráldica de mi ciudad natal destaca la figura de un quetzal. No se trata de un ave cualquiera, sino de la más noble y majestuosa que la naturaleza ha engendrado jamás. El plumaje del pecho es carmesí; bajo su cola es blanco, negro entre sus alas, y un verdemar tornasolado recorre desde su cresta erizada hasta las largas plumas de su magnífica cola.

Las Islas Quetzales, un archipiélago al norte de la península de Iszhanzhen, no son llamadas así por casualidad. En la densa jungla que las cubre, habitan quetzales de gran tamaño, cuyo plumaje es aún más precioso que el de sus parientes del continente. Para los antiguos habitantes de las islas, aquellas aves eran sagradas, al grado de atribuirles cualidades mágicas. Contaban que se trataba de espíritus del bosque, y que la muerte de un quetzal por obra de un hombre acarrearía desgracia para él y todos los suyos durante generaciones. Creían que ver un quetzal posado sobre la choza de una familia era señal de buena fortuna, un augurio de salud y abundancia, y sin duda, se convirtió en un contradictorio símbolo de lo segundo.

Han pasado siglos desde entonces, y aunque en las tierras rurales la gente continuó guardando respeto y adoración a los quetzales, no sucedió lo mismo en las ciudades. Nhystikdar es una de esas ciudades, la más grande del archipiélago y la única capaz de equipararse con otras del calado de Zhysdar, Vholdar o Nhyskar. La ciudad se encuentra al occidente de Zhaltik, la mayor de las treinta islas que componen el archipiélago. Los nhystikdaries siempre fuimos gente orgullosa, apartada a menudo de los asuntos del continente, siempre renuentes a las condiciones del resto de las ciudades, y recelosos de las ambiciones de nuestros vecinos sureños. Eso no evitó que cayésemos bajo el dominio zhysdario, o que debiésemos soportar las constantes afrentas del reino que les sucedió, o que acabásemos hincados ante el emperador de Allende los Mares. A pesar de ello, siempre



fuimos demasiado orgullosos como para ceder nuestra libertad a los imperios extranjeros, y siempre nos las arreglamos para mantener nuestros fueros y la autonomía de nuestro pueblo, especialmente en lo referente a los negocios.

La estratégica posición insular de la ciudad había promovido el comercio y, con ello, la prosperidad de nuestra gente. Los barcos iban y venían desde tierras lejanas, y de Erdyald hasta Tulbaah, la heráldica del quetzal se exhibía en las enseñas de nuestras galeras y carracas. La riqueza acumulada por el comercio hizo florecer las artes y las ciencias, y pronto nuestras calles se llenaron de eruditos y poetas. Los palacios y villas de las familias más pudientes lucían ricos acabados en madera, cantera rosa, pan de oro y mármol. Pero, sin duda, el mayor símbolo de la prosperidad de la ciudad eran sus emblemáticas torres.

Desde que la ciudad comenzó a prosperar, entre las familias acaudaladas arraigó la costumbre de edificar torres con el fin de protegerse de sus enemigos. Pequeñas fortalezas verticales que se asomaban sobre las estrechas y antiguas callejuelas de Nhystikdar, pero cuyo fin pronto dejó de ser un asunto defensivo para convertirse en un asunto de orgullo. Las familias competían entre sí por construir torres cada vez más altas, cada vez más imponentes y majestuosas. Los Oryga y los Vhasanna no se llevaban bien, los Idrasgola odiaban a los Idrays, y los Eskhola rivalizaban a muerte con los Cargayes. Ninguno de ellos podía permitir que sus enemigos les superasen en riqueza y poder, y las torres eran testimonio de ello.

Pronto, tras las murallas de Nhystikdar, decenas de fálicas estructuras pétreas se erigieron sobre los tejados de las casas; y llegaron a ser tantas que las calles cedieron ante la penumbra, tan solo para ser iluminadas bajo el sol del medio día. Conforme nuevos apellidos se sumaban a la lista de notables, nuevas torres se construían más altas e imponentes que las anteriores, lo que obligaba a las familias más antiguas a ampliar, fortalecer y remodelar las suyas, para así no quedar bajo la sombra de sus vecinos.

Sin embargo, la bonanza de la ciudad no se originaba en sus torres, sino en su puerto, y el corazón palpitante de su comercio era un edificio ubicado en uno de sus costados. El complejo no era especialmente vistoso ni destacaba por su ornamentación. Se edificó sobre los restos de una vieja fortaleza zhysdaria y originalmente se había utilizado para alojar las aduanas. Sin embargo, posteriormente, el Concejo del Exarcado ordenó ampliar la edificación para acoger la Casa de Comercio. Frente a su plazoleta y al interior de su nave columnada, se aglutinaba cada día una caterva desordenada de mercaderes, todos ansiosos por comprar y vender todo aquello que entraba y salía de los muelles. Allí se intercambiaba de todo:



perlas, coral y escamas de serpientes áureas; también aceites aromáticos, café y cacao, así como especias, maderas finas y pertrechos. Metales como el bronce, plomo, oro y plata, además de pórfido, mármol y cantera. Manufacturas de todo tipo, esclavos y textiles; animales de granja y semillas. Y, de entre de todas las mercancías que allí se traficaban, ninguna era más valiosa que las plumas de los quetzales insulares.

Las largas plumas de sus colas, cuyo color metálico oscilaba bajo el sol entre el azul profundo, el verde fulgurante y un verdemar de brillo plateado, eran codiciadas por los más excelentes orfebres de la ciudad, quienes acoplaban las espléndidas plumas a sus creaciones decoradas con piedras preciosas, perlas, y delicados filamentos de oro y plata. Los sastres y sombrereros también adquirirían gustosos las magníficas plumas para sus obras, tejidas en exquisitas telas traídas desde puntos tan distantes como Alaq o Veruza.

Al provenir de una familia de comerciantes, tales temas me han sido familiares desde pequeño. Comerciábamos con sal cultivada en las lagunas que rodean la ciudad y tal actividad, tan necesaria para evitar la corrupción de la comida, trajo considerables beneficios a mis ancestros. Mi tío convenció a mi padre para invertir una considerable suma de oro en el negocio de los quetzales, pues en las ciudades del oeste se había popularizado, entre las familias de abolengo, el uso de plumas de los quetzales gigantes en sus suntuosas prendas.

Para asegurarse un suministro constante que cumpliera con sus agendas y satisfacer la demanda de su exclusiva clientela, los artesanos pagaban por adelantado grandes sumas de dinero a los tramperos para obtener las plumas de la siguiente temporada. Ante el alza de los precios, incluso la carne de los quetzales se convirtió en un manjar digno de los más altos dignatarios y los miembros más pudientes de la sociedad.

Sin embargo, solo los machos adultos poseían las plumas del tamaño y colorido perfecto para venderse en el bazar de la Casa de Comercio. Algunos timadores hacían pasar plumas del continente por plumas de quetzales insulares, razón por la cual los comerciantes y artesanos acaudalados contrataban los servicios de expertos en el tema que contaban con la pericia de reconocer los ejemplares falsos. Incluso se llegaron a publicar rigurosos manuales que exponían las distintas variedades de plumas, cuyas diferencias apenas resultaban discernibles para el ojo no entrenado, pero que suponían una gran preocupación para aquellos dispuestos a pagar una fortuna por una sola pluma.

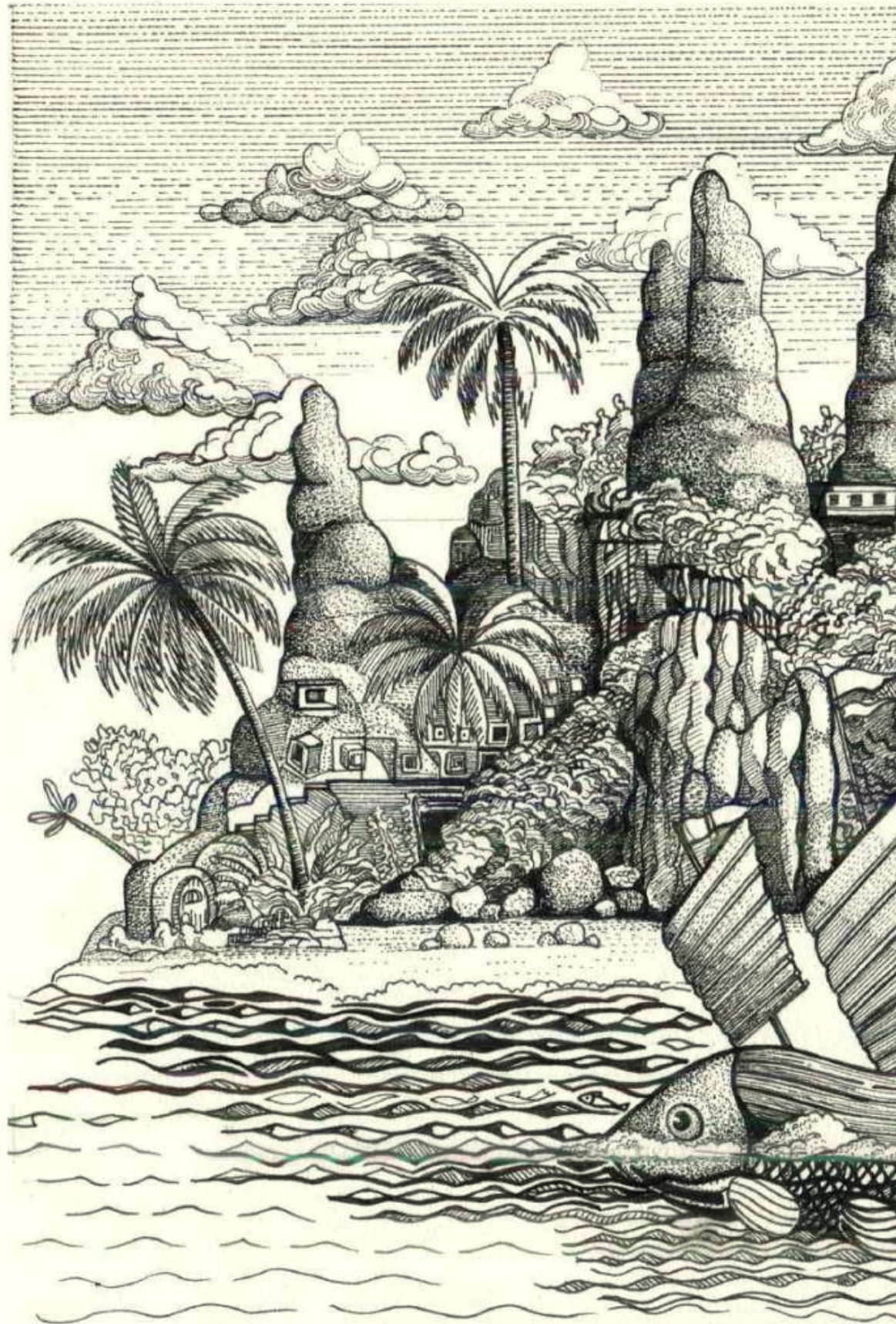
Dependiendo de la longitud de las plumas y del brillo de sus co-



lores, los precios variaban desde los trescientos quetzales de plata, cuando el precio de una tonelada de grano rondaba los sesenta quintos de plata, llegando hasta los seis mil quetzales de plata para algunos ejemplares. Así, la importancia del comercio de plumas llegó a ser tan importante para la bonanza de la ciudad, que incluso se acuñó la silueta de un quetzal en sus monedas. Hubo quienes compraban derechos sobre una caza futura bajo la promesa de obtener ejemplares al cabo de uno o dos años, y luego revendían los derechos a otros interesados, haciendo que los títulos pasaran a raudo de mano en mano decenas de veces, inflando los precios de paso. La práctica se popularizó y pronto muchos comenzaron a recurrir a créditos con los prestamistas de los bancos y las cofradías, para saldar las apabullantes sumas con el fin de asegurar los beneficios una vez obtenidas las plumas. El valor se elevó tanto que algunas plumas de especial belleza llegaron a alcanzar el precio de un palacio entero, o el de un barco cargado con sesenta esclavos y toda su tripulación. Conforme la emisión de créditos se volvía la norma, la mayor parte del comercio se comenzó a realizar mediante pagarés en lugar de plata.

Algún comerciante avisado crió algunas aves en su villa de retiro para tener un suministro constante de plumas. Pero el cautiverio nunca pareció sentar bien a los quetzales y acabaron muriendo. Así que nadie pudo lograr que se reprodujeran en cautiverio. Algunas cofradías mercantes de las ciudades sureñas comenzaron a traficar en secreto con ejemplares vivos, para luego liberarlos en sus tierras. Dada la importancia de tal asunto para el Exarcado, el Senado de la ciudad aprobó leyes con duras penas para quienes osasen sacar quetzales vivos de las islas. Se llegaron a emitir licencias que permitían la captura de las aves solo a tramperos autorizados, pero aquello no impidió las actividades de los contrabandistas ni detuvo la corrupción rampante entre los oficiales de la Aduana.

Sin embargo, la naturaleza fue más sabia combatiendo a los contrabandistas que la propia guardia de la ciudad, pues las aves en tierra continental crecían sin diferenciarse mucho en dimensiones y magnificencia de sus primas locales, y a menudo parecían incapaces de adaptarse a las nuevas tierras. ¿Acaso era el clima? ¡No tenía sentido! Las Quetzales no estaban muy lejos del continente y las condiciones parecían muy similares. ¿Sería acaso algo en su alimentación? ¿Tendría algo que ver con la condición volcánica de las islas? Nadie lo sabía. Para resolver tales interrogantes, el Concejo envió a un famoso naturalista llamado Asyros Cozhys a investigar el vital asunto. Pero cuando este quiso encontrar ejemplares en lo profundo de la selva, no halló ninguno. Durante varios días que se volvieron meses, siguiendo a guías en lo profundo de las cumbres boscosas, buscó quetzales







sin éxito. Luego de más de un año y tras recorrer cada una de las islas del archipiélago, Asyros tuvo que dar la terrible noticia de que no quedaba ni un solo quetzal insular con vida.

Aquello disparó los precios de las plumas en existencia a niveles aún más absurdos, al punto de volverse impagables. Aún las familias más acaudaladas dudaban en comprar plumas. Otras atesoraban las que ya tenían, y quienes habían invertido a futuro en ellas, cavilaban ante la posibilidad de no recuperar nunca su plata. Al cabo de un tiempo, el comercio de plumas se paralizó mientras todos contenían la respiración.

Mi padre y mi tío estuvieron presentes esa mañana, la mañana en que todo sucedió. Un orfebre acudió a la Casa de Comercio para vender sus plumas. La oferta inicial no era descabellada en lo más mínimo, pero cuando la subasta inició, nadie parecía dispuesto a comprar ninguna. El orfebre, extrañado, rebajó el precio sin que ello cambiara el resultado. Pronto una oleada de comerciantes, artesanos y prestamistas se agolpaban en las puertas del edificio tratando desesperadamente de vender sus plumas. Ante la mirada atónita de todos, los precios no dejaban de caer y los banqueros comenzaban a exigir el saldo de deudas que nadie podía pagar. Los pagarés se convertían en lo que siempre habían sido, trozos de papel sin valor alguno, y la euforia que otrora había regido las subastas acabó siendo sustituida por el miedo y la ira. Para cuando la noche cayó, la mitad de la ciudad estaba arruinada, mi familia incluida.

Las torres pronto comenzaron a mostrar signos de deterioro. Las fortunas de muchas grandes familias se esfumaron y al poco perdieron el interés en mantener aquellas enormes estructuras, antaño orgullo de sus casas, pero cuya función no tenía más sentido que el de exhibir una riqueza que ya no existía. Las viejas edificaciones se transformaron en cárceles, almacenes de mercancías, y algunas en nidos de ladrones y desahuciados. La guardia de la ciudad apenas podía contener la criminalidad, lo que llevó al Concejo a decretar la demolición de las torres, que ya amenazaban con desplomarse sobre la incauta población.

Cuando el caos se apoderó del corazón del imperio, la ciudad proclamó su autonomía para evitar pagar los crecientes impuestos que exigía la financiación de la guerra en occidente. Aunque el subsecuente régimen republicano logró mejorar gradualmente la situación, la ciudad nunca recuperó del todo el esplendor de antaño. Tan solo dos torres, ligeramente inclinadas, permanecieron en pie como vestigios mudos de un pasado boyante.

Así fue como la antigua y orgullosa ciudad de Nhystikdar, sin ne-



cesidad de una guerra o la intervención de un tirano, se arruinó en un solo día por la estupidez de sus propios ciudadanos. Mucho tiempo después, viéndolo en retrospectiva, parece que aquella copla que los primeros habitantes del archipiélago rezaban, debía tener algo de cierta: «La muerte de un quetzal a manos de un hombre, acarreará desgracia para él y los suyos por generaciones».





# Un mal de raíz en las coles de México

Legnara Padrón Rodríguez y Mauricio Luna Rodríguez  
Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Veracruzana.

## Resumen:

El protozoo *Plasmodiophora brassicae* causa la enfermedad conocida como hernia de las crucíferas, afectando cultivos como el repollo, la coliflor y el brócoli en México. Este patógeno, que llegó a América con los colonizadores españoles, provoca abultamientos en las raíces de las plantas, dificultando su absorción de agua y nutrientes, lo que lleva a su debilitamiento y muerte. Para combatirlo, se utilizan estrategias como la rotación de cultivos, el aumento del pH del suelo y el uso de bacterias y hongos depredadores. Es crucial continuar investigando y capacitando a los agricultores para mitigar los daños causados por este protozoo.

Palabras clave: crucíferas, patógenos, raíces de las plantas, agricultores, enfermedad.

Abstract: The protozoan *Plasmodiophora brassicae* causes a disease known as clubroot, affecting crops such as cabbage, cauliflower, and broccoli in Mexico. This pathogen, which arrived in America with the Spanish colonizers, causes swellings in the roots of plants, hindering their absorption of water and nutrients, leading to their weakening and death. To combat it, strategies such as crop rotation, increasing soil pH, and using predatory bacteria and fungi are employed. It is crucial to continue researching and training farmers to mitigate the damage caused by this protozoan.

Keywords: cruciferous, pathogens, plant roots, farmers, disease.



### Un protozoo dañino

Con frecuencia, vivimos preocupados por nuestra salud: asistimos regularmente al médico, nos sometemos a estudios, tomamos tratamientos preventivos, y sobre todo cuando padecemos alguna enfermedad. Sin embargo, casi nunca volteamos a ver la salud de los vegetales que consumimos habitualmente. ¡Ah sí!, ellos también se enferman, padecen los síntomas e incluso mueren, sobre todo, como resultado de la interacción con algunos insectos o microorganismos como hongos, bacterias y protozoos. Estos causan daños irreversibles en las plantas donde se hospedan, debido a la interacción negativa que se establece; de ahí que se con-

sideren patógenos (Caamal-Chan et al., 2020). Específicamente los protozoos se caracterizan por presentar zoosporas, que tienen cuerpo ovalado y dos colas para moverse hasta su hospedero (Figura 1).

México destaca por el cultivo de hortalizas en varios estados, principalmente en Guanajuato. Entre las más consumidas por nuestra población y que se exportan a nivel mundial están el repollo, la coliflor y el brócoli, conocidas como crucíferas. En 2021, en San Pedro Cholula, Puebla y en Lázaro Cárdenas, Tlaxcala, se detectó la presencia de una enfermedad que ya se conocía en los continentes asiático, europeo y norteamericano: la hernia de las

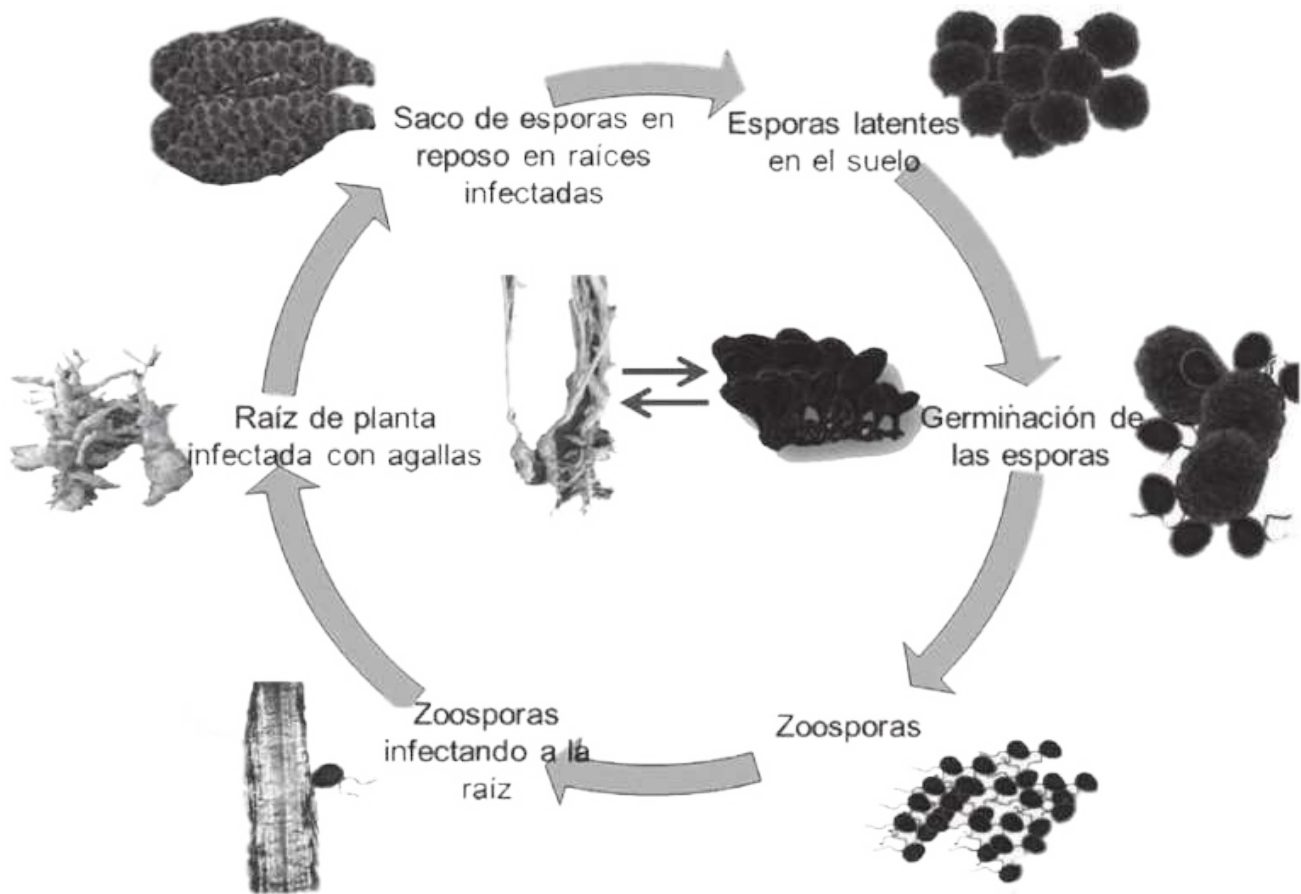


Figura 1. Ciclo de vida de *P. brassicae*. Tomada de: "Understanding the Genetics of Clubroot Resistance for Effectively Controlling this Disease in Brassica Species" por Hirani, A.H y Li, G. 2015.

crucíferas (Padrón-Rodríguez et al., 2022). Su nombre se debe a la presencia de abultamientos en las raíces de las plantas en forma de hernias, enfermedad causada por un protozoo llamado *Plasmodiophora brassicae*, identificado 1878 por el biólogo ruso Mikhail Stepanovich Woronin (Dixon, 2009).

#### Su historia en América

El protozoo *P. brassicae* tiene su propia historia. A pesar de su pequeño tamaño, fue capaz de atravesar océanos hasta llegar a nuestro continente. Tocó tierra acompañando a los colonizadores españoles, oculto en los brócolis y coliflores que traían para ser cultivadas aquí. ¡Qué astuto!, utilizó medios de transporte muy avanzados para la época, se estableció y colonizó nuevas tierras.

Superó la distancia, venció los obstáculos y el tortuoso camino hasta convertirse en un habitante más de nuestra América. Sí, un habitante dañino, pero con suficiente capacidad para adaptarse a nuevas condiciones y causar pérdidas significativas en los cultivos de crucíferas (Strelkov y Dixon, 2014). Como dice el dicho: "bicho malo nunca muere" y este llegó para quedarse.

Los conquistadores españoles trajeron consigo males que hasta la fecha no se han podido erradicar. De hecho, van a pasar muchos años para que logremos mitigar algunos de estos, pues en la agricultura moderna aún quedan huellas muy marcadas de esta etapa de la historia de nuestro continente.

#### El enemigo acecha

Para poder lidiar con este nuevo enemigo, necesitamos conocerlo, identificar los daños que causa y sus puntos débiles. Únicamente así podremos atacarlo por todos los flancos. Si se fortalece, no solo enfermará a las plantas, sino les causará la muerte en etapas tempranas de desarrollo. En la guerra como en el amor, todo se vale. Para que tengamos campos de crucíferas sanos, donde se produzcan cultivos saludables, se requiere combatir a *P. brassicae* utilizando todas las armas posibles.

Los patógenos pueden causar diferentes síntomas en las plantas, tanto en los tallos, como en las hojas o las raíces, de acuerdo con el sitio de contacto o la parte donde se alojen. En el caso del protozoo mencionado entra por las raíces para poder erradicarlo, debemos conocer su "modus operandi": se despierta en la tierra y es atraído por la planta al entrar en contacto con las sustancias químicas específicas de las raíces de las crucíferas (brassionesteroides y glucosinolatos), que desprenden un olor único y característico (Argento et al., 2019). Así es como deja de ser silencioso, llega a hospedarse y empieza a hacer de las suyas, debilitando el mecanismo de las plantas y destruyéndolas poco a poco.

Una vez dentro del cultivo, provoca una serie de síntomas en las crucíferas, como la malformación de las raíces por la presencia de abultamientos, el amarillamiento de las hojas y su caída temprana, así como retraso del crecimiento (Lüders, 2017). Estas malformaciones provocan que la planta no pueda absorber agua, ni nutrirse del suelo, por lo que se va debilitando (Figura 2). Los sínto-



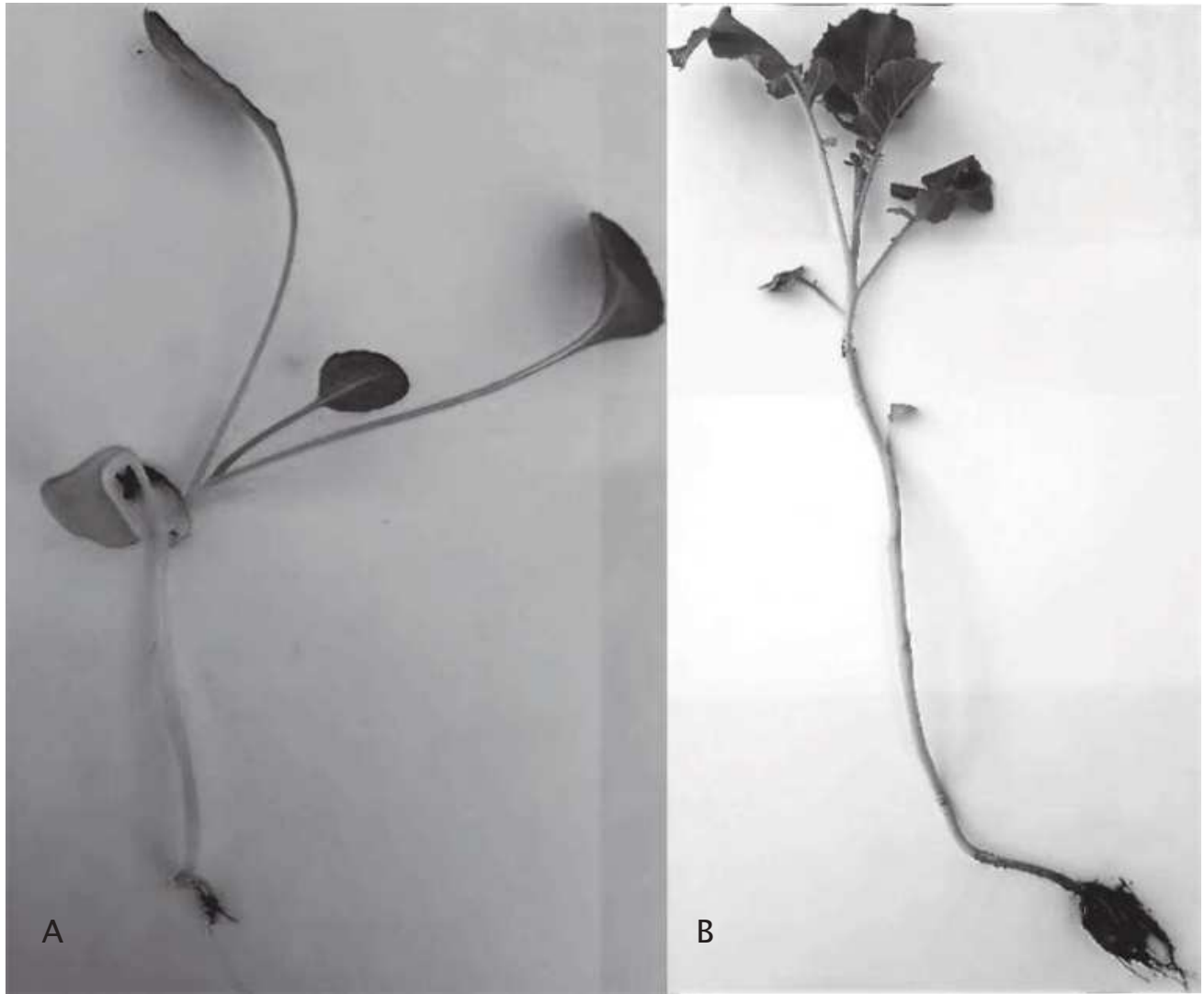


Figura 2. A: crucífera con amarillamiento causado por *P. brassicae* y B: crucífera sana. Fuente propia.

mas señalados repercuten en la apariencia y producción de los cultivos, lo que genera pérdidas irreparables para la economía de los productores y la producción agrícola del país.

#### Su camuflaje

*P. brassicae* presenta pequeñas proteínas conocidas como efectores de patogenicidad, que evitan que sea reconocido por las crucíferas al entrar en contacto con sus raíces, pues estos bloquean la defensa de las plantas ante su llegada (Jones y Dangl, 2006). Así le sirven de camuflaje a este patógeno para pasar desapercibido y salirse con la suya en el interior de su hospedero. Las plantas, por su parte, tienen mecanismos de defensa que se disparan al interactuar con un agente desconocido, pero en muchos casos no son efectivos por acción de los efectores.

Tal es el caso de este protozoo que es tan astuto y tiene tan buen camuflaje, que entra causando daños, logra reproducirse y enfermar a las crucíferas exitosamente. Su destreza para entrar a hospedarse es la clave de su éxito. Sin embargo, aún no se conoce bien cómo se expresan o qué función realizan estos efectores de patogenicidad durante el proceso de infección (Pérez-López et al., 2018), aspecto en el que hay que continuar profundizando.

#### A eliminar el mal

Ante lo expuesto, tenemos en nuestros campos a un enemigo al que hay que combatir. Tomando en cuenta tanto a sus adversarios como a sus aliados, las condiciones de campo que lo favorecen y el lugar de la planta por el que entra es necesario buscar alterna-

tivas viables y no concentrarnos en una sola. Si no somos capaces de identificar estos puntos, estaremos en desventaja y el protozoo en cuestión se aprovechará de nuestro desconocimiento para fortalecerse. Debemos unirnos en la lucha contra este patógeno, ya que en la unión está la fuerza.

Hasta el momento, solo se ha descrito el uso de estrategias de control amigables con la naturaleza para combatir al patógeno, basadas sobre todo en la rotación de cultivos, el aumento del pH del suelo, mediante el uso de cal para reducir su población, así como el empleo de bacterias u hongos que actúan como depredadores haciéndole frente (Chen et al., 2017). Otra medida de control ha sido la introducción de especies de crucíferas resistentes.

Probablemente todos hemos escuchado la frase "No hay peor ciego que el que no quiere ver". Mientras desviemos la mirada de algo que está afectando nuestros cultivos, estos patógenos y las enfermedades que causan, los van a seguir dañando y solo tendremos campos de crucíferas enfermas, con bajas producciones (Figura 3). La salud de los cultivos que consumimos a diario fortalece nuestra salud; de ahí la famosa frase "vida sana mente sana". ¡Rescatemos lo aprendido y cortemos los males de raíz!

Figura 3. Campo de brócoli con plantas afectadas por *P. brassicae* en San Pedro Cholula, Puebla.  
Fuente propia.





### A continuar trabajando

Al enemigo “ni un tantito así”, hay que conocerlo muy bien. Por eso es importante continuar estudiando a *P. brassicae* y llevar el resultado de nuestras investigaciones al principal estado productor de crucíferas en el país: Guanajuato. En dicho lugar nunca se ha estudiado a nuestro protagonista y se culpa al insecto palomilla dorso de diamante de todas las afectaciones en las crucíferas, principal plaga que los afecta a nivel nacional y mundial (Rodríguez-Rodríguez et al., 2022). Es casi seguro que el patógeno al que hacemos referencia esté causando daños, sin aún ser detectado. Además, es fundamental que los productores estén preparados y cuenten con las herramientas necesarias para poder combatir esta nueva enfermedad detectada recientemente en México.

Para cumplir con esta misión y reducir la incidencia del patógeno en los cultivos, es necesario conversar con los productores de la región de Guanajuato, de la misma forma como se hizo en Puebla y Tlaxcala, conocer sus opiniones y llegar a consensos, capacitar a los agricultores en el manejo adecuado de la enfermedad e informarles cómo actúa el patógeno que la causa. Por otro lado, es fundamental profundizar en el estudio de la genética del patógeno, lo que permitirá identificar si presenta alguna diferencia con respecto a los aislados obtenidos en otras regiones del mundo.

### La ciencia encargada de su estudio

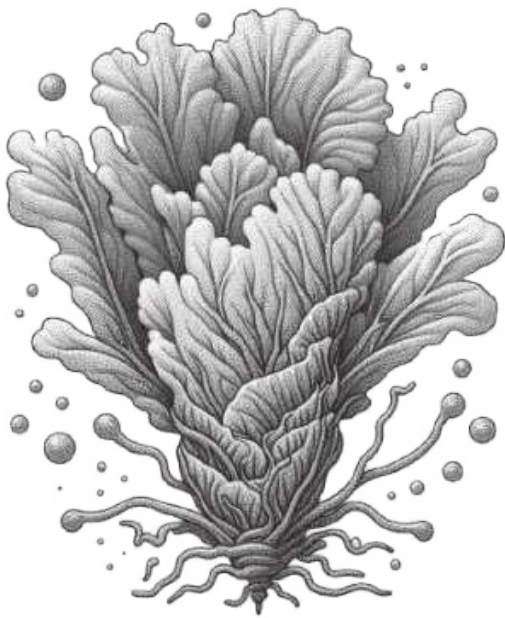
No podemos hablar de este y otros patógenos, ni de las enfermedades que causan en las plantas sin mencionar la ciencia que ha permitido su estudio desde su surgimiento

a mediados del siglo XIX: la fitopatología, ciencia que se basa en el diagnóstico y control de las enfermedades en las plantas y que se nutre de otras ciencias como la biología, la agronomía, la física, la química, por mencionar algunas (Burbano-Figueroa, 2020).

Por supuesto, tenía que existir una ciencia que, como la medicina para nosotros, estudiara las aflicciones y males de las plantas, puesto que estas son seres vivos y también primordiales para nuestra vida, al representar la principal fuente de alimentación, así como de ingresos. De ahí que, cuando se enferman o mueren, nos vemos afectados, no solo como individuos sino como población. Con la ayuda de la fitopatología, cada día se descubren más enfermedades en las plantas.

Aparte de los fenómenos que se van produciendo en la naturaleza como el calentamiento global o la presencia de gases de efecto invernadero, existen otros factores que afectan la salud de los cultivos como el uso desmedido de productos químicos que se utilizan a diario en nuestros campos. El abuso de productos químicos provoca que estos patógenos resistan más, de manera que, si queremos conservar nuestros campos lo más sanos posible, la fitopatología tiene que ir un paso adelante.

El pequeño invasor de las crucíferas es un ejemplo de resistencia, puesto que, aunque existen varios estudios centrados en su control, aún sigue latente y haciendo daño, por lo que nos queda mucho que aprender e investigar acerca de su comportamiento, cómo provoca la enfermedad en las crucíferas y cómo controlarlo. Para reducir su impacto en los cultivos, es necesario sumar esfuerzos.



### La investigación y el campo

Como investigadores, parte de nuestra tarea consiste en llevar los resultados de nuestras investigaciones a los productores. Debemos informarles sobre la presencia de este y otros patógenos que habitan en sus parcelas, ya que, si solo investigamos para dejar nuestros hallazgos archivados y lograr mayor reconocimiento como investigadores, no estamos haciendo nada en beneficio de los demás. Los agricultores continuarán albergando al enemigo en sus parcelas, sin poder identificarlo y, a veces, sin saber cómo atacarlo.

Para lograr un objetivo común, debemos aprovechar la sabiduría de los productores, así como de las peculiaridades de cada uno de sus cultivos, puesto que su experiencia enriquece nuestros trabajos en la academia, al mismo tiempo que nosotros, a través de

talleres participativos, les mostramos lo que sabemos de este y otros patógenos, su forma oportunista de invadir los cultivos, sus mañas y algunas estrategias de manejo para combatirlos. Solo si las y los investigadores y los productores trabajamos mano a mano y somos responsables, tendremos campos de cultivos totalmente saludables.

### Conclusión

Es necesario continuar profundizando en el tema, ya que el estudio del protozoo *P. brassicae* nos ayudará a evitar que se produzcan mayores daños en nuestras crucíferas. Requerimos combatirlo, al igual que lo están enfrentando en los cultivos de canola en Canadá. La investigación realizada por Padrón-Rodríguez et al. (2022), constituye un punto de partida para el estudio del patógeno en el país, un protozoo dañino que apenas se descubrió en México y, por tanto, poco se sabe de él.

Para lo anterior, nos queda un largo camino que recorrer, tomando en cuenta que, si bien existen muchos estudios sobre los protozoos que afectan a los humanos, como la ameba y los plasmodios, son escasas las investigaciones acerca de los protozoos que afectan a las plantas, a excepción de algunas sobre las gramíneas, la papa y determinadas hortalizas. Actualmente, no solo en Puebla y Tlaxcala se encuentra presente la hernia de las crucíferas, enfermedad que afecta los campos de brócoli, coliflor, col, al igual que otras hortalizas pertenecientes a este grupo.

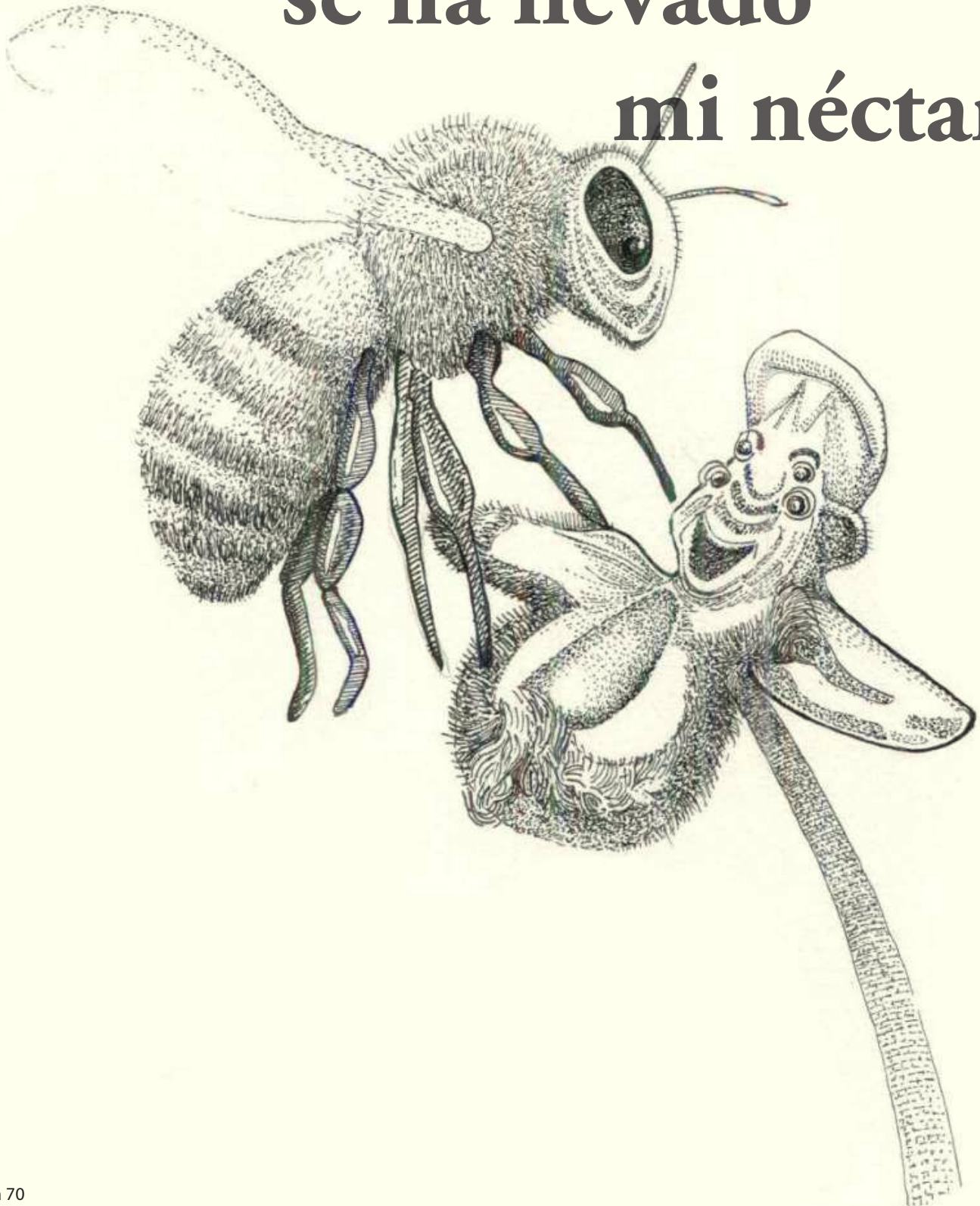
## Referencias y bibliografía

- Argento, S., Melilli, M.G. y Branca, F. (2019). Enhancing greenhouse tomato-crop productivity by using *Brassica macrocarpa* Guss. Leaves for controlling root-knot nematodes. *Agronomy*, 9(12), 1-13. doi: <https://doi.org/10.3390/agronomy9120820>.
- Burbano-Figueroa, O. (2020). Resistencia de plantas a patógenos: una revisión sobre los conceptos de resistencia vertical y horizontal. *Revista Argentina de Microbiología*, 52(3), 245-255. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ram.2020.04.006>.
- Caamal-Chan, M.G., Loera-Muro, A. y Barraza, A. (2020). ¿Las plantas también se enferman? Las defensas vegetales, una guerra constante contra los patógenos. *Recursos Naturales y Sociedad*, 6(2), 1-12. doi: <https://doi.org/10.18846/renaysoc.2020.06.06.02.0001>.
- Chen, S., Zhou, X., Yu, H. y Wu, F. (2017). Root exudates of potato onion are involved in the suppression of clubroot in a Chinese cabbage-potato onion-Chinese cabbage crop rotation. *European Journal of Plant Pathology*, 150(3), 765-777. doi: [10.1007/s10658-017-1307-5](https://doi.org/10.1007/s10658-017-1307-5).
- Dixon, G.R. (2009). The Occurrence and Economic Impact of *Plasmodiophora brassicae* and Clubroot Disease. *Journal Plant Growth Regulation*, 28, 194-202. doi: [10.1007/s00344-009-9090-y](https://doi.org/10.1007/s00344-009-9090-y).
- Hirani, A.H. y Li, G. (2015). Understanding the Genetics of Clubroot Resistance for Effectively Controlling this Disease in Brassica Species. En El-Shemy, H (Ed.), *Plants for the Future* (pp. 1-22). InTech.
- Jones, J.D.G. y Dangl, J.L. (2006). The plant immune system. *Nature*, 444, 323-329. doi: <https://doi.org/10.1038/nature05286>.
- Lüders, W. (2017): Analyses of virulence of European isolates of clubroot (*Plasmodiophora brassicae* Wor.) and mapping of resistance genes in rapeseed (*Brassica napus* L.), Ph.D. Dissertation, University of Giessen.
- Padrón-Rodríguez, L., Cerdán, C.R., Sánchez Coello, N.G., Luna-Rodríguez, M. y Pérez-López, E. (2022). *Plasmodiophora brassicae* in Mexico, from anecdote to fact. *Plant Disease*, 106, 1832-1836. doi: <https://doi.org/10.1094/PDIS-11-21-2607-RE>.
- Pérez-López, E., Waldner, M., Hossein, M., Kusalik, A. J., Wei, Y., Bonham-Smith, P. C. y Todd, C. D. (2018). Identification of *Plasmodiophora brassicae* effectors a challenging goal. *Virulence*, 9(1), 1344-1353. doi: [10.1080/21505594.2018.1504560](https://doi.org/10.1080/21505594.2018.1504560).
- Rodríguez-Rodríguez, J.F., Cerna-Chávez, E., Ochoa-Fuentes, Y.M., Landeros-Flores, J. y Guevara-Acevedo, L.P. (2022). Susceptibilidad a plaguicidas de la polilla de las crucíferas (*Plutella xylostella* L.) (Lepidoptera: Plutellidae) en el centro de México. *ITEA-Información Técnica Económica Agraria*, 118(1), 5-18.
- Strelkov, S.E. y Dixon, G.R. (2014). Clubroot (*Plasmodiophora brassicae*) on canola and other Brassica species – disease development, epidemiology and management. *Canadian Journal Plant Pathology*. 36(S1), 1-4. doi: [10.1080/07060661.2013.875338](https://doi.org/10.1080/07060661.2013.875338).





# ¿Quién se ha llevado mi néctar?





José Martín Barreda-Castillo<sup>1</sup>, Rebeca Alicia Menchaca-García<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Red de Estudios Moleculares Avanzados, Instituto de Ecología A.C.

<sup>2</sup>Centro de Investigaciones Tropicales, Universidad Veracruzana.

Resumen:

La familia de las orquídeas presenta una enorme diversidad de flores con variedad de formas colores y fragancias; aun así, muchas de ellas no ofrecen recompensas a los polinizadores, como sí lo hacen otras familias de plantas con flores. Por el contrario, las orquídeas presentan mecanismos de atracción con los cuales engañan a sus polinizadores, es decir, simulan tener néctar o alimento, imitan a hembras de insectos o emiten aromas engañosos. Estos mecanismos no parecen ser muy honestos, sin embargo, es así cómo las orquídeas logran la polinización efectiva sin gastar energía extra en la producción de otros compuestos.

Palabras clave: Abejas, Orquídeas, Polinización, Recompensas florales

Abstract:

The orchid family exhibits an enormous diversity of flowers with a variety of shapes, colors, and fragrances. However, many of them do not offer rewards to their pollinators, as other families of flowering plants do. Instead, orchids present attraction mechanisms that deceive their pollinators, simulating nectar or food, mimicking female insects, or emitting deceptive aromas. These mechanisms may not seem very honest, but this is how orchids achieve effective pollination without expending extra energy on the production of other compounds.

Keywords: Bees, Orchids, Pollination, Floral Rewards



*“La primera vez que me engañes, será culpa tuya; la segunda vez, la culpa será mía.”*

Proverbio árabe.

Imagina que eres una hermosa abeja verde euglosina ¡Mírate!, no hace mucho tiempo eras una larva y ahora eres todo un adulto. Eres tan joven y lleno de energía... es más, hasta te animaste salir a explorar al mundo. El mundo exterior es tan sorprendente, hay tantos colores y olores, y ni hablar de todo lo que te puedes comer, ¡Qué afortunado eres!, ayer te encontraste una flor amarilla con polen y néctar y comiste a más no poder. Ah, la vida es buena.

Hoy saliste a explorar nuevamente el mundo y sus alrededores. Mira, te acabas de encontrar con una flor de orquídea, la cual es muy bonita y además te recuerda un poco a la flor con la que te diste ayer un gran banquete. No estás seguro si te conviene visitarla; la inspeccionas, no confías del todo, pero al final sí te animas. Forcejeas para entrar y, una vez que llegas hasta el fondo empujando tu cuerpo, te das cuenta de que no hay recompensas para ti. Es entonces cuando, seguramente, y rascando una de tus antenas, pensarías lo siguiente: *¿Quién se ha llevado mi néctar?*

Triste y decepcionado, vuelves a forcejear para salir de la flor. Quizá pienses: *“bueno, esta flor no tuvo néctar, seguramente la siguiente sí tendrá”*. Nuevamente, todo ilusionado, vuelves a meterte a otra flor de orquídea, vuelves a pasar penurias y otra vez te quedas sin recompensa. Empiezas a sospechar que, sin darte cuenta, las flores de las orquídeas solo se aprovecharon de ti, pues tú saliste sin obtener ganancia alguna, mientras que la primera flor de la orquídea logró colocar su polen en tu espalda (y tú, ni en cuenta), y ahora tú lo depositaste en la segunda flor (también sin darte cuenta). Así, sin enterarte, has realizado la polinización, asegurando la producción de semillas de estas plantas.

Lamento decirte, mi estimado amigo-abeja, que fuiste víctima de una de las muchas estrategias de engaño de las orquídeas. Estas plantas fueron “las últimas en aparecer en escena”, pues se sabe que evolutivamente son el grupo de plantas más recientes a nivel mundial. Llegaron tarde a la fiesta y parece que aplicaron el dicho popular que reza “más vale llegar tarde que llegar feo”, pues las flores de las orquídeas muestran la mayor diversidad de formas, colores y olores en todo el reino vegetal. Además,



Ilustración de la polinización de *Angraecum sesquipedale* por una polilla hipotética de larga proboscis. El dibujo fue realizado en 1867 por Alfred Russel Wallace, siguiendo la predicción realizada por Charles Darwin de 1862. En 1903 fue descubierta la polilla en Madagascar y bautizada como *Xanthopan morgani praedicta*. Tomada de <https://es.wikipedia.org/wiki/Orchidaceae#/media/Archivo:Wallacesesquipedale.jpg>



han logrado imitar características florales de otras plantas, asemejando a especies que sí ofrecen recompensas a polinizadores, asegurando la polinización, sin tener que gastar su energía produciendo néctar u otras sustancias.

Estarás de acuerdo conmigo, mi estimado amigo-abeja, que fuiste víctima del engaño alimenticio. En esta estrategia se suelen producir flores con características similares a las especies que ofrecen alimento como néctar o polen (Schiestl, 2005). Las orquídeas acostumbran a imitar el color de los pétalos, la producción de esencias (aunque en menor intensidad), líneas de néctar (visibles con luz UV, no observables por los humanos, pero sí por las abejas) o protuberancias que parecen polen. Esta estrategia está enfocada en atraer polinizadores que acaban de emerger (adultos jóvenes) y que no distinguen del todo a las especies que sí ofrecen alimento, de las demás, pues una vez que fueron “engañados” aprenden a evitar a estas flores.

Me caíste bien, joven-abeja, solo por eso te voy a explicar otros tipos de engaños de las orquídeas para que no caigas en sus trampas. La siguiente estrategia es llamada “mimetismo”. Esto es la capacidad de imitar, ya sea otras flores o incluso a otros seres vivos (Shrestha et al., 2020). Algunas orquídeas imitan tener en sus pétalos a pulgones, atrayendo a insectos que se alimentan de ellos. También las flores son capaces de simular sitios donde los insectos puedan descansar o intentar poner huevos, siendo





polinizadas con el movimiento de estos animales. El caso más curioso, al menos para mí, es aquel donde imitan el olor de la carne podrida, con el cual atraen a las moscas, que también son engañadas y terminan realizando la polinización.

Sin embargo, la forma de polinización más famosa de las orquídeas, y la causante de que estas especies reciban el nombre de “las maestras del disfraz”, es el engaño sexual. ¿Recuerdas que te dije que las orquídeas son expertas imitando a otras plantas? Pues también han podido imitar a animales, de tal forma que los científicos simplemente no se lo terminan de explicar. La flor puede ser sumamente parecida a una hembra de insecto y no solo en parecido físico, ¡también puede imitar a la perfección su olor! (Jersáková *et al.*, 2006). Como es de esperarse, llegan los machos e intentan aparearse, pero lamentablemente solo terminan llevándose polen (y me imagino que, también, una desilusión amorosa). Ves, amigo-abeja, te pudo haber ido peor.

*¿Por qué gastar mi energía en ofrecer recompensas, cuando obtengo lo que quiero sin tener que esforzarme?* Si las orquídeas pudieran hablar, estoy casi seguro de que dirían algo así, pero, hablando en serio, los científicos consideran que estas plantas recurrieron a dichas estrategias por varias razones: se ha visto que la producción de néctar no es garantía de una polinización exitosa, pues pueden llegar muchos animales oportunistas que solo se aprovechen de este recurso, sin que esto resulte en un beneficio para la orquídea. Además, agrupan todos sus granos de polen en una sola estructura llamada “polinio”, por lo cual con una visita de una abeja es suficiente para dispersar todo su polen.

Respecto a sus estrategias, en el engaño alimenticio se obliga a los polinizadores a viajar distancias más lejanas, pensando que flores más distantes tal vez sí tengan néctar y, de esta forma, realizando polinización cruzada entre individuos lejanos. Ocurre algo similar en el engaño sexual, pues el polinizador, “decidido a no cometer el mismo error”, volará distancias lejanas, hasta ser atraído nuevamente por las feromonas producidas por la orquídea e intentará aparearse de nuevo, trasladando el polen y colocándolo en esta nueva flor. En ambos casos, al realizar la polinización entre orquídeas distantes, se está favoreciendo a la diversidad genética de las orquídeas, pues se evita la autopolinización, la cual reduce la variación genética.

Aunque hasta este momento parezca que todo es “miel sobre hojuelas” para las orquídeas o que simplemente se “salen con la suya” al utilizar sus estrategias de engaño con los polinizadores, la realidad es que no son infalibles, ni garantizan al 100% que la polinización se llevará a cabo. Verás..., la polinización por engaño alimenticio solo es efectiva si la orquídea está establecida cerca de especies vegetales que sí ofrezcan recompensas. Además, el mayor éxito se obtiene durante el inicio de la época de floración, pues, como mencionaba, las abejas aprenden a evitar estas flores engañosas.

Pero no todo es engaño en esta vida, mi estimado amigo-abeja. Hay ocasiones en las que sí puedes beneficiarte de las flores de las orquídeas. Hasta hace unos años, se consideraba que las únicas recompensas florales ofrecidas a los polinizadores eran polen y néctar; por este motivo, se pensaba que la gran mayoría de las orquídeas eran polinizadas por algún tipo de engaño. Hoy en día sabemos que algunas de ellas producen papilas llenas de azúcares, mientras que otras producen cantidades mínimas de néctar, suficiente para atraer a los polinizadores, pero no tanto como para alimentarlos. Finalmente, algunas más producen fragancias que recolectan las abejas macho, que posteriormente usan para atraer a las hembras.

Ahora te invito a ti, estimado lector, a que pienses por un momento que todos a tu alrededor te mintieran todo el tiempo; seguramente te volverías loco y paranoico. Un mundo como el que te describí sería muy triste, por eso espero que nunca tengas que vivir algo así. Afortunadamente, las abejas euglosinas tampoco son engañadas toda su vida, ya que aún vivimos en un mundo donde la gran mayoría de las plantas sí ofrecen néctar, no juegan a disfrazarse de insectos y el olor a carne podrida, efectivamente, proviene de carne podrida. En pocas palabras, “los buenos somos más” y, paradójicamente, que “los buenos seamos más” fue lo que les sirvió a las orquídeas para desarrollar sus estrategias de engaño.

Espero que, después de haber prestado tu valiosa atención a todo este discurso que te di, mi estimado amigo-abeja, estés más atento de las estrategias de engaño de las orquídeas, con sus flores elegantes y hermosas, pero muchas de ellas sin recompensas para ti. Espero que ya seas capaz de diferenciar bien entre una flor que sí te dará algún beneficio de una que solo quiere aprovecharse de ti. ¡Olvídalo!, ya vi que volviste a buscar néctar en la misma orquídea. Quizá sí mereces ser víctima de sus engaños, después de todo.



Para el lector interesado:

- Jersáková, J., Johnson, S. D., Kindlmann, P. 2006. Mechanisms and evolution of deceptive pollination in orchids. *Biological Reviews*. 81: 219-235. DOI: <https://doi.org/10.1017/S1464793105006986>
- Schiestl, F. P. 2005. On the success of a swindle: pollination by deception in orchids. *Naturwissenschaften*. 92: 255-264. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00114-005-0636-y>
- Shrestha, M., Dyer, A. G., Dorin, A., Ren, Z. X., Burd, M. 2020. Rewardlessness in orchids: how frequent and how rewardless? *Plant Biology*. 22: 555-561. DOI: <https://doi.org/10.1111/plb.13113>





# Implicaciones de la Nanotecnología en el tratamiento de agua

Mota Díaz Dulce Yareli  
zs21010659@estudiantes.uv.mx  
Facultad de Ciencias Químicas

**Resumen:** En la actualidad, la purificación del agua mediante desalinización es una técnica común, pero dañina para el medio ambiente debido a la emisión de CO<sub>2</sub> y su alto consumo de electricidad. La desalinización térmica es costosa y perjudicial para los ecosistemas marinos. La nanotecnología ofrece una solución más eficiente mediante la destilación por membrana integrada con nanomateriales de carbono, que separa eficazmente la sal del agua. Estas membranas, hechas con nano fibras de Kevlar, son resistentes y rechazan contaminantes como el colorante Rodamina B. Combinar técnicas como la ósmosis inversa y directa mejora la calidad del agua y reduce la contaminación de las membranas. Aunque existen desafíos, el uso de nanomateriales está mejorando la eficiencia de la purificación del agua, lo que es crucial para su accesibilidad global. Las y los investigadores están explorando nanomateriales para desarrollar sensores moleculares más sensibles, como los basados en plasmones, que amplifican la detección de contaminantes incluso a niveles muy bajos. Estos avances podrían hacer que los dispositivos de detección sean más precisos y accesibles para detectar contaminantes en el agua.

**Palabras clave:** nanotecnología, agua, purificación, soluciones, contaminantes.

**Abstract:** Currently, water purification through desalination is a common technique, but it is harmful to the environment due to CO<sub>2</sub> emissions and high electricity consumption. Thermal desalination is costly and detrimental to marine ecosystems. Nanotechnology offers a more efficient solution through membrane distillation integrated with carbon nanomaterials, which effectively separates salt from water. These membranes, made with Kevlar nanofibers, are durable and reject contaminants such as Rhodamine B dye. Combining techniques like reverse and forward osmosis improves water quality and reduces membrane fouling. Although there are challenges, the use of nanomaterials is enhancing the efficiency of water purification, which is crucial for global accessibility. Researchers are exploring nanomaterials to develop more sensitive molecular sensors, such as those based on plasmons, which amplify the detection of contaminants even at very low levels. These advances could make detection devices more precise and accessible for identifying contaminants in water.

**Keywords:** nanotechnology, water, purification, solutions, contaminants



La nanotecnología es la ciencia aplicada al estudio de partículas de tamaño de átomos. Este tipo de tecnologías tiene como fin estudiar propiedades físicas, químicas y biológicas a nivel molecular. Es normal pensar en nanotecnología como una ciencia muy pequeña y difícil de diseñar, lo cual no dista de la realidad. Sin embargo, actualmente la nanotecnología está presente en nuestra vida cotidiana, por ejemplo, en los paneles solares de silicio cristalino, los cuales están compuestos de nano sondas que se utilizan para medir diferentes características en los paneles solares.

Por otro lado, cada día es más frecuente hablar de contaminación, entendida como la introducción o acumulación de sustancias nocivas en el medio ambiente, lo que provoca un impacto negativo en las condiciones de vida, el entorno natural y la salud de los seres vivos. Dichas sustancias tienen su origen en diversas fuentes: la industria, la agricultura y los residuos del ser humano en general, lo que se manifiesta en contaminación del aire, del agua, del suelo y acústica, causando graves problemas para los ecosistemas y la biodiversidad, así como para la salud pública.

Al igual que en varios países del mundo, la situación de contaminación del agua en México es evidente; nuestros cuerpos de agua están invadidos por contaminantes como pesticidas, fármacos, metales pesados, arsénico, entre otros. Por ello, es urgente concientizar a las empresas, a las farmacéuticas y a

la población en general sobre las graves consecuencias a las que nos enfrentaríamos si se pierden los cuerpos de agua. Además de afectarnos a nosotros, también perjudicaría a la flora y la fauna.

Este artículo se centra en los avances de la nanotecnología y su aplicación para mitigar la contaminación de cuerpos de agua. Se busca dar a conocer la importancia de la nanotecnología no solo para la identificación de contaminantes del agua, sino también como identificador de cáncer, en el diseño de medicamentos, entre otros.

Actualmente, entre las técnicas que se utilizan para la purificación de agua se encuentra la desalinización. Si bien esta técnica es efectiva, es muy dañina para el medio ambiente debido a la emisión de CO<sub>2</sub> por la quema de combustibles fósiles, además de consumir

el 0.4% de la electricidad mundial y dañar ecosistemas marinos. Este tipo de desalación térmica tiende a ser demasiado costosa, peligrosa para el ambiente y tiene un alto consumo de energía. Por ello, se han buscado nuevas técnicas, y es ahí donde entra la nanotecnología.

Una alternativa que se ha utilizado para la separación de agua con sal en la obtención de agua pura es la destilación, un proceso que consiste en calentar la mezcla hasta que se evapore el agua, recogerla como vapor y luego enfriarla y condensarla en agua pura. Sin embargo, este método requiere mucha energía y tiempo.

Gracias a los avances de la nanotecnología, se ha descubierto una forma más eficiente y avanzada de hacerlo usando algo llamado “destilación por membrana integrada con nanomateriales de



carbono”. Básicamente, se trata de utilizar una especie de filtro hecho de materiales extremadamente pequeños, conocidos como nanomateriales de carbono. Estos materiales tienen propiedades únicas que les permiten separar la sal del agua de manera mucho más eficiente.

Una de las alternativas diseñadas es la membrana nanoporosa de cerámica, que tiene una capa muy delgada de fibras de carbono hidrófobo, lo que significa que repele el agua. Esta capa tiene poros extremadamente pequeños, casi del tamaño de unas pocas moléculas de agua, lo que permite que el agua pase a través de ellos, pero no la sal u otras impurezas. Esto significa que la membrana puede retener más del 99% de la sal, dejando solo agua pura del otro lado.

Esta membrana, diseñada por expertos en nanomateriales, permite que el agua pase a través de ella mucho más rápido que las membranas tradicionales hechas de plástico. De hecho, el flujo de agua a través de esta membrana puede ser entre 3 y 20 veces más rápido que con las membranas convencionales. También se ha buscado cambiar los altos consumos de energía por paneles solares, los cuales, como ya conocemos, están diseñados con nanotecnología y es importante su uso para obtener una menor contaminación. La nanotecnología es crucial para el desarrollo de futuros proyectos, ya que hasta ahora





se han tenido muchos avances y en la purificación del agua, como podemos observar, se va por buen camino.

Una estrategia que se ha empezado a utilizar es la combinación de diferentes técnicas, como la ósmosis inversa y la ósmosis directa. La ósmosis inversa consiste en utilizar la presión para forzar al agua a través de una membrana y dejar atrás los contaminantes, mientras que la ósmosis directa utiliza una diferencia de concentración para obtener el mismo resultado. Al combinar estas técnicas, se puede mejorar la calidad del agua y reducir la contaminación de las membranas, lo que a su vez disminuye el uso de productos químicos y mejora la eficiencia del proceso.

A pesar de estos avances, todavía hay desafíos que deben mejorarse con el tiempo y el rendimiento limitado en algunas situaciones. Sin embargo, el uso de nanomateriales y técnicas avanzadas de fabricación está ayudando a mejorar la eficiencia de los procesos de purificación de agua, lo que resulta muy importante para que incluso los países menos desarrollados puedan tener agua purificada de manera más accesible. Entre los avances que han sucedido se encuentran los diferentes nanomateriales, como el dióxido de titanio, nanotubos de halloysita y óxido de grafeno, que ayudan a que el agua pase más rápido a través de ellos.

Las y los investigadores tienen el

En este ámbito también se utiliza un material llamado Kevlar, que es muy resistente y flexible. Estas membranas, hechas con nanofibras de Kevlar, son capaces de rechazar más del 96% de sustancias como el colorante Rodamina B, muy utilizado en la industria textil y de papel. Este tipo de membrana tiene una alta eficiencia en la desalinización del agua de mar,

objetivo de buscar nuevos materiales con propiedades especiales, como la capacidad de emitir luz (luminiscencia) y de catalizar reacciones químicas (catálisis), para ser utilizados como detectores. Estos materiales están compuestos por grupos de metales nobles. Además de ser sensibles al entorno, estos grupos de metales nobles también pueden ser reactivos, lo que significa que pueden participar en reacciones químicas. Esta reactividad los convierte en materiales muy útiles para desarrollar sensores moleculares, especialmente porque el núcleo metálico al que están unidos permite la accesibilidad de los iones, lo que logra una mejor detección.

Para obtener una mejor detección, estos grupos de átomos se pueden unir a partículas llamadas plasmones. Lo interesante es que estos pueden interactuar con la luz de una manera muy eficiente, ya que tienen la capacidad de concentrar la luz en áreas muy pequeñas o incluso amplificarla. Estos actúan como pequeñas antenas que pueden concentrar la energía de la luz en lugares es-

pecíficos. Esto se conoce como “luminiscencia mejorada por metales”. Esta mejora también permite detectar y cuantificar contaminantes como el mercurio hasta en cantidades muy pequeñas, incluso a nivel de una sola partícula o fibra.

Los sensores creados con nanotecnología podrían revolucionar los dispositivos utilizados como detectores. Podrían crearse algunos como tiras reactivas, para que sean más accesibles y sensibles para detectar contaminantes de manera muy precisa. La nanotecnología debe seguir evolucionando para poder tener una mejor tecnología de identificación de contaminantes en el agua. Cada una de estas pruebas ayudaría a optimizar los procesos, se ahorrarían costos y sería

un producto fácil de manipular.

Lo que se busca con la nanotecnología es, en un futuro, obtener tecnologías nuevas que permitan a los sistemas de purificación de agua retener los minerales esenciales que son buenos para la salud, mientras eliminan por completo las sustancias dañinas. Esto significa que los purificadores de agua podrán adaptarse a las necesidades específicas de cada persona, proporcionando agua con el equilibrio mineral adecuado para mantenernos saludables. De igual forma, se podrían identificar los minerales que son dañinos para la salud y eliminarlos de manera fácil y efectiva. Toda esta información también será útil para las comunidades y los gobiernos, ya que les ayudará a comprender mejor las necesidades de salud de la población y a planificar medidas para garantizar que todos tengan acceso a agua limpia y saludable.

### Conclusión

La nanotecnología está emergiendo como una herramienta muy importante en la lucha contra la contaminación del agua. Su capacidad para diseñar materiales a escala molecular está transformando la forma en que abordamos la purificación del agua y la detección de contaminantes. Desde membranas nanoporosas hasta sensores moleculares, los avances en nanotecnología están mejorando la eficiencia y precisión de los métodos de purificación y detección.

Las técnicas convencionales, como la desalinización térmica, son costosas, energéticamente intensivas y tienen un impacto ambiental negativo. Sin embargo, la nanotecnología está abriendo nuevas posibilidades, como la destilación por membrana integrada con nanomateriales de carbono, que promete ser más eficiente y menos perjudicial para el medio ambiente. A medida que la nanotecnología continúa avanzando, se espera que su aplicación en la purificación del agua y la detección de contaminantes siga creciendo. Esto no solo beneficiará a las comunidades locales al proporcionar acceso a agua limpia y segura, sino que también contribuirá a una gestión más eficiente y sostenible de los recursos hídricos a nivel global.

Además, los sensores basados en nanotecnología ofrecen una detección más precisa y sensible de contaminantes, permitiendo una monitorización en tiempo real de la calidad del agua. Esta capacidad de detección precisa es crucial para la protección de la salud pública y del medio ambiente, ya que al preocuparnos por nosotros mismos, también tomamos en cuenta este tema debido a que nos perjudica tanto directa como indirectamente. En resumen, la nanotecnología nos ofrece un camino prometedor hacia un futuro en el que el acceso a agua potable sea una realidad para todos,

mientras se protege, preserva y se mitiga la contaminación para tener un medio ambiente sano y así no contraer enfermedades a través de agua insalubre.

### Agradecimientos

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento al Doctor Luis Zamora Peredo por su invaluable orientación y apoyo durante la elaboración de este artículo. Su profundo conocimiento y dedicación en el campo de la nanotecnología han sido una fuente constante de inspiración.

Asimismo, deseo extender mi gratitud a la Dirección General de Investigaciones (DGI) por brindarme la oportunidad de participar en esta experiencia única. Su respaldo y recursos han sido fundamentales para el desarrollo de este trabajo y para enriquecer mi trayectoria académica y profesional.

Sin la colaboración y el apoyo de estas personas y organizaciones, este artículo no habría sido posible. Estoy profundamente agradecido por su generosidad, orientación y confianza en mí.

### Bibliografía

- Saldivar, Laura, & Walsh, Casey. (2015). Nanotecnología para el tratamiento de agua. Claves sobre la investigación en México. *Mundo nano. Revista interdisciplinaria en nanociencias y nanotecnología*, 8(14), 53-69. Epub 28 de mayo de 2021. Recuperado el 27 de enero de 2024, de <https://doi.org/10.22201/cei-ich.24485691e.2015.14.52513>
- Nagar, A. (2020, 20 mayo). Agua limpia a través de la nanotecnología: necesidades, lagunas y cumplimiento. *ACS NANO*. Recuperado 29 de enero de 2024, de <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsnano.9b01730?ref=pdf>







# ¿Cómo debo de cuidar mis ojos?

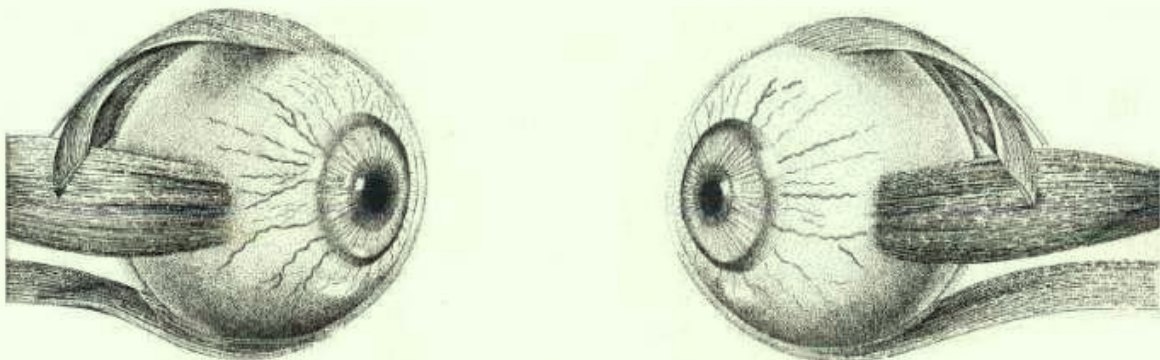
Dra. Mariangel González Morales  
Cirujana Oftalmóloga  
Alta especialidad en córnea y cirugía  
refractiva  
Universidad Nacional Autónoma de  
México (UNAM)

Resumen: La introducción destaca la importancia de la vista como medio principal de interacción con el entorno. Desde que despertamos, nuestros ojos nos permiten percibir un mundo lleno de colores y formas. Incluso durante el sueño, los ojos continúan trabajando, realizando funciones vitales para el metabolismo y el crecimiento. La visión está estrechamente vinculada con la memoria, las emociones, el aprendizaje y la interpretación de la vida. Por ello, es crucial ser conscientes del cuidado de nuestros ojos.

Palabras clave: ojos, cuidado, salud, aprendizaje, cotidiano.

Abstract: The introduction highlights the importance of vision as the primary means of interacting with the environment. From the moment we wake up, our eyes allow us to perceive a world full of colors and shapes. Even during sleep, the eyes continue to work, performing vital functions for metabolism and growth. Vision is closely linked with memory, emotions, learning, and the interpretation of life. Therefore, it is crucial to be aware of the care of our eyes. Introduction.

Keywords: eyes, care, health, learning, daily life.





El sentido de la vista es el medio por el cual interactuamos con nuestro entorno. Desde el momento en el que despertamos por la mañana y abrimos los ojos, la luz del infinito llega a nosotros, regalándonos un mosaico de colores, formas, sombras y movimiento. Aun cuando dormimos, nuestros ojos no paran de trabajar, realizan funciones importantes para el metabolismo y crecimiento y se preparan en la oscuridad para que, al día siguiente, sigamos percibiendo la luz.

La visión está directamente relacionada con áreas cerebrales de nuestra memoria, nuestras emociones, nuestro aprendizaje, nuestra capacidad de interpretar la vida y la manera en la que la percibimos y compartimos. Imaginemos no contar con nuestra visión y la pérdida de todo lo valioso que nuestros ojos hacen por nosotros, por ello, debemos ser conscientes de su cuidado.

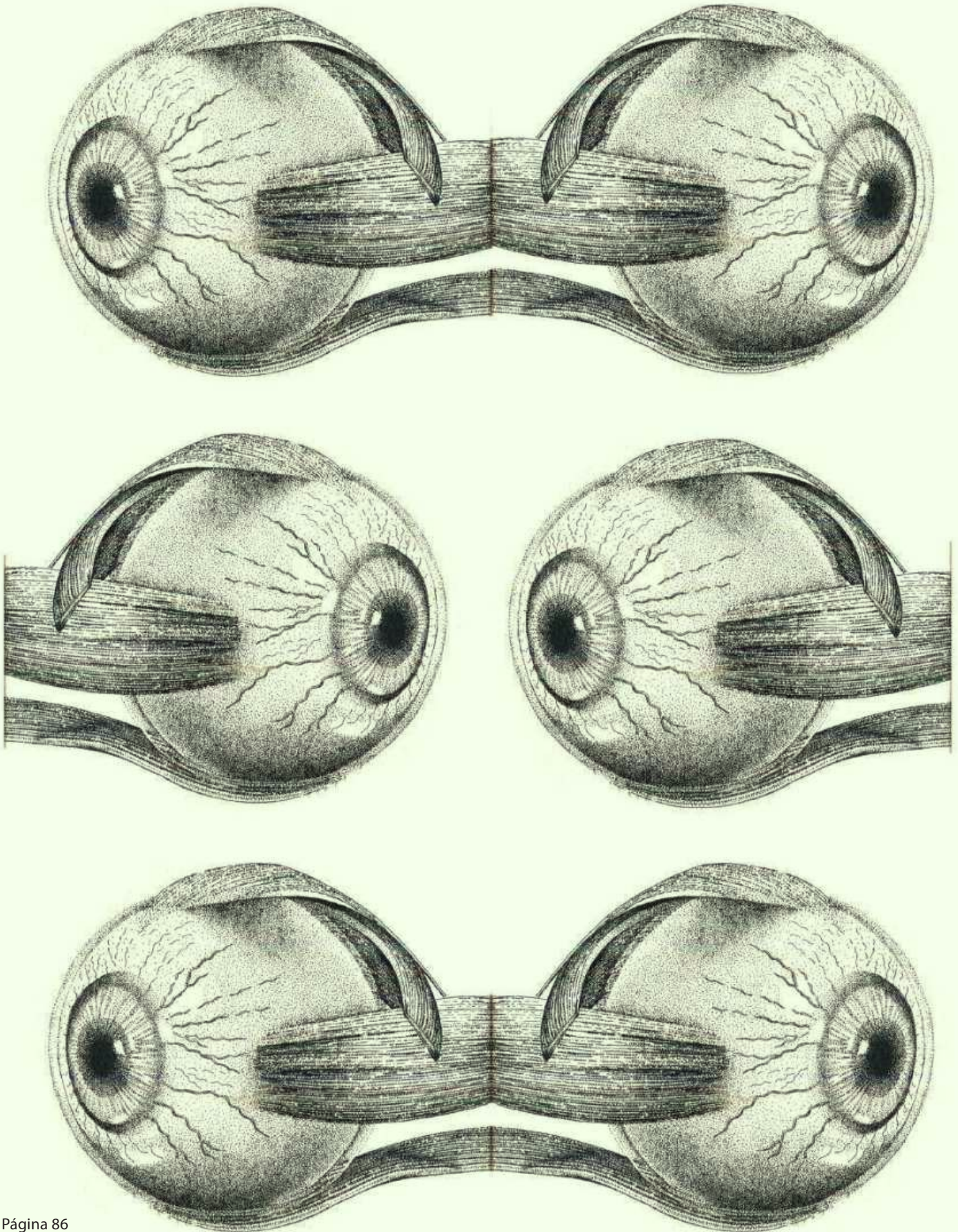
## **¿Cómo puedo saber si mis ojos son sanos?**

Desde el nacimiento debemos revisar los ojos; antes de cumplir 28 días de vida, todos los bebés deben recibir una revisión oftalmológica completa (esta revisión se llama tamiz visual) y si el recién nacido fue prematuro, debe realizarse un tamiz de retinopatía, estudio que permite detectar malformaciones congénitas, tumores, infecciones y enfermedades que pueden provocar ceguera permanente. A partir de entonces, es necesario seguir acudiendo a las consultas, de acuerdo con la indicación del oftalmólogo; habitualmente se realizan cada año.

La exploración oftalmológica completa incluye agudeza visual, refracción (prescripción de lentes), reflejos pupilares, revisión de la alineación ocular, párpados y anexos (pestañas y cejas), medición de presión intraocular, biomicroscopia de segmento anterior y posterior (es decir, revisar cada una de las estructuras externas e internas del globo ocular) y gonioscopia. En cualquier revisión de primera vez se debe observar el fondo de ojo con la pupila dilatada, para ver con detalle la retina hasta su parte más periférica.

Si en tu familia hay personas con enfermedades oculares como glaucoma, queratocono, miopía alta, o tienen diabetes o hipertensión, es importante revisarte desde edad temprana para descartar que padezcas la misma enfermedad y, si es posible, evitarla o corregirla desde sus estadios iniciales. Igualmente, si eres diabético, hipertenso, fumas, padeces alguna enfermedad autoinmune o genética, debes revisar tus ojos desde edad temprana y mantener vigilancia durante toda la vida.









## ¿En qué casos debo acudir urgentemente al oftalmólogo?

Los datos de alarma ocular que requieren revisión oftalmológica inmediata son: baja visual, visión de manchas o miodesopsias (moscas volantes), fotopsias (destellos de luz), así como dolor ocular, ojo rojo, secreción, pérdida de algún sector del campo visual o de la percepción de colores, golpes en la cabeza o golpes en el ojo, ya sean contusos (balón de fútbol, pelota de tenis, puñetazo, etc.) o punzocortantes (vidrio, rebaba de metal, materia vegetal, etc.).

Si presentas una herida ocular abierta o un objeto incrustado en el ojo, no debes intentar manipularlo para retirarlo, tampoco parcharlo o irrigar agua o alguna otra sustancia sobre él. Con un vaso de unicel o un pedazo de radiografía o cartulina dura, puedes hacer un cono para aislarlo, evita esfuerzos o agacharte y acude de inmediato al oftalmólogo para evaluar el daño y, en caso necesario, para reparación quirúrgica urgente.

Si por accidente un agente químico entra en contacto con tu ojo por salpicadura, lo primero que debes hacer es irrigarlo con abundante agua (mínimo 30 minutos), de preferencia que sea purificada, aunque puede ser usada el agua de la llave, tratando de estirar los párpados para que todo el ojo y la parte interna de los párpados se laven. Inmediatamente debes dirigirte al oftalmólogo para continuar la irrigación y evaluación del daño y que te prescriba los medicamentos necesarios con el propósito de prevenir secuelas visuales.

Los agentes químicos se dividen en ácidos y álcalis. Los álcalis (sosa cáustica, cemento, yeso, amoníaco, etc.) son más peligrosos por la capacidad que tienen de penetrar a estructuras internas del ojo.

## ¿Cómo puedo prevenir que mis ojos se dañen?

Evita practicar deportes de contacto que te pongan en riesgo por un golpe ocular o deportes con alto riesgo de concusiones o traumatismos directos al cráneo de alto impacto, así puedes prevenir desprendimientos de retina o lesiones en el nervio óptico.

Siempre debes utilizar productos oftalmológicos originales y de una farmacéutica confiable. Los remedios de herbolaria o naturistas, incluyendo ocupar algún té con manzanilla o alguna otra planta, pueden ocasionar

infecciones severas que provoquen cicatrices oculares y ceguera o pérdida del globo ocular, con el riesgo alto de diseminación al cerebro y otras estructuras vitales.

No debes compartir gotas con otra persona. Si usas lentes de contacto, jamás los compartas, debes lavarlos siempre con su solución especial, no se deben usar más de ocho horas al día y está prohibido dormir, nadar o bañarse con ellos.

Lava tus manos antes de tocar tus párpados o tus ojos o de colocarte alguna gota o ungüento oftálmico. Los ojos no deben lavarse, pero los párpados y pestañas sí, al ser una extensión de nuestra piel. El borde de los párpados contiene glándulas que producen un sebo que evita que la película lagrimal se evapore de nuestros ojos; por eso si no los limpiamos adecuadamente se produce síndrome de ojo seco o pueden provocarse infecciones.

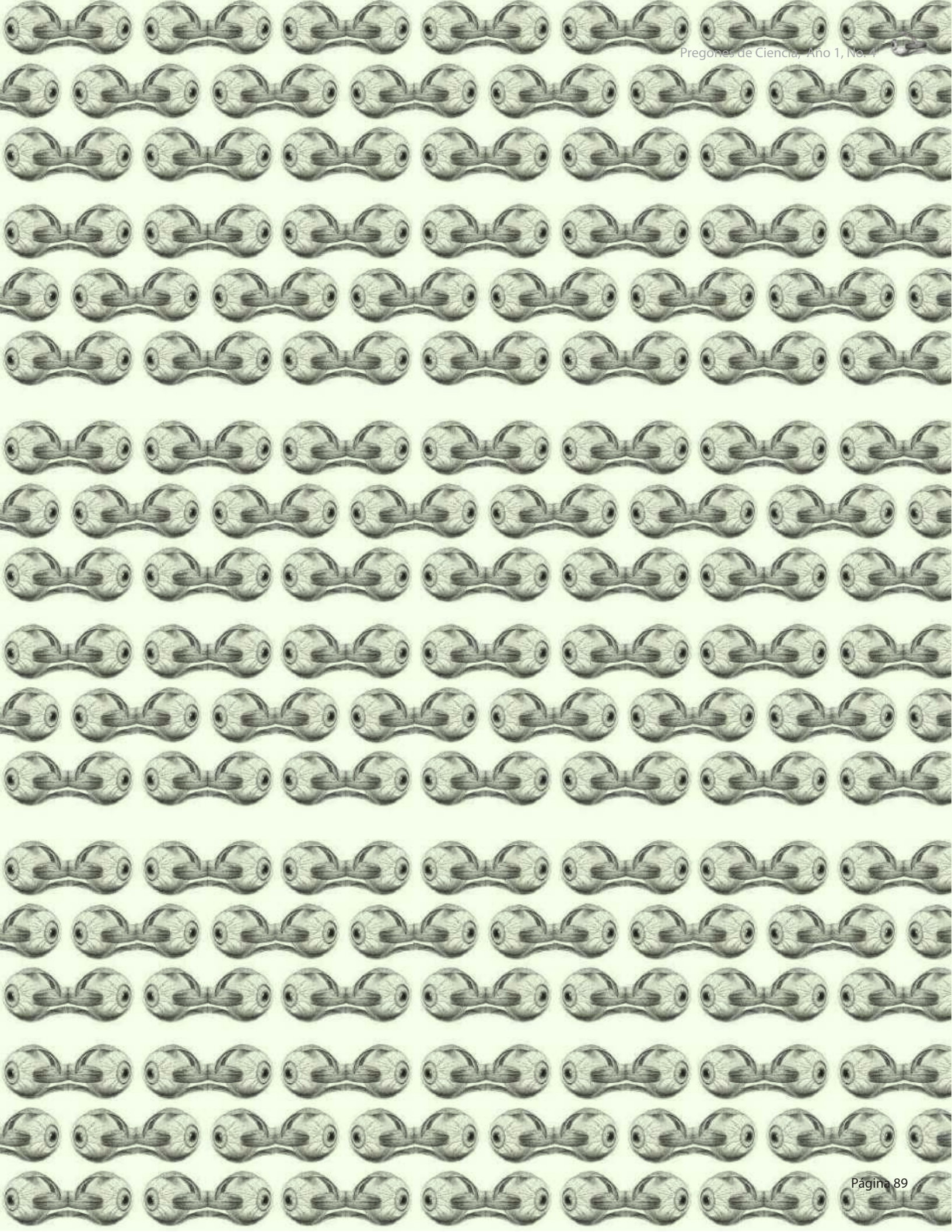
La forma correcta de limpiar los ojos es hacerlo todos los días, presionando el borde del párpado inferior hacia arriba y del párpado superior hacia abajo, después aseando pestañas y párpados con shampoo o jabón suave sin fragancias. Las pestañas postizas ocluyen estas glándulas y, si no se realiza el aseo adecuado, pueden infectarse y ser infestadas por un ácaro llamado Demodex, el cual es muy difícil de erradicar.

Pasar mucho tiempo expuesto a dispositivos electrónicos puede producir fatiga ocular por la disminución en la tasa del parpadeo. Utilizar gotas de lubricante prescritas por el oftalmólogo y filtros para luz azul en los lentes, reducir el brillo y las horas de uso pueden ayudar. El uso excesivo de dispositivos como celulares o tabletas en niños puede provocar miopía degenerativa, por lo que se recomienda limitar el tiempo de uso y fomentar actividades al aire libre.

Nunca debemos observar directamente el sol, puesto que la radiación que emite puede provocar quemaduras internas irreversibles. Utilizar gafas oscuras con un filtro para luz ultravioleta ayuda a prevenir que nuestros ojos envejecan prematuramente (formación de cataratas), previene la degeneración macular relacionada a la edad y daño en los párpados y superficie ocular (formación de pterigiones o carnosidades e incluso cáncer).

Ninguna gota oftálmica debe usarse sin prescripción del oftalmólogo, ya que pueden provocar cambios en la presión intraocular con daño al nervio óptico y formación de cataratas, además pueden empeorar cuadros







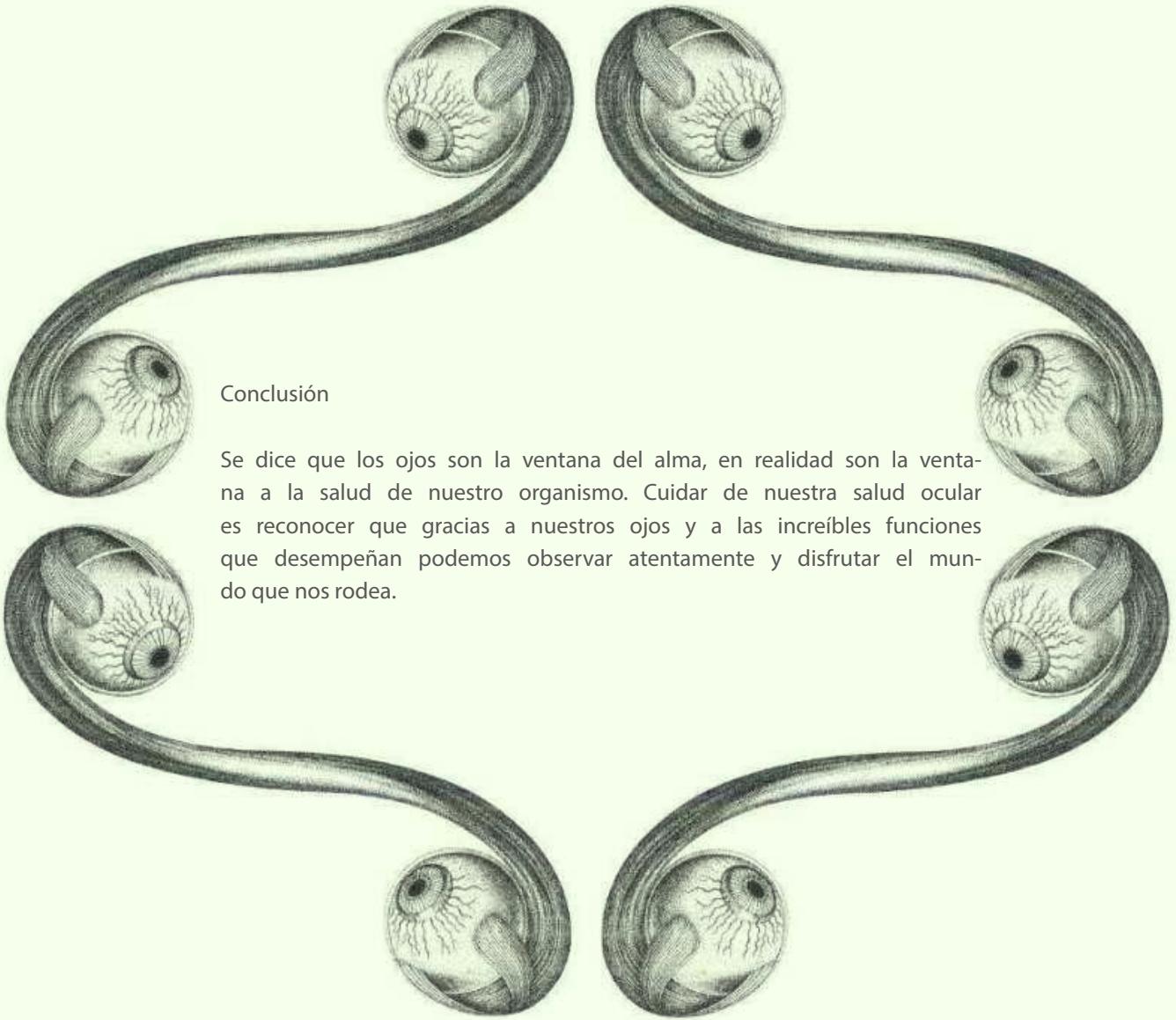
infecciosos o inflamatorios y retrasar su abordaje correcto. Las gotas de lubricante artificial se pueden utilizar a libre demanda, sin embargo, lo mejor es que el oftalmólogo te indique la gota correcta de acuerdo con tus necesidades, ya que hay una gama muy amplia.

Los ojos no se deben de tallar por ningún motivo, mucho menos en los niños y adolescentes, porque al ser un tejido muy delgado es más susceptible a deformarse, y ocasionar defectos en la refracción, infecciones u opacidades corneales.

### **¿Si perdí la visión en uno de mis ojos puedo recibir un trasplante de ojo?**

El ojo no se puede trasplantar en su totalidad; si se extirpó por una indicación médica o es un ojo ciego, es imposible reconectar otro ojo que sea funcional, sin embargo, existen prótesis estéticas. La córnea es un tejido transparente que se encuentra en la parte anterior del ojo, funciona como un lente y debe ser transparente para permitir la entrada de luz. Este tejido sí puede ser trasplantado y funcionar como si se encontrara en el organismo de origen. Actualmente, es el trasplante más exitoso en humanos y se realiza desde hace más de 100 años.

Existen trasplantes de córnea de espesor total o de alguna de sus capas, dependiendo cuál sea la capa dañada. También puede realizarse un trasplante de córnea urgente en casos de riesgo de pérdida del globo ocular por perforaciones o infecciones severas.



### Conclusión

Se dice que los ojos son la ventana del alma, en realidad son la ventana a la salud de nuestro organismo. Cuidar de nuestra salud ocular es reconocer que gracias a nuestros ojos y a las increíbles funciones que desempeñan podemos observar atentamente y disfrutar el mundo que nos rodea.

# Arte y divulgación: ¿Una conveniente sinergia?

Guerson Yael Varela Castillo <sup>1,2</sup>, Blandina Bernal Morales <sup>1</sup>,  
Rasajna Nadella <sup>3</sup>, Daniel Hernández Baltazar <sup>1,4</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Neuroetología, Universidad Veracruzana.

<sup>2</sup> Facultad de Psicología, Universidad Veracruzana.

<sup>3</sup> International Collaboration Mexico-India. CONAHCYT.

<sup>4</sup> Investigadores por México, CONAHCYT.

## Resumen

Realizar investigación en neurociencias cuando identificamos puntos de convergencia con los artistas resulta una experiencia gratificante. El punto en común es la creatividad. El estudio de los circuitos cerebrales que son claves de la creatividad, ha permitido la innovación en términos biomédicos y en propuestas de artes visuales y escénicas, además da pauta a la consolidación de estrategias de neuromarketing, el aprendizaje basado en algoritmos y, en consecuencia, la inteligencia artificial para el manejo de textos e imágenes. En este contexto ¿puede el arte estimular las funciones motoras y cognitivas?

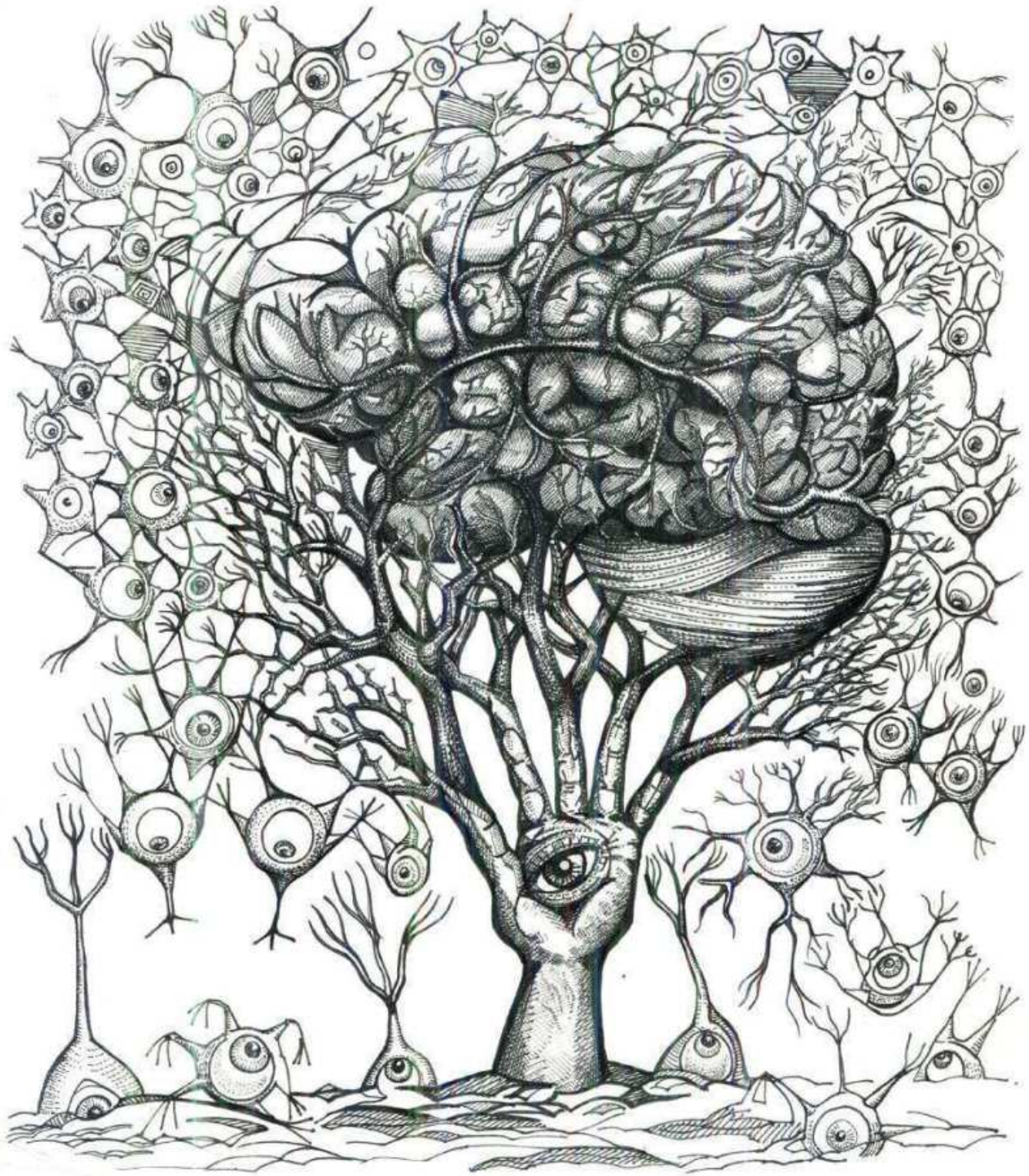
Palabras clave: creatividad, arte, ciencia, cerebro, biomedicina.

## Abstract

The creativity is a link between art and scientist. The study of the brain circuits that are key to creativity has allowed innovation in biomedical terms and in proposals for visual and performing arts, and also, provides guidelines for the consolidation of neuromarketing strategies, learning based on algorithms and, consequently, artificial intelligence. In this context, can art stimulate motor and cognitive functions?

Keywords: creativity, art, science, brain, biomedicine.









**Creatividad.** Diseño de arte por Guerson Yael Varela Castillo en el software *Leonardo.AI*.



### Estimulando al cerebro con arte

El cerebro puede ser estimulado con arte de dos formas: cuando el artista es el responsable de producirlo o cuando lo apreciamos como espectador. En ambos casos, esto es posible cuando se logra la función integral y eficiente de los circuitos neuronales, sumado a la disciplina de práctica constante. A nivel fisiológico es importante considerar que ninguna célula del cuerpo puede estar sin actividad; el ejemplo básico son las neuronas que conforman al cerebro, las cuales están presentes desde la etapa embrionaria hasta el último día de vida del individuo.

Desde entonces, el desarrollo la imagenología y las estrategias de estudio de función neuronal han permitido demostrar que la experiencia, entendida como un conjunto de conocimientos recabados por la exposición a problemas diversos, genera nuevas conexiones neuronales y que, para lograrlas, se requiere que las neuronas no solo se activen en respuesta a estímulos, sino que cambien su forma, es decir, que se adapten, lo cual se conoce como neuroplasticidad. Este concepto es clave para entender cómo la experiencia, por ejemplo, la que se logra a través de la repetición disciplinada en el ámbito artístico, es capaz de modificar la percepción, las capacidades motoras, las habilidades de interlocución, que para fines prácticos puede traducirse como potenciar la creatividad en cualquier individuo.

Se considera importante destacar que la estimulación para lograr la correcta conexión y funcionalidad de los circuitos cerebrales, ocurre desde el nacimiento del bebé hasta los 12 años, porque es en este periodo donde se adquiere el lenguaje, la motricidad, la atención sostenida y selectiva, el pensamiento abstracto, lo que en conjunto

Uno de los primeros que estableció esto fue Santiago Ramón y Cajal, un destacado neurocientífico y artista visual, quien solía decir “Todo hombre puede ser, si se lo propone, escultor de su propio cerebro”.

potencia la creatividad. Recientes estudios han demostrado que la apreciación y/o generación de arte, en combinación con un tratamiento médico efectivo, mejora las capacidades cognitivas y motoras en pacientes con enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer. Entonces, ¿es la creatividad una habilidad exclusiva de artistas?

La creatividad es la capacidad para generar productos innovadores o bien que permiten atender una necesidad o problemática, así que creativo o creativa puede ser cualquier ser humano, a la par de que ser científico y artista no es mutuamente excluyente. Esta capacidad ha favorecido la producción de herramientas desde la antigüedad, que han sido claves en la supervivencia, o bien ha facilitado la construcción de un entorno social, de interacción con el entorno ambiental e incluso para la generación de recursos que han hecho posible la confección de infraestructura. Lo interesante del caso es que, en todos estos procesos creativos, la vinculación entre artistas y los que no lo son, es fundamental.

Cada una de las diferentes formas del arte, genera sensaciones, emociones y pensamientos diversos, debido a que el cerebro está programado, por decirlo de alguna manera, para reconocer, organizar y asociar formas y patrones. Por ello, al apreciar un trabajo artístico como una pintura al óleo, una escultura tallada en arcilla o incluso una composición musical, el cerebro lo interpreta, ya sea mediante la evocación de recuerdos (tipo de memoria episódica donde somos el principal protagonista), memorias de tipo sensorial y motoras, o simplemente la sensación de placer durante la apreciación de la obra de arte.

Cuando observamos artes pictóricas o escénicas,



las regiones cerebrales que se estimulan son varias; por mencionar algunas, tenemos a la corteza visual, específicamente la circunvolución lingual, la circunvolución occipital media y la circunvolución fusiforme, las cuales se encargan del procesamiento de características como la orientación, la forma, el color, la agrupación y la categorización. También es posible observar una activación de la precuña en la zona media de la corteza parietal superior, que participa en la exploración espacial y regulación de movimientos.

De la misma manera, existe evidencia de la activación del giro fusiforme y el giro parahipocampal, que se encargan de la percepción y reconocimiento de objetos y lugares. Algo sorprendente es que la exposición al arte promueve la activación de áreas cerebrales como el lóbulo temporal, que participa en la generación de la memoria semántica (tipo de memoria fundamental para el lenguaje), la memoria emocional y la integración conceptual de la información; esta es la razón por la cual las artes juegan un papel destacado en la generación del aprendizaje.

Una de las sensaciones más asociadas al arte es el placer que provoca, toda vez que se experimenta placer al apreciar una obra pictórica, al escuchar una canción, e inclusive, al probar un delicioso platillo, evidencia de que los circuitos neuronales del placer y la recompensa también se activan con el arte.

Ejemplo de los núcleos cerebrales involucrados en esto son la ínsula anterior y el putamen, dos de las regiones que aumentan su actividad derivando en estimulación del sistema afectivo del cerebro, mediante la disminución de estrés. Además, se ha observado que la exposición al arte desencadena un aumento de los niveles de dopamina, uno de los neurotransmisores de la felicidad, en la corteza

orbitofrontal, lo que permite experimentar sentimientos de placer intenso que pueden compararse con ver o besar a la persona amada.

De manera general, se ha observado que la exposición a las artes, ya sea mediante su generación o su apreciación, cambia la anatomía y la función del cerebro, permitiendo un mejor desarrollo neurológico de los individuos. Asimismo, se ha demostrado que las artes incrementan la capacidad para la resolución de problemas, mejoran la plasticidad neuronal, el coeficiente intelectual, la capacidad atencional, el lenguaje, la postura y la correcta regulación emocional.

Las investigaciones que abarcan el papel de las artes en la estimulación cerebral han dado pie a la creación de líneas de investigación como la neuroestética y los programas de aprendizaje, en donde las artes son una herramienta para potenciar la creatividad, tanto para la producción artística como para la generación y consolidación de conocimientos; en este último punto, surge una cuestión interesante ¿pueden las artes ayudar a divulgar ciencias?

### **Divulgación científica ¿sinergia entre personas artistas y científicas?**

El objetivo de la divulgación es llegar a un público amplio. Los beneficios de la divulgación de las ciencias y las artes son amplios, desde el hecho del conocimiento y el deleite estético, hasta la concientización social por el cuidado en la salud, el advenimiento de novedosos tratamientos, la no estigmatización por enfermedades, y la búsqueda de una interacción social y ambiental más eficiente, entre otros.

No obstante, para realizar una eficiente divulgación del conocimiento científico o humanístico se enfrentan retos diversos, sobre todo, cuando

Memoria. Dibujo en grafito por Eduardo Rivadeneira Domínguez y Daniel Hernández Baltazar.



se trata de audiencias con diferente edad, escolaridad, nivel socioeconómico e incluso diferentes intereses intelectuales, lo cual requiere la vinculación transdisciplinaria.

Algunos de los retos a vencer son: 1) incrementar el interés de la comunidad científica, y humanística, para realizar actividades de divulgación de la ciencia, 2) adquirir habilidades para divulgar eficientemente, 3) evaluar la vía adecuada para la transmisión del conocimiento acorde a cada tipo de público, así como 4) incrementar la accesibilidad al conocimiento mediante vinculación interinstitucional. La tarea es compleja, pero el uso de herramientas digitales, recursos tradicionales de interacción social o la diversificación de estrategias creativas como las actividades artísticas, son una pieza clave.

Actualmente, las redes sociales juegan un papel muy importante para divulgar la ciencia. Para lograrlo, se realizan definiciones conceptuales, representaciones gráficas, esquemas y se reduce el uso de terminología especializada, compleja y formal en función de la audiencia a quien se desea transmitir el mensaje. Sin embargo, el uso de la imagen, el sonido y de la “acción escénica” como la que se aprecia, por ejemplo, en el teatro, es un recurso poco explotado por la comunidad científica. Las razones son varias, pero la de mayor peso es que por siglos se ha mantenido una brecha entre las artes y las ciencias, lo cual es un error.

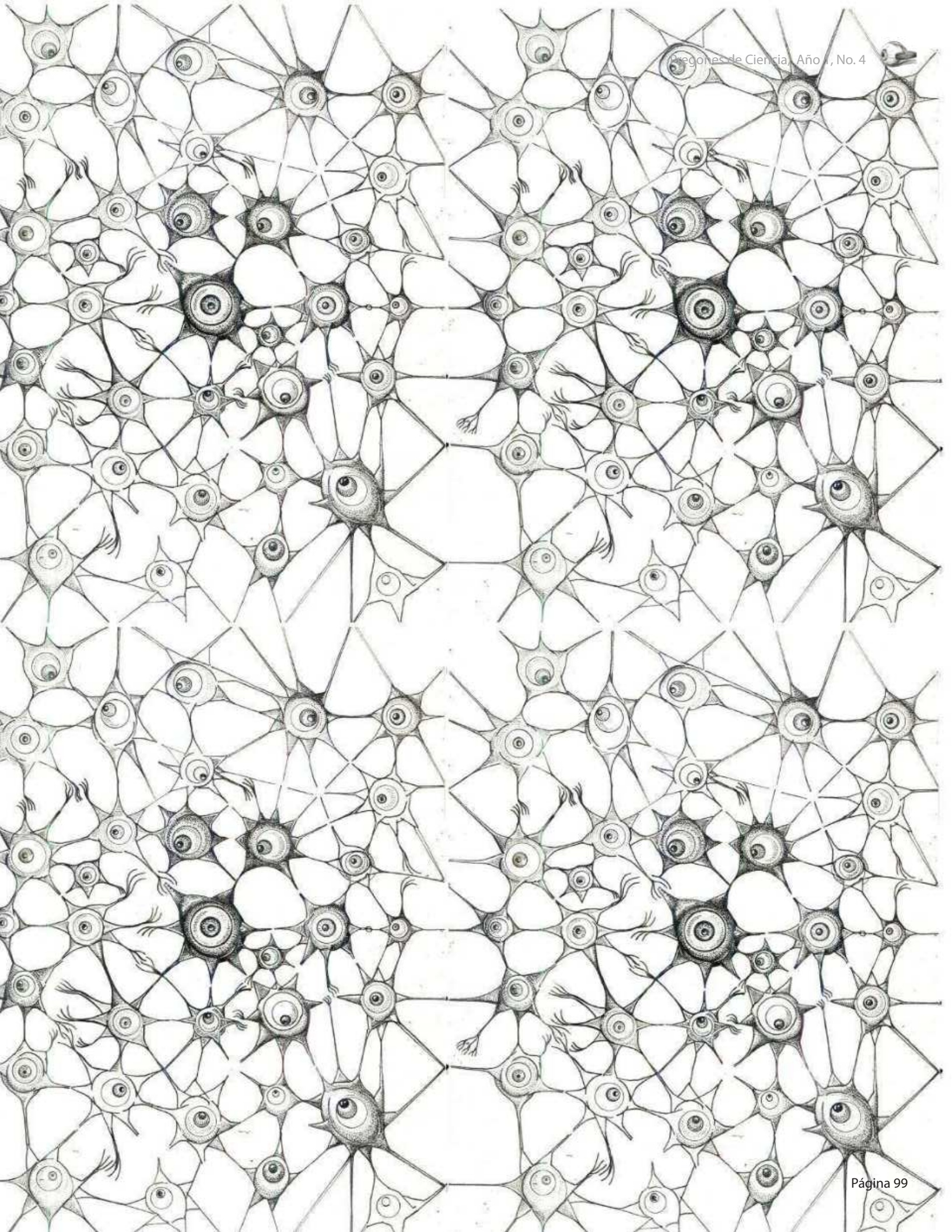
En este contexto, la vinculación entre artistas y científicos permite la elaboración de productos atractivos para el público, promoviendo además de lo multidisciplinario y la colaboración, el acceso universal de la información, el cual es un derecho para todos y todas. Edgar Allan Poe decía: “Si se me pidiera que definiera en pocas palabras el término arte, lo llamaría la reproducción de lo que los sentidos perciben en la naturaleza a través

del velo del alma”, de modo que el arte puede ser una forma de comunicar el conocimiento científico a través de recursos sonoros, visuales, escénicos, o infográficos; al final de cuentas, el arte de transmitir conocimiento también implica compartir emociones.

### **Lecturas recomendadas**

- Barrientos Bonilla, A.A. (2023). Ciencia, arte y humanidad: ¿una necesaria complicidad? Revista Digital Veracruzana. Instituto Veracruzano de la Juventud.
- Barrientos Bonilla, A.A., Montejo López, W., Pensado Guevara, P.B., Varela Castillo, G.Y., Hernández Baltazar, D. (2023). Estrategias para el estudio del cerebro. La Ciencia Aplicada en Chiapas. 10:56-59.
- Hernández Baltazar, D., Hernández Baltazar, E., Pensado Guevara, P.B., Barrientos Bonilla, A.A., Varela Castillo, G.Y., Fernández Gómez, R. (2022). El pretexto creativo y el circuito: El caso del brazalete de neuronas. Revista 925 Artes y Diseño. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Pensado Guevara, P.B., Hernández Baltazar, D. (2023). ¿Por qué los científicos deben ser divulgadores de la ciencia? Revista Cantera. Instituto de Ciencias Biológicas. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.

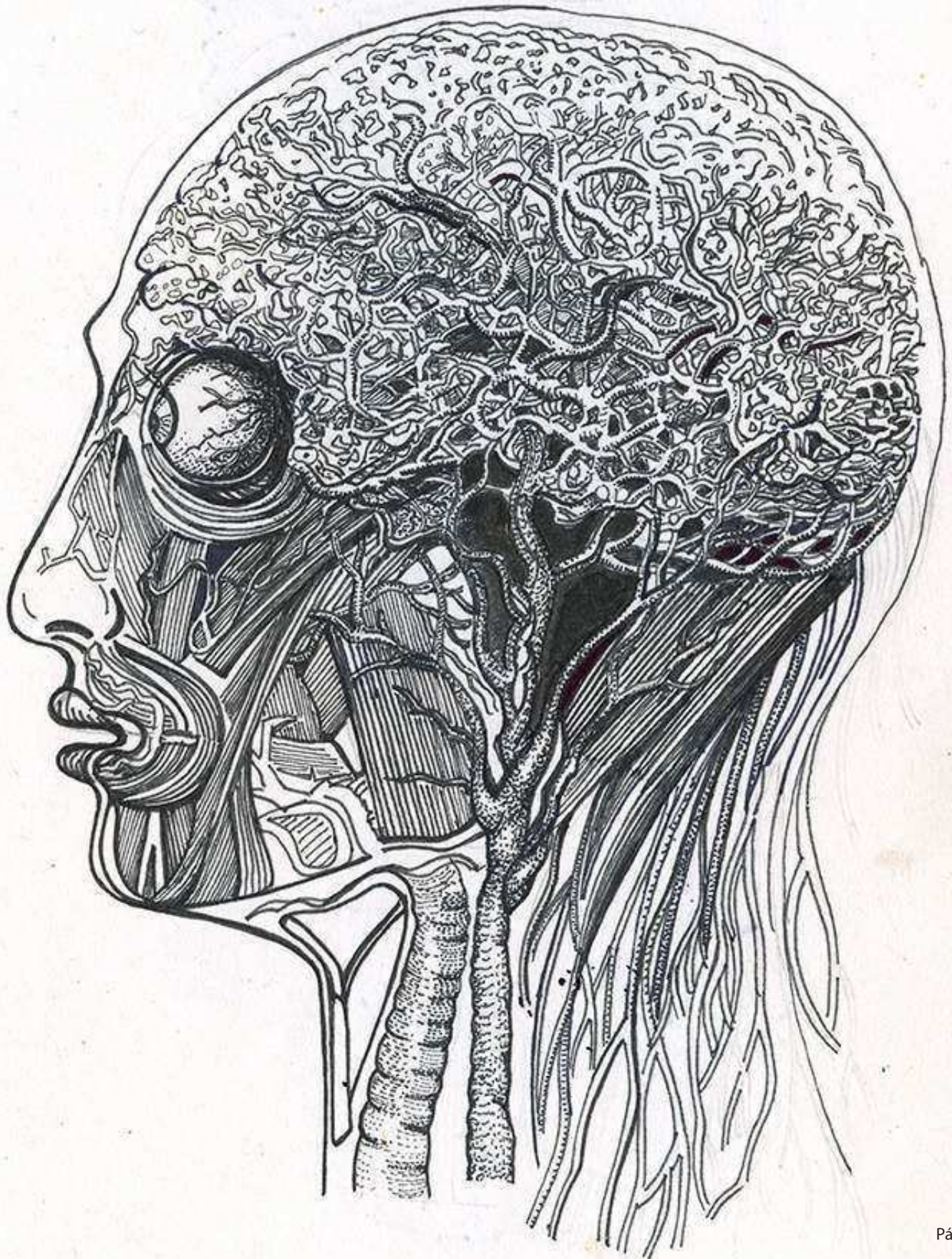














# Ratas, modelos animales aliados de la ciencia

Enrique Romero Cortés  
zs20008026@estudiantes.uv.mx  
Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias



## Un par singular

Era un cálido día de verano del lejano 2002, un recuerdo llega a mi memoria con la nitidez de una escena cinematográfica. Por aquellos días era común recibir visitas de familiares, amigos y compadres en casa. Entre ellos, había alguien que significaba algo más que una visita, era toda una alegría. Desde la ventana de mi casa, observaba con expectación la llegada de un automóvil que se estacionaba frente a la puerta, un Stratus plateado, que anunciaba el arribo de la tía María Luisa, hermana de mi abuela. Su llegada siempre se traducían en regalos y gestos afectuosos para todos, haciendo que cada encuentro fuera especial.

En aquella ocasión, mi emoción fue mayúscula, al descubrir que la tía María Luisa no venía con el típico obsequio que solíamos recibir; en lugar de dulces, juguetes

o juegos de mesa, en esta ocasión, nos presentó a dos pequeños habitantes que se encontraban en su residencia: una diminuta caja de plástico transparente con alfombra de aserrín. Esta vez el regalo era en un par de ratones. A primera vista, parecían frágiles y diminutos, sin embargo, lograron robar mi atención de manera instantánea.

A pesar de mi corta edad en aquel entonces, la noción de que estos seres, simples y aparentemente insignificantes, pudieran tener una estrecha conexión conmigo como ser humano, resultaba fascinante. No desde el aspecto emocional, que por ser niño era inevitable, sino por mi gran curiosidad, la que me llevaba a pensar que, aparte de nuestras obvias diferencias, había algo más y eso nos unía.

El encuentro marcó el inicio de una relación única, don-

de la convivencia con estos ratones era mucho más que una posesión de mascotas: era una ventana abierta a la comprensión de la complejidad de la vida, a darme cuenta de que, como yo, los ratones también comían, iban al baño, se asustaban, jugaban, olían y percibían su entorno de manera similar a como yo lo hacía; descubrí también la responsabilidad que conlleva tenerlos, los cuidados que requieren y despertaron en mí un fuerte sentimiento de compasión hacia ellos.

Tener en mis manos a los pequeños roedores, durante el tiempo que vivieron, no solo representó cuidarlos. Fue una gran oportunidad de aprender sobre la vida, de concientizarme sobre la importancia de la empatía con estos seres que comparten nuestro espacio vital. Así, aquellos ratones no solo se convirtieron en mis adorables compañeros, sino también en maestros ines-



perados que, con su simple presencia, dejaron en mí una huella indeleble, haciéndome comprender el mundo que me rodea y concientizándome de la importancia que tienen en nuestra vida.

#### Breve historia del uso de animales

El uso de animales no se limita solo a satisfacer necesidades afectivas o emocionales de las personas. Si bien es cierto que, primordialmente, estos han sido de gran ayuda para el ser humano en ese aspecto, también han sido utilizados como herramientas para llevar a cabo tareas difíciles para el ser humano; igualmente, han sido determinantes para fines científicos.

El uso de animales en laboratorios es un método de investigación empleado desde la antigüedad. Grandes mentes, como la de Aristóteles e Hipócrates, hicieron uso de animales para conocer su

anatomía, práctica conocida como vivisección, consistente en la disección de un animal vivo; sin embargo, en aquellos tiempos, aún no se tomaba en cuenta el sufrimiento de los animales durante los procedimientos científicos y, generalmente, se omitía la importancia del cuidado y del bienestar animal durante su manipulación.

---

### **Fue hasta épocas más recientes, específicamente a finales del siglo XVIII, cuando se empezaron a considerar algunas cuestiones éticas respecto a la manipulación de animales.**

---

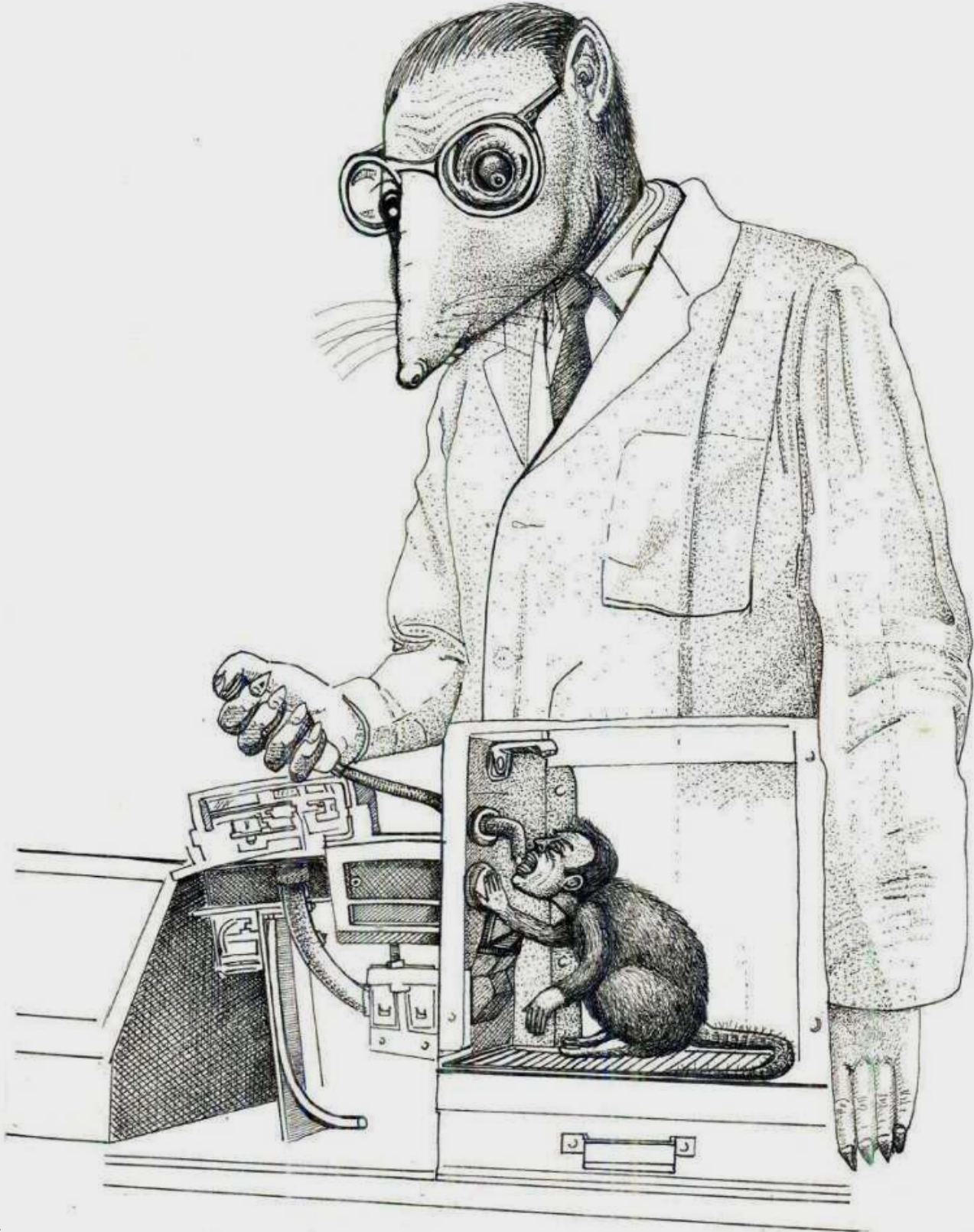
Así surgieron los primeros movimientos que abogaban por la protección para los animales, lo que permitió que se lograran establecer las primeras leyes a favor de estos seres vivos.

Con el paso del tiempo, el

uso de los animales se volvió una herramienta para lograr grandes descubrimientos y avances en materia médica, demostrando que su uso era necesario. En la actualidad, el número de animales utilizados para fines de investigación se cuenta en cientos de millones y, aunque son diversas las especies empleadas, en particular han destacado los roedores, conformadas principalmente por ratas y ratones.

#### Modelos animales

Un modelo animal es una especie no humana que se utiliza en investigaciones de índole biomédica y que permite replicar procesos biológicos, al igual que enfermedades presentes en el ser humano, puesto que al presentar características biológicas y respuestas a fármacos, tratamientos o enfermedades cercanas a nosotros, nos permite experimentar y comprender







ciertos procesos que, de otra manera, sería prácticamente imposible.

---

**Las especies utilizadas como modelos animales son diversas, siendo los casos más sonados los que han empleado individuos de gran tamaño: gatos, perros, cerdos y monos, por citar algunos.**

---

Si bien han sido de gran utilidad, su costo de mantenimiento es mayor que cuando se trata de animales pequeños, debido a que su almacenaje requiere de grandes espacios; además, sus ciclos de gestación, vida y de crecimiento son más largos que en las pequeñas especies, lo que condiciona la viabilidad de los modelos experimentales.

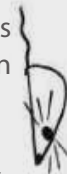
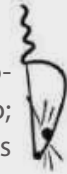
Por ejemplo, para determinar si en un caballo o una vaca puede heredar ciertas características físicas a su descendencia, el periodo de observación es largo y costoso, por lo que es más rentable trabajar con modelos animales de especies peque-

ñas como insectos y, mejor aún, dadas sus características, con roedores.

El uso de roedores en laboratorio no es algo nuevo; este se remonta a principios del siglo pasado, particularmente los experimentos con ratas, primeros mamíferos usados como modelo animal y, hasta la fecha, en aumento. Por su tamaño, fácil mantenimiento y manejo, son consideradas el modelo ideal, además por sus características fisiológicas permiten el estudio de diferentes enfermedades que aquejan al ser humano.

Ratas, percepciones históricas, morales y su uso como modelo animal

Desde tiempos inmemoriales, las ratas han sido consideradas una plaga, seres que se asocian con la suciedad y la inmundicia. La mayoría de las personas, cuando las ven gritan, saltan y, en el peor de los casos, las persiguen y eliminan. Su estigma se ha arraigado desde tiempos ancestrales. La idea tiene sus orígenes en que estos pequeños seres han tenido



la desgracia de ser portadores de enfermedades que han devastado a la humanidad a lo largo de la historia, siendo el mayor ejemplo la peste negra, una enfermedad que diezmó a la población europea a mediados del siglo XIV, de la fueron el principal vector (organismo que desde su reservorio puede transmitir una enfermedad a otro).

Si bien es cierto que los ratones han cumplido con un rol negativo, es innegable que, dentro de la vastedad de especies que conforman a las ratas, también han equilibrado la balanza entre lo perjudicial de su existencia y lo benéfico. Previamente se había hecho uso de varios animales para experimentos, pero las ratas que actualmente se usan para la experimentación son una especie "creada" por el ser humano a través de selección artificial, diseñada únicamente para ese fin. Concretamente, la especie, la *Rattus norvegicus* es de la que surgen las demás cepas que hoy se manejan, entre las que destacan la Sprague Dawley y la Wistar.

Actualmente, las ratas son utilizadas para diferentes estudios, enfocados en enfermedades cardiovasculares, autoinmunes, desórdenes metabólicos y neurológicos,

cáncer, entre otras. Las investigaciones no solo sirven para entender cómo funciona una enfermedad o padecimiento, sino que permiten el desarrollo de tratamientos, fármacos y vacunas, el desarrollo de técnicas quirúrgicas y de modelos experimentales.

Conciencia sobre el bienestar animal: las 3 R

Sabiendo el impacto no solo de los animales en general, sino de las ratas en específico para la adquisición de nuevos conocimientos y en el avance de la ciencia hacia nuevos horizontes, no podemos olvidar que su uso es y debe seguir directrices y normas que aseguren su bienestar, además si los animales en experimento se encuentran saludables, en todos los aspectos, los resultados de la investigación serán más significativos.

En contraste, estar en un entorno de estrés o que genere algún tipo de malestar o daño al espécimen, altera los resultados y, por ende, estos no serán significativos. Para lograr el bienestar de los animales de laboratorio y su uso eficiente existe un principio llamado Las tres R, que comprende 3 conceptos: el primero, el remplazo, que consiste en sustituir los modelos ani-



males por métodos in vitro o también por las especies menos complejas; el segundo, la reducción que establece que, de ser posible, se use la menor cantidad de individuos en los experimentos, sin que los resultados dejen de ser significativos; el tercer concepto es el de refinamiento, que pretende reducir todos los efectos negativos por los que puedan pasar los animales, haciendo uso de equipo adecuado, entornos ideales y métodos poco invasivos.

Si bien Las tres R son un principio base del correcto manejo animal, desde hace mucho tiempo existen regulaciones internacionales basadas en él, que dictan el cuidado de los animales usados para experimentación. En México, la NOM 062-ZOO-1999 regula las especificaciones para la producción, cuidado y uso de los animales de laboratorio, basada, a su vez, en regulaciones internacionales.

Cabe destacar que la NOM-062 incluye, además de otros grupos, a los roedores, lo



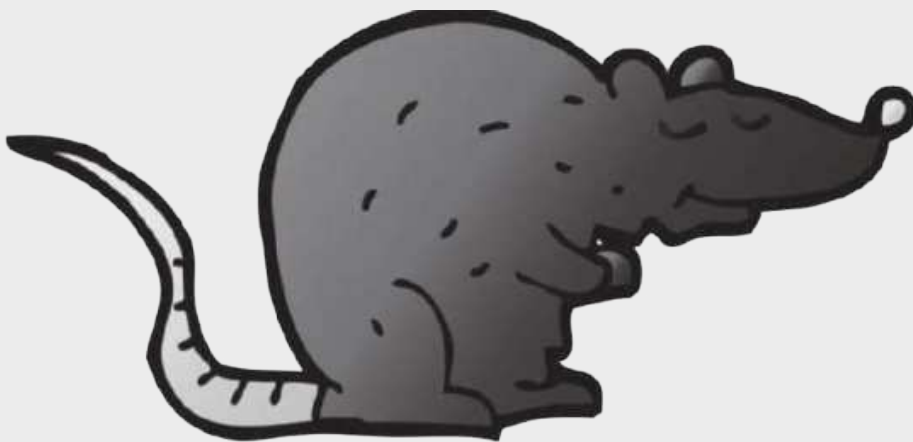
que permite tener una idea de cómo cuidarlos y alojarlos. De manera general, se expresa que los animales de laboratorio deben tener un espacio adecuado según su tamaño o cantidad, cambios constantes de contaminantes, agua y comida fresca con el suficiente contenido nutrimental; asimismo, deben permanecer en ambientes controlados, libres de factores que alteren su estado, al igual que contar con un control adecuado de temperatura, humedad, luz u oscuridad, ruido, etc. La importancia de todo esto, aplicado a las diferentes especies usadas en laboratorios, permitirá obtener mejores resultados y un digno manejo de ellas.

### Conclusión

El uso de modelos animales en laboratorio, a lo largo de la historia y hasta el día de hoy, resulta una de las mejores armas en un mundo que constantemente busca soluciones para lidiar con enfermedades y problemáticas cada vez más riesgosas y que aquejan a millones de personas en el mundo. Por ello, resulta imponderable no solo concientizar al público en general y a la comunidad científica, de la importancia del desarrollo de estos modelos que han salvado vidas, sino también, al hacerlo, ahondar en las implicaciones de su uso, la búsqueda de alternativas y la posibilidad de que en conjunto desarrollemos mejores métodos que impliquen el menor sufrimiento a los individuos utilizados.

Por otro lado, las ratas de laboratorio, creadas a partir

de estigmas, tienen la difícil misión de seguir reivindicando a su estirpe, siendo la clara muestra de que las mejores cosas vienen en envases pequeños. A pesar de su tamaño, su contribución a la ciencia ha sido enorme, por lo que se ha ido opacando su percepción negativa. Sin embargo, aún queda camino por recorrer y mucho que investigar respecto a diversas problemáticas, en las que, estoy seguro, algún par de pequeños roedores estarán ahí para que las mentes curiosas, descubran cosas más allá de lo evidente. Finalmente, me despido de los amables lectores, no sin antes dejar unas frases que, sin duda, como diría Tolkien, resume lo expuesto: En lo pequeño está la grandeza. A menudo, son las cosas más pequeñas las que hacen la mayor diferencia.





# ¿Qué tiene en común..?

Juan Carlos López-Acosta <sup>1</sup>, Ricard Arasa-Gisbert <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Centro de Investigaciones Tropicales Universidad Veracruzana

<sup>2</sup> Instituto de Investigaciones Forestales, Universidad Veracruzana.

Empecemos con una adivinanza: *¿Qué tiene en común un paisaje, una obra de arte, un pintor, un ajolote (sí, ese anfibio mexicano que vive -o, más bien, mal vive- en el Valle de México) y un ecólogo?* Para los conocedores del arte, la respuesta es sencilla: **José María Velasco**, extraordinario pintor, el cual es considerado como padre del paisajismo del siglo XIX y quien, contrario a las tendencias de su tiempo, se inspiró en la geografía mexicana, sus escenas y sus ecosistemas para elaborar gran parte de su afamada obra.

Pero, entonces, ¿qué entendemos por paisaje? Desde siempre, hemos concebido el paisaje como la extensión de terreno que se observa desde un punto dado. Es decir, todo lo que nuestro campo visual capta desde donde nos encontremos. Por ejemplo, en su obra **“Valle de México desde el cerro de Santa Isabel”** el autor pinta, desde un punto elevado, toda su perspectiva visual: la vegetación, tipos de roca, cuerpos de agua, suelo, fauna y, de manera particular, las actividades humanas que se realizan en él. Históricamente, estas se han ido entrelazando con el paisaje natural, modificándose de forma recíproca, haciéndose pintores de su propio paisaje.

Tanto en el paisaje actual como en el referido en la obra del maestro Velasco, el componente humano es de suma importancia. La interacción entre el humano y el paisaje ha dado lugar a su propia área de conocimiento, conocida como **“Ecología del Paisaje”**. Esta disciplina trata de entender **cómo el contexto paisajístico**, es decir, todo aquello que físicamente rodea un grupo de individuos o especies, **afecta a los patrones y procesos ecológicos de la especie o comunidad de interés**, y a qué escala o escalas estos efectos son mayores.

Volviendo a nuestro ajolote del principio, su paisaje sería todo aquello que le rodea y puede tener una influencia en su vida, ya sea en forma de refugio (rocas y troncos en fondos lacustres), de alimento (gusanos, larvas de insectos), presencia de congéneres (reproducción) o presencia de actividades humanas (contaminación).



Foto de la obra de José María Velasco - The Valley of Mexico from the Santa Isabel Mountain Range - Google Art Project.jpg



Como el lector ha podido deducir, el tamaño del paisaje viene dado por la población (una especie) o comunidad (múltiples especies) de interés. Para poder saber cuál es el tamaño del paisaje de una especie, hay que ponernos en su piel (o escamas, cutículas...) y tratar de ver el mundo cómo ellas lo ven. **No es lo mismo el tamaño del paisaje de un jaguar (cientos de kilómetros cuadrados) que el de una población de hormigas (20-30 metros a la redonda).** Por lo tanto, no hay un solo un tamaño de paisaje, sino que hay muchos; todo depende de nuestro sujeto de estudio.

Y el avisado lector dirá: “todo esto está muy bien, pero... ¿en qué se diferencia el paisaje de una especie de su hábitat?” **El hábitat** es un plano tridimensional que contiene **el conjunto de elementos necesarios para una especie**, mientras que el paisaje **es un área predefinida por el investigador**, basada en métodos estadísticos, alrededor de la población o comunidad de estudio, que incluye **todo aquello que afecta al objeto de estudio, tanto elementos positivos como negativos.**

De manera que, volviendo a retomar a nuestro feliz ajolote, su hábitat sería el lago, que contiene el alimento, refugio y congéneres necesarios para poder vivir y perpetuar la especie. Sin embargo, su paisaje puede llegar a incluir otros elementos más allá del lago, como zonas terrestres antrópicas y estas, mediante los vertidos al lago, pueden estar perjudicándole. Por lo tanto, hay algunos elementos del paisaje que pueden perjudicar a nuestros protagonistas.

Aterrizando dichos conceptos a un plano más científico, todos estos componentes se denominan **“elementos del paisaje”**. Estos elementos son porciones de territorio semejantes entre sí (p. ej., cobertura arbórea), pero diferenciables con el resto (p. ej., se diferencian de un cultivo). Por otro lado, pueden estar en forma de **parches** (o fragmentos) **de hábitat** de diferente tamaño, forma y composición y pueden encontrarse inmersos en una matriz (i.e. cobertura distinta a la del hábitat de la especie/comunidad) que usualmente son pastizales, ríos y asentamientos humanos. Como hemos dicho, todo va a depender de la especie focal; para nuestro ajolote, los parches de hábitat son los elementos acuáticos y la matriz serán los bosques.

*A su vez, estos parches pueden estar conectados por porciones del mismo elemento o alguno parecido llamados corredores.* Con esto llegamos al punto central del modelo Matriz-Parche-Corredor, cuya trilogía controla buena parte de los movimientos, flujos y cambios de los sistemas naturales y de las poblaciones de plantas, animales y humanos.





Hasta aquí seguramente estarán pensando en otra analogía: el mar como el pastizal y los parches forestales como islas. Y sí: este modelo surgió a raíz de la **Teoría de Biogeografía de Islas**, la cual demostró empíricamente que las islas más grandes y cercanas al continente (p. ej. Madagascar) contienen más especies por unidad de superficie que aquellas más aisladas y pequeñas (p. ej. Seychelles).

Esta teoría, acuñada en 1969, causó un gran impacto en la ecología de paisaje y se empezaron a extrapolar sus preceptos (isla = parche; mar = matriz) a los ecosistemas terrestres. Sin embargo, en años posteriores, no se dieron los resultados esperados, ya que, **a igual cantidad de superficie muestreada, fragmentos pequeños y grandes podían tener el mismo número de especies**. ¿Cómo era eso posible? Porque se estaba obviando algo fundamental: ¡las matrices (p. ej. pastizales) no son igual que el mar en sistemas insulares! Las matrices, a diferencia del mar para animales terrestres, pueden cruzarse y, por lo tanto, todo aquello que rodea a nuestros parches forestales (p. ej. otros parches forestales cercanos más grandes) también influyen en las poblaciones y comunidades de nuestro parche focal. Al final,

las poblaciones de los distintos parches están conectadas entre sí, dando lugar a metapoblaciones y metacomunidades. Pero eso es ya otra historia...

Actualmente, el estudio del paisaje se realiza principalmente mediante el uso de imágenes satelitales, cada vez más accesibles a todos (p. ej. INEGI) que son procesadas de tal forma que los distintos píxeles de las imágenes son convertidos en líneas y polígonos que dan lugar a distintos elementos del paisaje (p. ej. cobertura arbórea) que, a su vez, nos permiten calcular las llamadas “**métricas de paisaje**”, en su mayoría conceptos estadísticos, ecológicos y geométricos modificados. Por ejemplo, tenemos la métrica conocida como “diversidad paisajística”, que es la relación entre el número de elementos del paisaje con el número de parches de cada uno de estos elementos (o clases). Este índice es muy parecido a los usados para la diversidad de especies y hasta encontramos “índices de diversidad paisajística” que han adoptado los mismos nombres que los viejos conocidos, como el “*Índice de diversidad paisajística de Shannon (SHDI)*”.

¿Se hubiera imaginado el maestro Velasco que al mencionar paisajismo involucráramos tantos conceptos y complejidad para entenderlo? Por supuesto que sí, ya que su fuerte preparación en geografía, geología, botánica y zoología le permitió registrar con un detalle sorprendente todos los elementos que observaba, logrando, de este modo, una obra con un estilo único y fiel a lo observado. **Velasco no solo pintaba una planta genérica, sino que pintaba “la planta” que él quería dentro del paisaje natural al cual correspondía, convirtiéndose en uno de los primeros “científico-artista”**. De ahí la valía de su excepcional obra: no sólo es bella *per se*, sino que a través de sus detalladas y precisas obras se puede conocer y rastrear la ecología paisajística de su tiempo.

Por último, estimados lectores, ¿no se preguntan qué pasó con el ajolote? Resulta que, tan detallada fue la obra de Velasco, que **¡una especie de ajolote fue descrita por el artista!** La llamó *Siredon tigrina*, pero más adelante fue movida al género *Ambystoma* (esto de cambiar nombres es muy típico de las y los biólogos) y ahí le colocaron la especie en su honor: *Ambystoma velasci*. Como ven, su conocimiento de la zoología y el paisaje contribuyó a que avanzara sustancialmente la ciencia mexicana, y a su vez nos brindó un sinfín de brillantes obras que representan el legado visual de paisajes mexicanos pasados.



Si quieres saber más:

Arasa-Gisbert, R., Arroyo-Rodríguez, V., & Andresen, E. (2021). El debate sobre los efectos de la fragmentación del hábitat: causas y consecuencias. *Ecosistemas*, *30*, 2156.

Boesing, A. L., Nichols, E., & Metzger, J. P. (2018). Biodiversity extinction thresholds are modulated by matrix type. *Ecography*, *41*, 1520–1533.

Fahrig, L. (2019). Habitat fragmentation: A long and tangled tale. *Global Ecology and Biogeography*, *28*, 33-41.

Fahrig, L. (2020). Why do several small patches hold more species than few large patches? *Global Ecology and Biogeography*, *29*, 615-628.

Jackson, H. B., & Fahrig, L. (2015). Are ecologists conducting research at the optimal scale? *Global Ecology and Biogeography*, *24*, 52-63.

Turner, M. G. (2005). Landscape ecology: what is the state of the science? *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, *36*, 319–344.

Turner, M. G., & Gardner, R. H. (2015). *Landscape ecology in theory and practice: Pattern and process*. Springer-Verlag, New York.







# Y vivieron felices para siempre ...

Sofía Aguirre Dyjak  
sofiaaguirre@hotmail.com

Universidad de las Américas Puebla.  
Gerente de Trademarketing LATAM para Grupo LEGO







¿Qué tan feliz eres?... ¿Mucho, poco, más o menos?,

# ¿Podemos realmente m

Recientemente recibí un reconocimiento por parte de The Dragons Awards of Happiness y Adecco Training & Consulting. La verdad me sorprendí mucho cuando me explicaron que el premio es en la categoría de Felicidad. Eso detonó mi curiosidad al instante por saber más sobre la felicidad y entender si realmente podemos medirla.

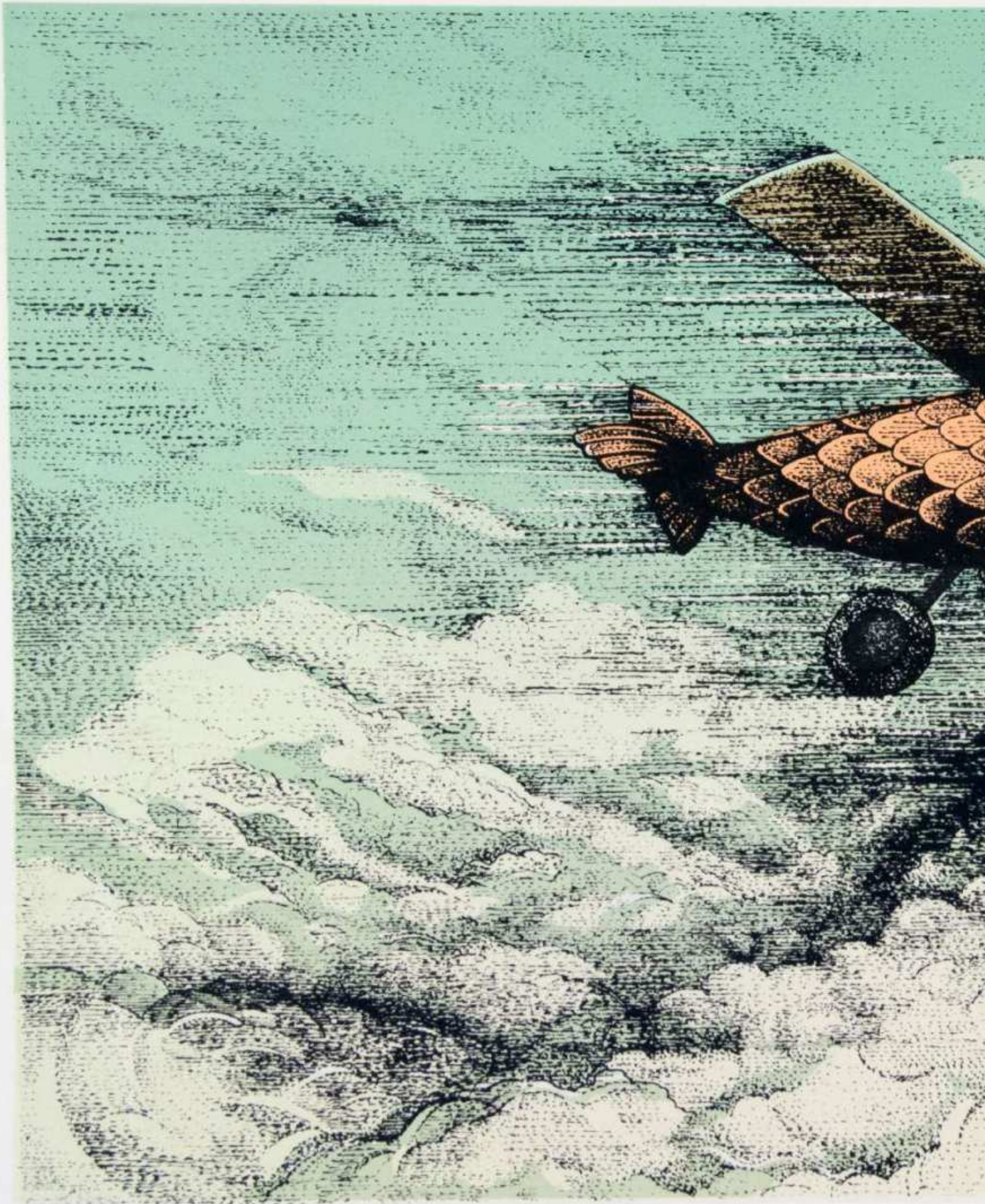
¿Desde cuándo crees que existe la felicidad? La felicidad, así como el amor o la muerte, son temas que la humanidad ha estudiado e intentado comprender desde hace mucho tiempo. Darrin M. McMahon explica en el libro *The Science of Subjective Well-being* cómo se ha intentado comprender la felicidad a lo largo del tiempo, iniciando en el año 444 antes de Cristo en las redacciones de Heródoto, donde denomina la felicidad como “eudaimonia” que podría entenderse como “un bien supremo”. Posteriormente, en el año 350 antes de Cristo, Aristóteles retomó el tema y le dio el significado de “florecimiento a cualquier sentimiento de satisfacción”. De ahí Darrin brinca al cristianismo y explica que la felicidad fue entendida como “un don de Dios” y, por último, concluye en que fue hasta finales del siglo XVII, cuando hombres y mujeres empezaron a considerar la felicidad más allá de un premio divino o relacionado con los dioses y comenzaron a establecer la felicidad como “algo bueno de sentir” y como “un derecho en la vida”. Todo lo anterior no sé a ustedes, pero a mí me deja aún con la duda ¿Qué es la felicidad? Siempre es importante que no confundamos la felicidad con la alegría.

La alegría es una emoción, una reacción temporal de nuestro ce-

# Medir la felicidad?



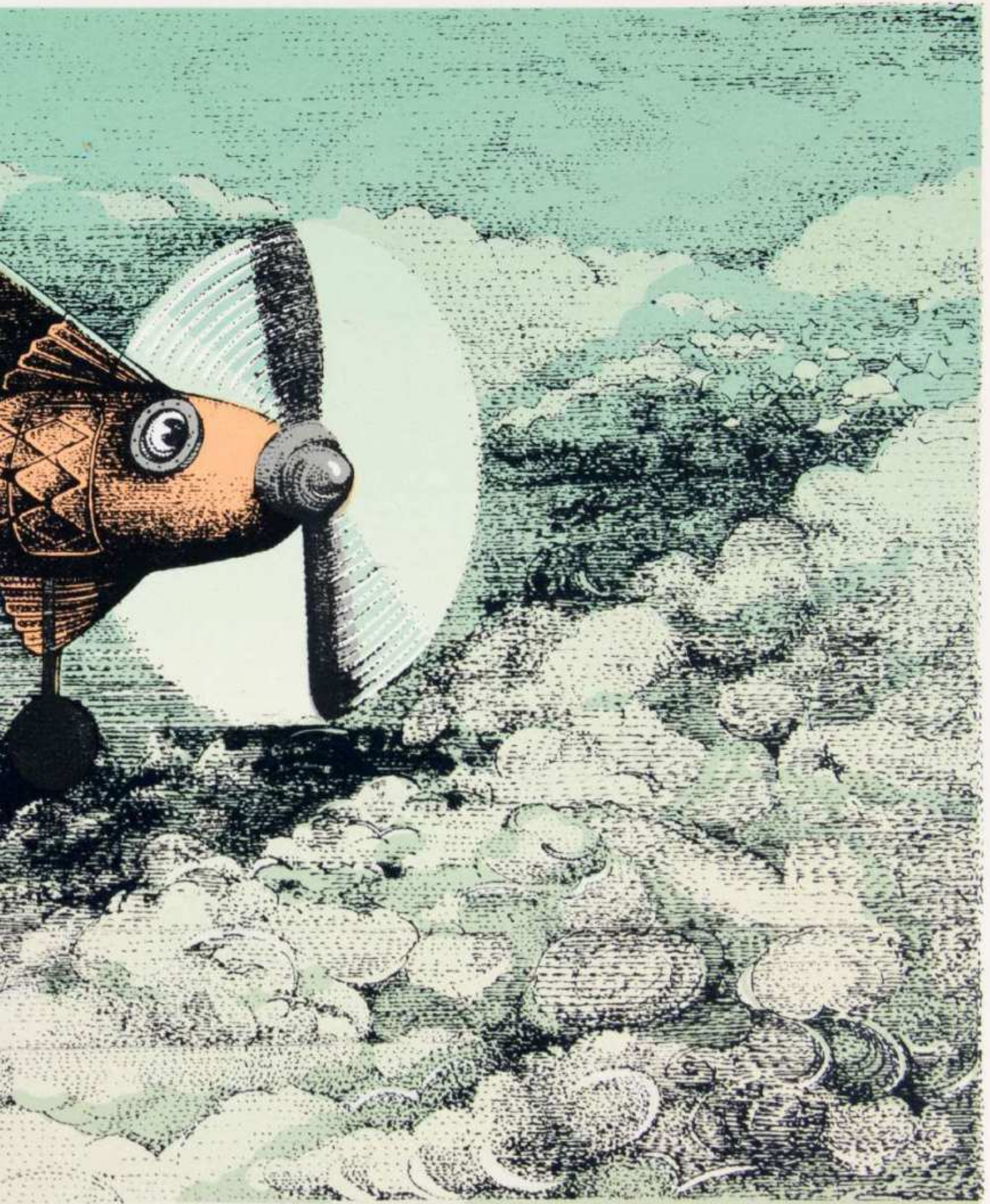




R/A

"felicí





dad"

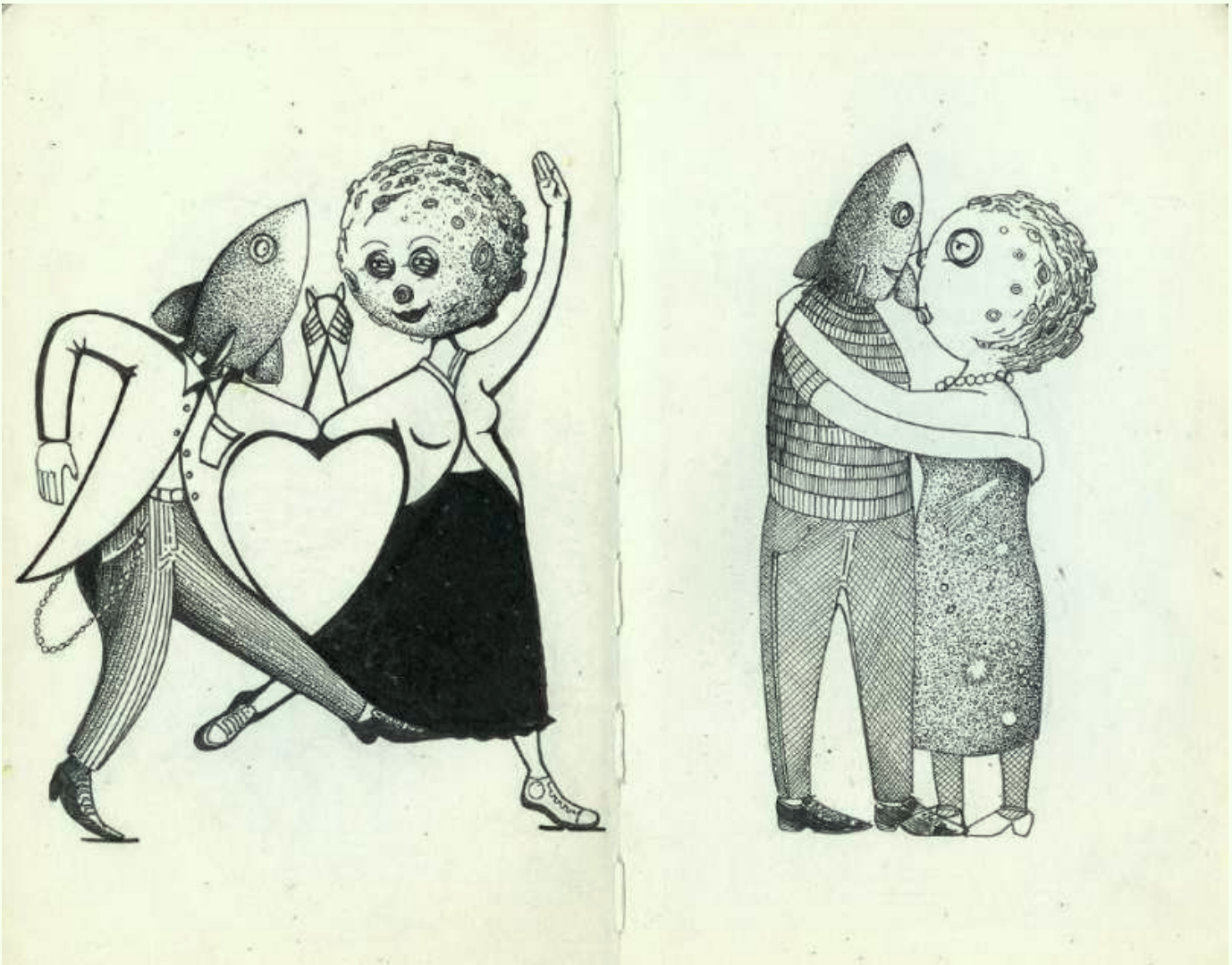


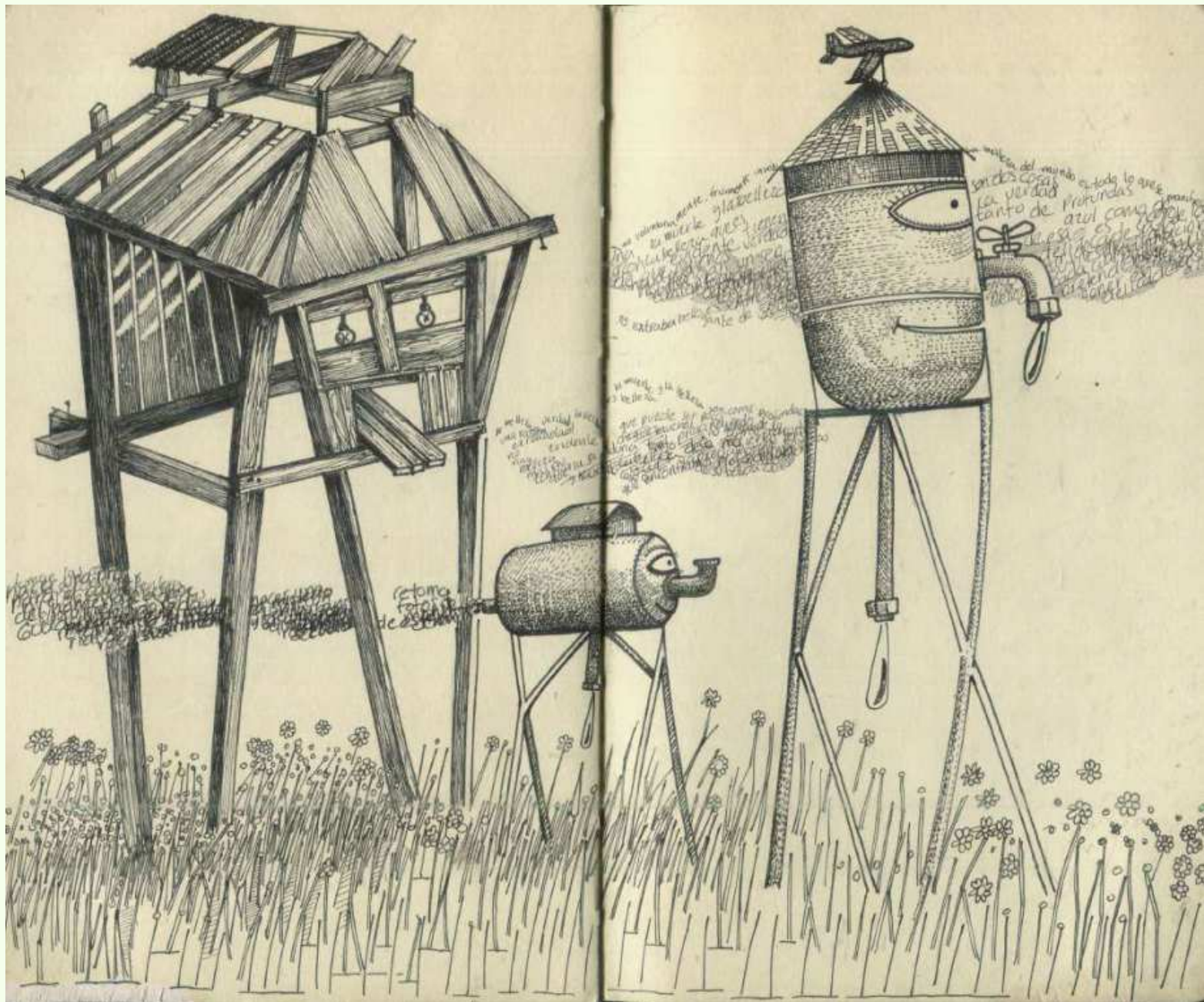
rebros ante un estímulo; esta puede manifestarse mediante risas, carcajadas, euforia, sonrisas, brincos, ... (cada persona manifiesta sus emociones de forma diferente). Como reacción a la emoción vienen los sentimientos, que usualmente son más racionales y duran más. La felicidad está considerada como un sentimiento. La psiquiatra Marian Rojas Estapé describe la felicidad como la interpretación y reacción que damos a lo que nos pasa y lo asocia a quienes somos, más allá de qué tenemos. Por ejemplo, recibir un balón de regalo de navidad nos dará alegría temporal, pero jugar durante todo el año con ese mismo balón y en compañía de nuestros amigos será motivo de felicidad.

Cuando todo marcha bien es más sencillo ser felices, pero qué pasa si estamos pasando por un momento difícil de nuestra vida: alguna enfermedad, la muerte de un ser querido, una separación, ... ¿Podemos ser también felices? Aquí es precisamente dónde está la clave: entender que la felicidad puede existir aun en esas circunstancias, ya que esta depende de cómo gestionemos o decidamos vivir cada momento. No podemos elegir gran parte de lo que nos sucederá en la vida, pero sí somos 100% libres de elegir la actitud con la que afrontemos y vivamos cada instante.

La felicidad está tomando cada vez más relevancia y se ha vuelto









un indicador o variable para medir el bienestar social y económico de países y empresas. Antes solo se medía el éxito al medir las ganancias monetarias; actualmente, se ha identificado que empleados felices son más productivos y, por ello, se está empezando a considerar aún más la felicidad. Lograr condiciones de vida equilibradas, donde las jornadas laborales sean adecuadas, existan salarios justos, cultura laboral sana y empatía por el empleado, son algunas de las variables que las empresas incluyen al medir la felicidad del empleado. Quizás en algún futuro próximo las escuelas midan también la felicidad de sus alumnos, ¿Te imaginas que te hicieran un examen para saber qué tan feliz eres?

En 2012, la ONU declaró el 20 de marzo como “El día internacional de la felicidad”, esto para conmemorar que la felicidad es una meta humana fundamental y que es importante que los países tengan “un enfoque más inclusivo, equitativo y equilibrado del crecimiento económico que promueva la felicidad y el bienestar de todos los pueblos” ¿Qué quiere decir esto? Que el crecimiento acelerado del mundo debe tener un equilibrio. Más allá de solo medir los bienes materiales o cuánto tenemos, también se necesita incluir en la ecuación a “La Felicidad”.

### Bibliografía

- The Science of Subjective Well-being, Capítulo 5: The Pursuit of Happiness in History, Darrin M. McMahon, The Guilford Press, NY, 2008
- Día internacional de la felicidad: 20 de marzo, ONU, <https://www.un.org/es/observances/happiness-day>
- Brenda Castillo, junio 2023, 3 puntos clave para diferenciar entre la alegría y felicidad, 3 puntos clave para diferenciar entre alegría y felicidad - ¿Ya lo sabías? (guiauniversitaria.mx)
- Marian Rojas Estapé, Cómo hacer que te pasen cosas buenas, editorial Espasa (9 octubre 2018)
- Trabajo y felicidad: los beneficios de ser feliz en el día a día laboral (bbva.com), 11 abril 2023 <https://www.bbva.com/es/salud-financiera/trabajo-y-diversion-los-beneficios-de-ser-feliz-en-el-dia-a-dia-laboral/>







# Memorias inventadas

Entrevista con Leticia Tarragó

Hola, soy Leticia Tarragó, jubilada de la Universidad Veracruzana del Instituto de Artes Plásticas.

Nací en la ciudad de Orizaba en 1940 y me he dedicado a pintar desde niña. A mis padres les gustaba mucho el arte y nos impulsaban a seguirlo. Nos enseñaban, nos ponían maestros de música y de dibujo. Yo me incliné por el dibujo y la pintura, y después nos fuimos a vivir a la Ciudad de México.

Estudí en la Escuela de Pintura y Escultura de Bellas Artes, llamada La Esmeralda, que ahora se ubica en otro lugar. Estaba en el centro histórico de la Ciudad de México entonces y entré a los 13 años. Mi madre vio que tenía mucha inclinación por el arte y pensó que iba a perder el tiempo haciendo la secundaria, así que fue a pedirle al director de Bellas Artes que me permitiera entrar directamente a la escuela.

Como estudiante, realmente solo dibujaba. Recuerdo vívidamente que uno de mis maestros me impulsaba mucho a salir a dibujar exteriores. Siempre andaba con mi cuaderno de dibujo cuando no tenía clases, y me atraía mucho dibujar niños porque en sus caritas veía mucha vida y muchas historias.

En aquella época, la Ciudad de México no se parecía a lo que es ahora. Había barriadas y lugares que eran como

ranchitos, muy bonitos. Dibujaba niños porque siempre veía mucha vida en sus caritas y miradas. Más que paisajes o plantas, me enfocaba en pintar a los niños, haciendo dibujos a tinta, carbón y lápiz.

Cuando me dediqué profesionalmente a la pintura, seguí con las caras de los niños, porque es un mundo poco explorado y me gusta mucho. Para mí, una mirada de un niño dice muchas cosas, ya que son totalmente espontáneos y sinceros.

Terminé la escuela en 1959 e hice mi primera exposición individual ese año. Luego entré a un taller de grabado manejado por el maestro colombiano Guillermo Silva Santamaría, quien tenía una muy buena técnica de grabado en cobre. Estuve allí casi tres años y me hice profesional en grabado, comenzando a hacer exposiciones y ganando premios.

En esa época, se grababa en cobre. Me enganché mucho con esta técnica y disciplina, que es infinita, siempre se aprende algo nuevo. Al segundo año de estar aprendiendo, me dieron un premio de Nuevos Valores de la Plástica mexicana en la galería del Salón de la Plástica Mexicana.

Antes de eso, cuando estaba en La Esmeralda, gané un premio juvenil de pintura que organizó KLM con el periódico Excélsior. El premio consistía en un viaje a Holanda. Gané en México y el premio se hizo realidad cuando tenía 17 años. Viajé a Holanda y conocí a otros jóvenes de diferentes países.

Fue una experiencia muy bonita. Mis padres aprovecharon que estaba en Europa para inscribirme en un tour para conocer Italia, porque para mi papá, Miguel Ángel y Leonardo da Vinci eran lo máximo. No podía regresar de Europa sin conocer sus obras en vivo.

Ingresé a la Universidad Veracruzana en 1980 porque mi marido, Fernando Vilchis, ya trabajaba allí desde 1974. Nos ligamos a la universidad desde que nos mudamos a Xalapa. Colaborábamos con la universidad, aunque vivíamos de la venta de nuestra obra.

Nos fuimos a Polonia por un año en 1963 y luego nos instalamos en Xalapa. La universidad ya tenía un núcleo de arte con teatro, danza y editorial. Colaborábamos con dibujos y pinturas para programas y carteles.

Fernando se dedicó de lleno a la universidad, pero yo me resistía porque me sentía más libre trabajando en mi taller. Finalmente, entré al Instituto de Artes Plásticas en 1980 y estuve allí 30 años. Decidí jubilarme porque había problemas administrativos y no podía realizar mis proyectos.

La universidad creció desproporcionadamente y no había suficientes recursos. La Universidad Veracruzana está repartida en siete ciudades, lo cual es magnífico porque evita la migración de los jóvenes para estudiar. Sin embargo, esto también significaba que a veces no había suficientes recursos para todos los proyectos.

Nosotros vivíamos de la venta de nuestra obra. Fernando también hacía grabado y pintura, y





16/60 La nave roja

*Jesús Tamayo*

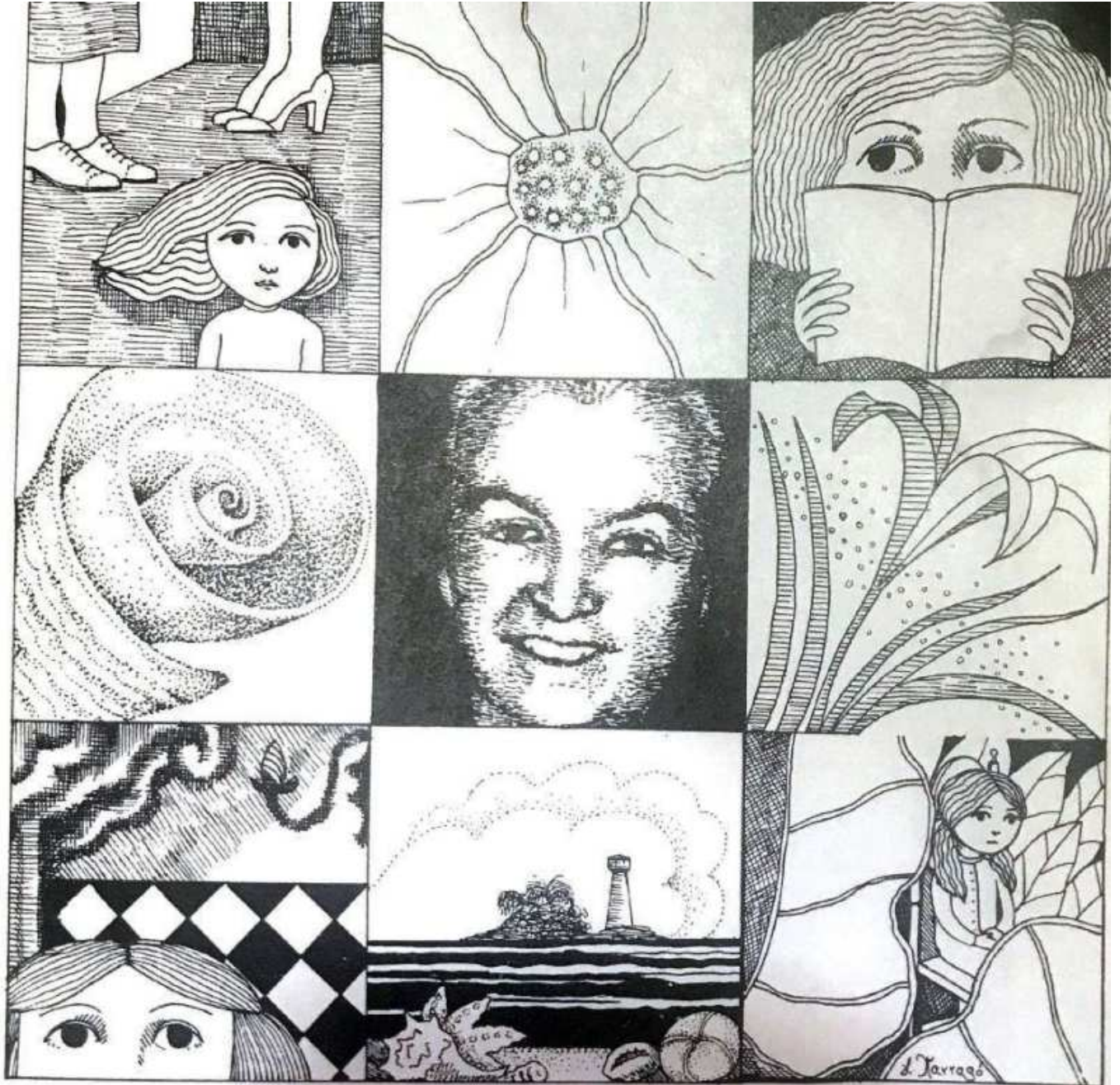
vendíamos nuestra obra en México y Nueva York. Cuando. No estoy hablando mal de la institución, pero a veces hay baches económicos.

La Facultad de Química fue la primera en desprenderse del campus de Xalapa debido a la necesidad de químicos para las fábricas en Orizaba. Orizaba es una ciudad eminentemente fabril, con cervecerías, fábricas de hilados y tejidos, y papeleras.

La universidad creció y eso requería de recursos. Los ar-

tistas siempre hemos sido vistos como que gastamos dinero, pero no damos nada. Muchas personas que son administradores priorizan otros gastos y no te dan lo que necesitas.

Quería mejorar la imagen de la universidad en la Feria del Libro de Guadalajara, una feria internacional muy importante. Teníamos a Sergio Pitol y Emilio Carballido, pero no llevábamos sus imágenes para presumir en esas ferias.





Ellos estaban con sus respectivas editoriales, pero yo quería que nos los apropiáramos. Fui muy amiga de Sergio Pitol, a quien conocí en Varsovia. Ahora tengo mi proyecto de hacer un libro biográfico, pero no una biografía común y corriente. Quiero manejar mucha cuestión gráfica dentro del libro.

No quiero hacer un libro que contenga solo mi obra como un catálogo, ni contar mi vida linealmente. He tenido muchas experiencias de vida, como viajar en barco tres veces a Europa. Quiero plasmar esas experiencias en mi libro.

Tengo una próxima exposición el 12 de septiembre en la Sala Fernando Vilchis del Instituto de Artes Plásticas en Xalapa. Será una exposición biográfica, no retrospectiva. Mostraré algunas obras antiguas y otras cosas.

Esta será una exposición biográfica, no retrospectiva. No voy a poner solo obra antigua, sino también algunas cositas que nunca he mostrado, como caricaturas y cartas con dibujitos que hacía cuando estuve en Europa. Mandaba cartas con dibujitos chistosos.

Quiero plasmar esas cartas, especialmente las del doctor, quien fue mi maestro particular entre los 15 y 18 años. No daba clases en La Esmeralda, así que iba a su casa. Era una persona formidable, un verdadero maestro que te formaba como persona. Nos escribíamos cuando estuve en Europa.

Quiero mostrar esa parte de mi biografía, porque soy lo que soy gracias a muchas circunstancias de la vida.

Siento que hay una especie de enajenación por los medios digitales y la internet. Muchos jóvenes están perdiendo el interés en ver más allá de las pantallas. Les diría que aprendan a ver, que se ejerciten viendo. Los veo entrar a lugares sin voltear la cabeza, se sientan y sacan el celular. Eso es muy dañino para la formación de un joven que quiere ser artista plástico o visual.

Les digo que sean disciplinados. Hay mucha confusión con la disciplina. El artista visual no es estar en un escri-

torio escribiendo, sino salir, ver y dibujar. Ya no veo jóvenes dibujando en la calle. Antes, en los parques siempre encontrabas a alguien dibujando. Ahora no ves nada, y tampoco se fomenta en las escuelas de arte. Todo lo meten en la computadora, y creo que es un gran error.

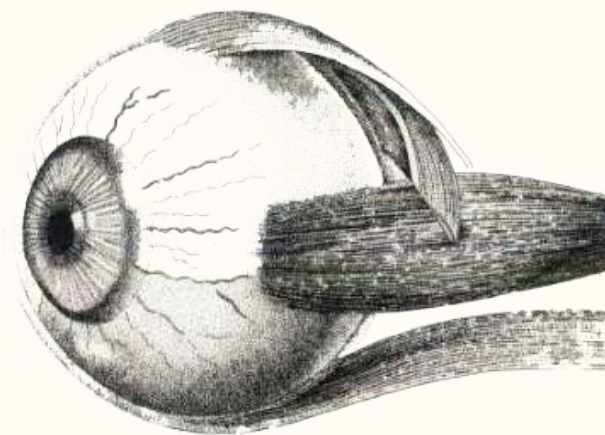
Les conmino a que salgan, viajen y vayan a ver museos. Es muy importante ver la pintura de los grandes pintores en vivo, no solo en reproducciones de libros o en internet. No es lo mismo ver un cuadro de Monet en tu celular que verlo en el Museo de Arte Moderno de Nueva York.

Quien quiere ser artista tiene que buscarse las posibilidades de viajar y conocer. No es solo estar en un lugar, hay que salir, ver, investigar y explorar.









Pregones de Ciencia. Por una cultura científica común / Revista multidisciplinaria de ciencia y arte, año 1 núm. 4, una publicación trimestral septiembre-noviembre 2024, editada por la Dirección General de Investigaciones, Universidad Veracruzana. Es distribuida por la Coordinación de Gestión y Divulgación de la Investigación de la misma Dirección General, en acceso abierto, totalmente gratuito y sin publicidad. Esta revista utiliza fuentes opentype y adobe fonts con licencia a nombre de la Universidad Veracruzana. Las imágenes, ilustraciones y otros elementos gráficos son propiedad de sus respectivos autores o fuentes, y se utilizan con fines académicos y divulgativos. Aquellas que no poseen pie de imagen son propiedad de Pregones de Ciencia. Todos los derechos y responsabilidades de los contenidos de esta revista pertenecen a los autores. Esta revista se adhiere a los principios éticos y de calidad de la Asociación de Revistas Científicas de México (ARCEM) y del Comité de Ética de Publicaciones (COPE). Los artículos enviados a esta revista se someten a un proceso de evaluación por pares doble ciego, que garantiza el anonimato y la imparcialidad de los evaluadores.

Esta revista se financia con recursos propios de la Universidad Veracruzana.

Para más información visita nuestra página <https://pregonesdeciencia.uv.mx/>

Consulta nuestra Gaceta Estudiantil: <https://www.uv.mx/pregonesdeciencia/>;

Nuestras redes sociales Facebook: Pregones de Ciencia e Instagram: @Pregones de ciencia

Escríbenos a [pregonesdeciencia@uv.mx](mailto:pregonesdeciencia@uv.mx)

Teléfono: 2288418900 Ext. 13114 Dirección: Dr. Luis Castelazo Ayala, Industrial Las Ánimas, C.P. 91193

Xalapa de Enríquez, Veracruz de Ignacio de la Llave, México.

Esta revista se terminó de editar y publicar en septiembre de 2024.



