

Pregones

de Ciencia



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

No. 9



Pregones de Ciencia

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

NO. 9

Universidad Veracruzana

Editorial

Mesa Directiva

Rector

Dr. Martín Aguilar Sánchez

Secretaría Académica

Dr. Arturo Aguilar Ye

Fundador-Director Honorífico

Dr. Juan Ortiz Escamilla

Secretaría de Desarrollo Institucional

Dra. Yolanda Francisca González Molohua

Dirección General de Tecnología de Información

Dra. María Dacia González Cruz

Director de la Editorial

Mtro. Agustín del Moral Tejeda

Director General de Investigaciones
y de *Pregones de Ciencia*

Dr. Roberto Zenteno Cuevas

Responsable editorial

Editora responsable

Mtra. Roxana Ivette Zermeño Rivas

Diseño editorial

Mtro. Fernando Piña Campos

Instituto de Artes Plásticas

Diseño de portada

Dr. José Manuel Morelos

Instituto de Artes Plásticas

Colaboración de Ilustraciones

Gerardo Vargas

Instituto de Artes Plásticas

Fotografía y asistente editorial

LF. Sara Marquina Flores

Asistente editorial

Jessica Daniela Pineda Muñoz

Corrección de estilo

Gabriela Sanfilippo Reyes

Giner Eliazid Méndez Rodríguez

Genaro Yarith López Ocampo

Imágenes generadas con Adobe Firefly

Pregones de Ciencia. Por una cultura científica común / Revista multidisciplinaria de ciencia y arte de la Universidad Veracruzana, **número 9, junio de 2026**, es una publicación semestral 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 3061-7898. Correo electrónico pregonesdeciencia@uv.mx y página web <https://pregonesdeciencia.uv.mx/index.php/pregones>. Director de la revista: Roberto Zenteno Cuevas. Editora responsable: Mtra. Roxana Zermeño Rivas. 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.

<https://doi.org/10.25009/pc.vi1>

CONSEJO EDITORIAL

Dra. Adriana Sandoval Comte	Instituto de Ecología A. C. / México
Dra. Ahtziri Eréndira Molina Roldán	Universidad Veracruzana / México
Dr. Carlos René Rodríguez Garcés	University of Bío-Bío / Chile
Ed. José Israel Carranza	Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente / México
Dra. Kathia Marcela Zaleta Rivera	Université de Tours / Francia
Ed. María Clara Diez	Universidad de Buenos Aires / Argentina
Dra. María Cristina Ortiz León	Universidad Veracruzana / México
Dra. Valeria Edelsztein	Instituto Tecnológico de Buenos Aires / Argentina

COMITÉ CIENTÍFICO Y TÉCNICO

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

Pregones *de* Ciencia



Por una cultura
científica común.
Revista multidisciplinaria
de ciencia y arte
No. 9

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

Facebook: Pregones de Ciencia

Instagram: @divulgacion_dgi_uv

Escribenos a: pregonesdeciencia@uv.mx

Teléfono: 2288 418900 Ext. 13114

Dirección: Luis Castelazo Ayala, Industrial Las Ánimas, C.P. 91193
Xalapa-Enríquez, Veracruz de Ignacio de la Llave, México.

Reserva de derechos de autor exclusivo al nombre

Indautor: 04-2023-031517364200-102

Certificado de licitud de título y contenido e ISSN: 3061-7898.



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional.

Los textos publicados en esta revista son responsabilidad única de quien lo escribe y no reflejan, necesariamente, la postura de la Universidad Veracruzana ni de *Pregones de Ciencia*. Nuestro objetivo es la difusión del conocimiento científico y promover un debate crítico y constructivo. Por esta razón, invitamos a leerlos con detenimiento, analizar con profundidad y expresar con respeto sus opiniones.

Nota Editorial

Una miscelánea de temas producto del quehacer científico y creativo de la comunidad universitaria es lo que nos entrega el presente número de *Pregones de Ciencia*. Las contribuciones nos convidan, con artículos accesibles e interesantes para todas las personas lectoras, conocimientos sobre las innovaciones científicas y tecnológicas alrededor de tópicos de importancia común —salud física y mental, comunicación, cultura, diversidad biológica y medio ambiente.

Primero encontramos una mirada desde diferentes aristas a estados de salud y enfermedad, la ciencia de datos para la detección oportuna de la diabetes y el potencial que representa para mejorar la práctica médica; los factores involucrados en los procesos moleculares de la fisiología celular entorno al envejecimiento y al cáncer. Se explora también la relación entre la expresión facial y las emociones, y cómo estas pueden verse afectadas por tratamientos faciales, por ejemplo, el uso de bótox. En consonancia, la dualidad mente y cuerpo durante la etapa de la vejez, la influencia de las tres esferas social, física y cognitiva en la salud mental y la calidad de vida de las personas adultas mayores.

Un par de contribuciones tocan el tema de la pérdida y el duelo, partiendo de una aproximación a las etapas y experiencias de ambos procesos, se comparten los recursos de la resiliencia y la empatía. Continuando con la dimensión social, se aborda la comunicación e indaga ¿por qué las lenguas se miden por niveles?, analizando al lenguaje como una construcción que depende de distintos factores biológicos, cognitivos, sociales y culturales, así como los fines y criterios que norman su evaluación.

El diálogo entre las disciplinas científicas y los saberes tradicionales abre una ventana del conocimiento que permite entender y revalorar los saberes y las expresiones culturales, como la medicina tradicional y la aplicación innovadora de la nanotecnología para optimizar los efectos terapéuticos, así como el recorrido por el paisaje ritual y conocimientos indígenas de la Huasteca.

Completan dos aportaciones sobre ciencias de la Tierra, el estudio de las hojas fósiles que cuentan el clima perdido de Tlaxcala y el ice calving o desprendimiento de bloques de hielo en glaciares.

Todos estos artículos acompañados de una ilustración que hace más atractiva su lectura y que da cohesión con el otro propósito de la revista, compartir el arte, y así, combinar ambos lenguajes de la expresión humana.

De esta manera, también encontramos en *Pregones* un espacio para mostrar las artes plásticas a través de ¡Guacamole!, exposición colectiva de la primera generación del Doctorado en Artes Visuales de la UV que integra piezas logradas a través abordajes conceptuales variados en cuanto a los materiales y procesos creativos, propuesta del arte visual contemporáneo de Xalapa.

A propósito de comunicar la ciencia y el arte, viene bien la entrevista realizada al Mtro. Jorge Esma Bazán, director de teatro, dramaturgo, cineasta y comunicador, quien habla sobre la importancia de la promoción cultural para impulsar la creatividad en las infancias y despertar su interés por las ciencias, las artes y las humanidades.

Por último, *Pregones de Ciencia* presenta los cuentos “La magia de las papayas” y “Por los rumbos de Tecolutla”, pero además, la selección de cuentos del Primer Concurso Universitario de Divulgación de la Ciencia 2025: Ciencia sin Fronteras, realizado el pasado diciembre en la Facultad de Ciencias Químicas de la región Orizaba-Córdoba: “La aventura del maíz mágico”, “El viaje de H₁N₁ y H₃N₂: ¡Conoce la vacuna tetravalente contra la influenza!”, “La chispa elegida” y “El niño científico”.

Está abierta la invitación a conocer, imaginar y crear. ¡Disfruta la lectura!

Mario Roberto Bernabe Guapillo Vargas

Contenido

08	La ciencia de datos en la detección de diabetes Diego Alexis Morales Martínez Iván Andrés Burgos Castro Pedro Javier García Ramírez
14	El rostro silenciado: las emociones y expresiones Ana Gloria Gutiérrez García Nemarie Montserrat Correa Toral Evelin Naomi Díaz Meléndez
20	La jubilación celular: entre azúcar y tiempo Natalia Reyes Vallejo Jessica Elena Mendieta Wejebe
26	Enemigo invisible: detectives del cáncer Irving Alán Martínez Leal María Teresa Álvarez Bañuelos Claudia Paola Reyes Zamora Andrés Bocardo Santos
32	Cuida tu mente, envejece mejor y feliz Jennifer Viridiana Sánchez Camacho Emma López Espinosa María Dolores Ferré Quintero
38	Las hojas fósiles que cuentan el clima perdido de Tlaxcala Carlos Castañeda Posadas Francisco Uriel Bellosó Gámez
44	Desprendimiento de bloques de hielo en glaciares marino-terminales: Ice Calving Víctor Hugo Soto Molina
52	Paisaje ritual y conocimientos indígenas de la Huasteca Yuyultzin Pérez Apango
58	De plantas medicinales a nanotecnología: viaje del pasado al futuro Pablo Villegas Moreno Candelaria Galván Colorado Rosa Virginia García Rodríguez
66	¿Por qué las lenguas se miden por niveles? Marion Alain Meunier Colula

74 Claves para atravesar la pérdida: un mapa del duelo

Luz Karina Cortéz Guzmán
León Felipe Beltrán Guerra

80 ¿Existe un último llanto? Reflexión sobre la neurobiología del duelo y la empatía

Saraí Pulido Trujillo

84 La magia de las papayas: un cuento de crecimiento y equilibrio

David Sósol Reyes

88 Por los rumbos de Tecolutla: memorias de una lechuza

Diana Gissell Juanz Aguirre
Angelina Ruíz Sánchez
Christian A. Delfín Alfonso
Alberto Hernández Lozano
Eduardo Morteo Ortiz
José Luis Pérez Chacón
Ernesto Ruelas Inzunza

96 El ser humano es una máquina perfecta: Jorge Esma Bazán

Entrevista

102 ¡Guacamole! Exposición colectiva de la 1era Generación del Doctorado en Artes Visuales

Darío Alberto Meléndez Manzano

Dossier: Ciencia sin Fronteras

110 La aventura del maíz mágico

Ángel Elisa Pérez Fuentes

116 El viaje de H1N1 y H3N2: ¡Conoce la vacuna tetravalente contra la influenza!

Luz del Carmen Escobar de los Santos

124 La chispa elegida

Kenan Joel Molina Murrieta
Ingrid Dubet Herrera Haro

132 El niño científico

David Ismael Hernández Tejeda



La ciencia de datos en la detección de diabetes

Diego Alexis Morales Martínez,
Iván Andrés Burgos Castro y
Pedro Javier García Ramírez

¿Te imaginas ser diagnosticado por una computadora? ¿Crees que conociendo tu expediente médico podría decirte si tienes diabetes o no? Esto no es el futuro, es el presente y toca hablar de él. Actualmente nos encontramos en una era donde la digitalización de la información, también conocida como *industria 4.0*, se encuentra consolidada. Esto significa que gran parte de la información que anteriormente era almacenada en expedientes formulados a partir de tinta y papel, hoy está en servidores, los cuales son equipos de *hardware* (como una computadora o un equipo que contenga componentes electrónicos físicos, como una impresora) dedicados al almacenamiento de recursos digitales.

La medicina ha estado exenta de esto, históricamente antes de la introducción de las computadoras, los médicos generaban expedientes clínicos de los pacientes a mano, luego empleando máquinas de escribir mecánicas, las cuales plasmaban las letras y números a partir de mecanismos conformados por palancas, resortes y engranajes.

Con el paso del tiempo, el área médica fue adoptando herramientas digitales hasta que hoy en día, las recetas son generadas a partir de computadoras y la entrega de resultados de análisis de sangre de laboratorio se hace vía correo electrónico, o la gestión del inventario de medicamentos se realiza mediante aplicaciones específicas. Pero eso no es lo único que se ha incorporado.

Es posible que hayas escuchado el término de *machine learning* (aprendizaje automático), pero si no, este artículo lo aborda de una manera tal que pueda ser entendido su funcionamiento y su importancia aplicado en campos como la medicina,

por ejemplo, en la detección de diabetes en todo el mundo.

Conociendo un poco acerca de la diabetes *mellitus*

De acuerdo con la Organización Panamericana de la Salud, la diabetes mellitus es una enfermedad que se caracteriza por altos niveles de glucosa en la sangre los cuales, de mantenerse por un tiempo prolongado, provocan daños en distintas partes del cuerpo como en los ojos, los riñones y los nervios, entre otras. Esta enfermedad se divide en tres tipos: tipo 1, tipo 2 y gestacional. La *diabetes tipo 1* es una afección crónica que no se puede prevenir. En pacientes con este diagnóstico (4%), generalmente niños o jóvenes, su páncreas produce poca o nula insulina por sí mismo. Sin embargo, el padecimiento más común es la *diabetes tipo 2*, presente en el 95% de los pacientes con esta afección, en su mayoría adultos. Esta se presenta cuando el cuerpo desarrolla una resistencia a la insulina o no produce la suficiente.

Distribución de los tipos de diabetes

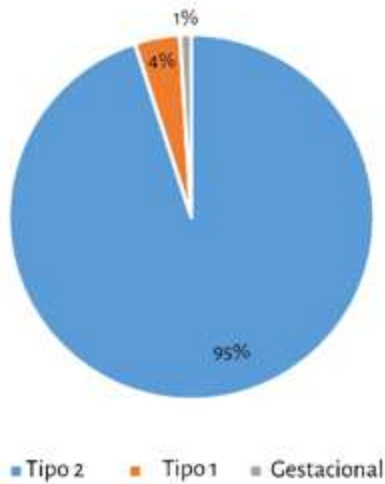


Figura 2. Distribución de los tipos de diabetes mellitus en la población con este padecimiento.

A diferencia de la tipo 1, la tipo 2 es prevenible. Por otro lado, la diabetes gestacional ocurre durante el tiempo de embarazo (1%). Esto se muestra en la Figura 2.

Se estima que 112 millones de adultos tienen diabetes en América y 43 millones de diabéticos en el rango de 30 años o más no reciben tratamiento. En México, de acuerdo con la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición 2022, la prevalencia de la diabetes fue de 18.3% lo que equivale a 14.6 millones de habitantes. Ante este escenario, destaca la importancia de incorporar acciones innovadoras en la detección temprana y la prevención.

La mayoría de nosotros tiene algún familiar, amigo o conocido que sufre de este padecimiento y las complicaciones de salud que enfrentan.

Pero a pesar de conocer su condición, pocas acuden a una valoración médica por el miedo de 1) enfrentar su estado de salud ante la diabetes y 2) realizar cambios en sus hábitos de vida, por lo que la detección muchas veces se realiza ya en un estado avanzado de la enfermedad cuando se presenta un malestar. Además, existe un desconocimiento generalizado de otros factores que provocan la diabetes, más allá de la genética. A pesar de que está comprobado que vivir sanamente previene la diabetes tipo 2, casi nadie lo pone en práctica o le toma la suficiente importancia.

¿La ciencia de datos puede detectar casos de diabetes?

La ciencia de datos es una disciplina muy popular en los últimos años. Esta ciencia trabaja con la información: la recopila, la depura, la analiza y la visualiza para fundamentar decisiones informadas en cualquier área que imagines. Dentro de este proceso bastante general tenemos que resaltar el concepto de *modelado*, ya que aquí es donde se realiza la “magia”: los expertos toman los datos y con ellos hacen predicciones. Contextualizándonos en el tema, existen registros médicos de pacientes con diabetes con características particulares: los niveles de glucosa, registros de familiares que padecieron diabetes, niveles de insulina, etcétera. Durante años, esta información ha permanecido guardada en archivos físicos.

Hoy surge una pregunta interesante: ¿es posible saber si alguien tiene diabetes solo con esos datos médicos, sin necesidad de una prueba de sangre? Aunque pueda parecer sorprendente, la respuesta es sí.

Ciencia y tecnología trabajan de la mano para que este tipo de predicciones formen parte de la vida diaria, tal como ocurrió con la digitalización de los expedientes clínicos.

La Figura 3 muestra el problema de clasificación para diagnóstico de diabetes *mellitus*.

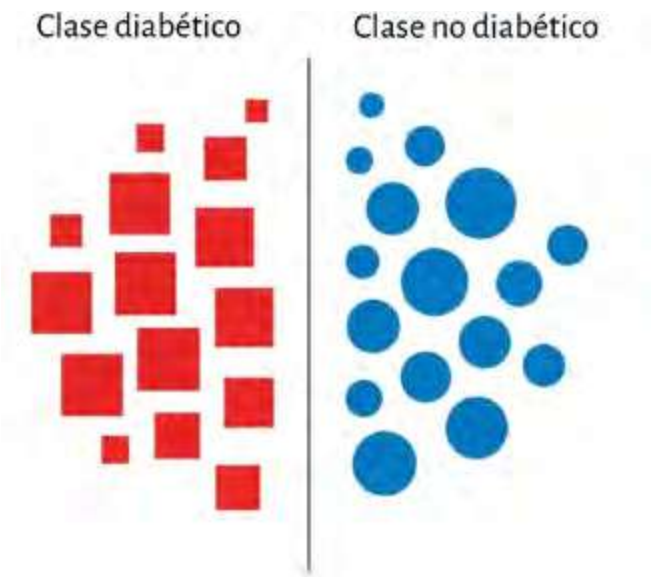


Figura 3. Problema de clasificación para diagnóstico de padecimiento de diabetes mellitus. Imagen generada con Gemini 2.5 Flash.

Enseñando a las máquinas ¿Qué es el *machine learning*?

Así como enseñamos a un niño el nombre de las frutas para que las identifique intuitivamente por su forma, color y sabor, podemos enseñar a una computadora el perfil de una persona con diabetes a través de sus datos personales como edad, el nivel de glucosa en sangre, su presión arterial, así como su nivel de insulina, por mencionar algunos factores. Cuando la computadora ha practicado con distintos casos, se le entrega un paciente nuevo sin etiqueta alguna que indique “diabético” o “no diabético”. Con base en los datos que se tienen, los cuales se almacenan en algo conocido como conjunto de datos (*dataset*), el sistema predice si esa persona padece o no la enfermedad.

Esto es lo que se conoce como **aprendizaje máquina, aprendizaje automático o *machine learning***.

La Figura 4 muestra este proceso en formato visual.

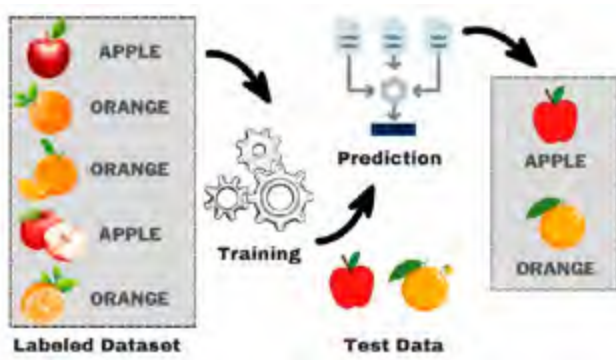


Figura 4. Representación del funcionamiento del aprendizaje automático supervisado. Priyadarsini D. (2024) en <https://www.linkedin.com/pulse/supervised-learning-priyadarsini-dhanasekhar-gtqic/>

En este aprendizaje existen diferentes algoritmos que tienen, al menos, dos finalidades. La primera es identificar a qué grupo pertenece un elemento, lo que se conoce como *problema de clasificación*, y el segundo, es calcular un valor numérico aproximado, *problema de regresión*. Como el diagnóstico de diabetes consiste en determinar si una persona es diabética o no, se hace referencia a un problema de clasificación. Para explicarlo mejor, analicemos dos algoritmos básicos:

Regresión logística: imagina una especie de semáforo que, según la probabilidad, dice “sí” o “no”. Si la probabilidad supera el 50%, el modelo marca al paciente como diabético; si no, lo clasifica como sano.

Árbol de clasificación: funciona bajo un esquema de preguntas y respuestas. Cada paso pregunta algo, por ejemplo: “¿su nivel de glucosa es mayor a 120?”. Dependiendo de si la respuesta es sí o no, se sigue otra rama hasta llegar al resultado final para clasificar si es diabético o no diabético.

Si bien el texto se enfoca en la clasificación de diabetes con categorías (diabético y no diabético) a esto se le conoce como *clasificación binaria*, no obstante, es posible tener más de dos clases, por ejemplo: no diabético, prediabético y diabético, a esto se le conoce como *clasificación multiclase* donde se pueden tener tantas clases como se requiera, sobre esto se exhorta al lector a profundizar más.

¿El *machine learning* busca reemplazar al diagnóstico médico tradicional?

La respuesta corta y directa es: no. Estas herramientas no reemplazan al personal médico, sino que sirven como apoyo basado en la teoría y conocimiento clínico existente. En cuanto a su fiabilidad, debemos recordar que ni siquiera las computadoras son infalibles, estas son programadas por humanos, lo que a su vez implica un error asociado.

Los modelos funcionan a partir de un conjunto de datos divididos típicamente en dos subconjuntos de información: uno para aprender (entrenamiento) y otro para comprobar lo aprendido (prueba).

Por lo general, entre el 70% y 80% de los datos se usan para entrenar, y el resto para validar.

La evaluación del modelo se realiza brindando toda la información requerida para la predicción como se mencionó por ejemplo la edad, el nivel de glucosa en sangre, etcétera (esta viene del conjunto de prueba) y se observa la predicción del modelo, que se compara contra el valor real, entonces se mide qué tan bien clasifican los casos. Un valor entre 0.8 y 1 significa que el modelo predice con buena precisión y si baja de 0.8, es mejor explorar otros enfoques, revisar estudios previos que puedan mejorar su rendimiento, o reflexionar sobre si los datos realmente tienen una correlación con el fenómeno que se está tratando de predecir.

¿Cuáles son los avances en el diagnóstico y predicción de diabetes usando *machine learning*?

Cuando los científicos investigan un tema, siempre revisan primero lo que otros ya han descubierto: qué resultados obtuvieron, cómo lo hicieron y qué contribuyeron. Este conjunto de investigaciones previas se conoce como “*estado del arte*”. En el campo de la diabetes, existen miles de estudios publicados que intentan predecir esta enfermedad usando datos de pacientes, con la esperanza de detectar lo más temprano posible a las personas en riesgo o que, sin saberlo aún, ya son diabéticas.

Por ejemplo, Bhat y su equipo en 2023 probaron tres métodos para predecir diabetes: dos de ellos similares a los que ya mencionamos (modelo de probabilidades y árbol de decisiones) y uno más llamado *Gradient Boost* el cual funciona a partir de mejorar el resultado anterior. Esto es, supongamos que el primer intento predijo bien algunos casos, pero en otros no por distintas razones; sin embargo, el segundo intento se enfoca en dónde falló y de esta manera se hace una sumatoria de las contribuciones de todos los intentos hasta tener un modelo mejorado.

Después de organizar bien los datos y eliminar información incompleta o problemática, estos métodos lograron predecir correctamente en más del 80% de los casos. El método del árbol de decisiones fue el mejor, acertando en el 91% de los casos. Este estudio no solo buscó un buen método de predicción, sino que también mostró lo importante que es tener datos limpios y organizados, ya que, si la información tiene errores o faltan datos, los modelos no funcionan correctamente.

Otro estudio, es el de Lee y su equipo en 2025, investigó qué factores aumentan el riesgo de diabetes en personas mayores de 60 años en Seúl, Corea del Sur. Usando métodos de aprendizaje automático, descubrieron que la presión arterial alta, la edad y el ritmo cardíaco eran algunos de los factores fundamentales para predecir la diabetes en este grupo. ¿Por qué es importante este estudio? Además de identificar qué factores aumentan la predisposición para padecer diabetes en las personas mayores, abre la puerta a que se realicen investigaciones similares en otras partes del mundo para comparar resultados y ver si hay diferencias o similitudes entre distintas poblaciones. Como estos estudios, hay miles de trabajos disponibles en internet.

La información está al alcance de todos, y ofrece la oportunidad de profundizar e incluso proponer nuevas ideas que mejoren lo que ya se ha hecho.

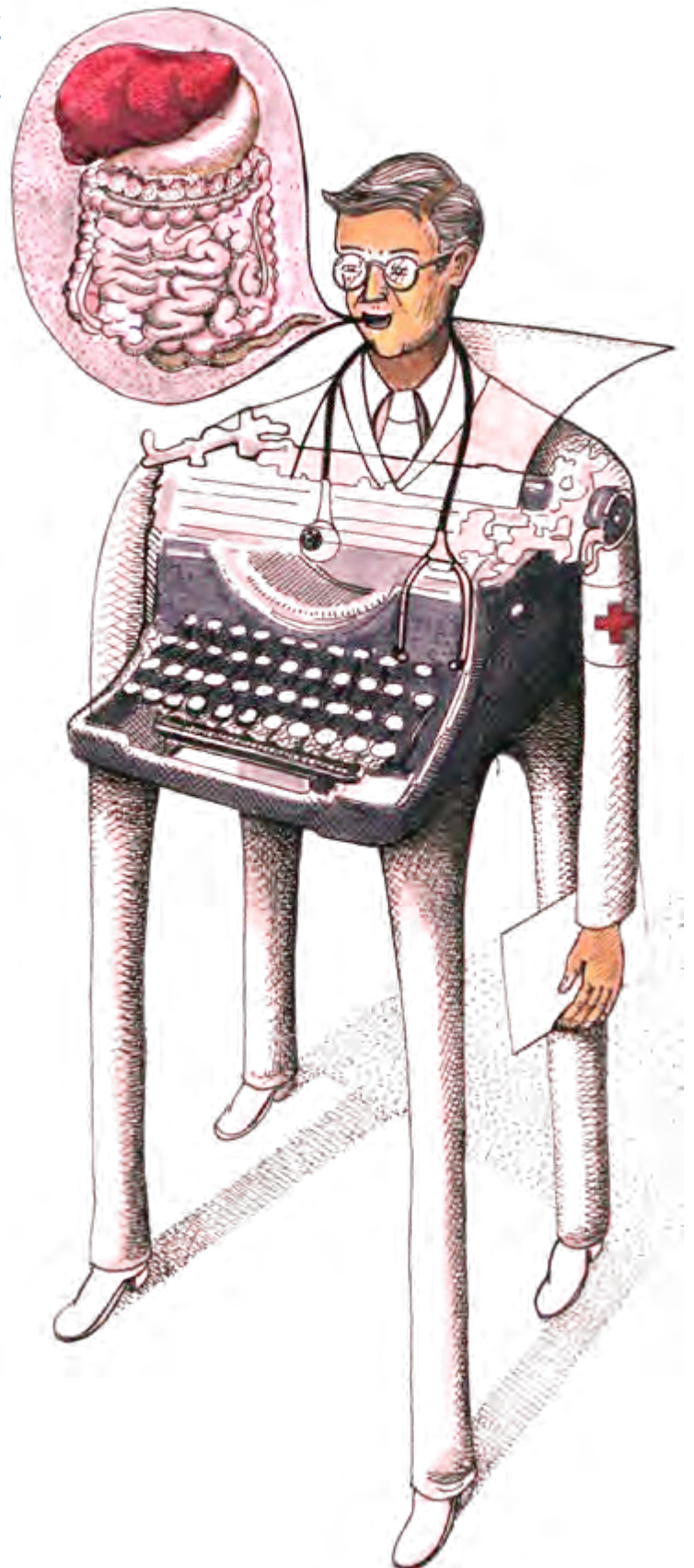
Conclusión

Ahora sabemos el panorama global de la diabetes mellitus alrededor del mundo y el gran problema al que se enfrenta la humanidad para su prevención y tratamiento. También exploramos cómo la ciencia y tecnología han desarrollado soluciones que apoyan a los profesionales médicos, como fue desde la escritura a mano, el uso de la máquina de escribir hasta las computadoras y los expedientes digitales. Por otro lado, aprendimos la definición de aprendizaje automático y cómo esta nueva tecnología busca apoyar a los profesionales para el diagnóstico de diabetes más allá de reemplazarlos. Aún queda mucho trabajo por delante, pero los avances han sido significativos y los esfuerzos científicos muestran tendencias hacia estas tecnologías.

Se exhorta a los lectores a informarse más, así como a realizarse chequeos constantes de diabetes y, conociendo cuáles son los factores de riesgo, hacer cambios paulatinos en su estilo de vida.

Referencias

- Basto Abreu, A., López Olmedo, N., Rojas Martínez, R., Aguilar Salinas, C. A., Moreno Banda, G. L., Carnalla, M., Rivera, J. A., Romero Martínez, M., Barquera, S. & Barrientos Gutiérrez, T. (2023). Prevalencia de prediabetes y diabetes en México: Ensanut 2022. *Salud Pública de México*, 65, s163-s168. <https://doi.org/10.21149/14832>
- Bhat, S. S., Banu, M., Ansari, G. A. & Selvam, V. (2023). A risk assessment and prediction framework for diabetes mellitus using machine learning algorithms. *Healthcare Analytics*, 4, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.health.2023.100273>
- Blanco Naranjo, E. G., Chavarría Campos, G. F. & Garita Fallas, Y. M. (2021). Estilo de vida saludable en diabetes mellitus tipo 2: Beneficios en el manejo crónico. *Revista Médica Sinergia*, 6(2). <https://doi.org/10.31434/rms.v6i2.639>
- Lee, H., Park, M. B. & Won, Y. J. (2025). AI machine learning-based diabetes prediction in older adults in South Korea: Cross-sectional analysis. *JMIR Formative Research*, 9, 1-9. <https://doi.org/10.2196/57874>
- Organización Panamericana de la Salud. (s. f.). Diabetes. <https://www.paho.org/es/temas/diabetes>





El rostro silenciado: las emociones y expresiones

**Ana Gloria Gutiérrez García,
Nemarie Montserrat Correa Toral y
Evelin Naomi Díaz Meléndez**

Asumimos que las emociones afectan nuestras expresiones faciales, pero pocas veces somos conscientes del efecto que tienen sobre las propias emociones. Hoy en día, gracias al estudio del funcionamiento del cerebro emocional, se conoce que las expresiones faciales son un medio por el cual se codifica, integra, recibe y se transmite información emocional en una interacción social.

En años recientes, algunos creadores de contenido, como Rop Paper Sheet, han hecho referencia a la falta de expresión facial del rostro de la actriz Millie Bobby Brown, reconocida mundialmente por su papel de Eleven en la serie de Netflix *Stranger Things*. Dicha actriz ha recibido grandes críticas en las redes sociales por haberse inyectado bótox a sus 21 años. Millie, al parecer, está distrayendo a sus espectadores de la verdadera trama de la serie al no empatizar con el personaje, lo que genera una menor credibilidad en sus interpretaciones al no mostrar expresiones genuinas en su rostro... “no sé si está triste, feliz o enojada” expresan los *influencers*.

El tema del bótox en la industria cosmética y las quejas que los fanáticos del cine tienen respecto a las actuaciones acartonadas de sus famosos actores y actrices,

sin duda ha generado debate sobre las expresiones faciales y la conducta emocional. Entonces, surge la pregunta ¿será posible que el uso del bótox afecte la capacidad de sentir, expresar y transmitir emociones durante la interacción y comunicación con otros? Veamos lo que las neurociencias dicen al respecto.

La expresión facial: el espejo de las emociones

Todas las emociones tienen como función principal favorecer la adaptación y la supervivencia del individuo, están presentes en todo el reino animal permitiéndoles reaccionar de manera rápida y eficaz a diversos estímulos del entorno (Gutiérrez & Contreras, 2013).

Nuestro cerebro emocional activa mecanismos de alerta y de preparación fisiológica (como cambios en la frecuencia cardíaca, la respiración y secreción de hormonas) para hacer frente a diversos sucesos como correr, defenderse o responder a través de ciertas posturas corporales y expresiones faciales; además de ciertas sensaciones subjetivas e interpretaciones que dependen de experiencias previas de cada individuo y con ello, se elaboran estrategias de acción que conllevan a la supervivencia. Todo este proceso se encuentra regulado por un circuito neurobiológico que implica estructuras cerebrales encargadas del procesamiento emocional tales como la amígdala, el hipotálamo, el hipocampo y la corteza prefrontal.

Las emociones pueden clasificarse en *primarias* o *básicas* como la alegría, ira, miedo, tristeza, asco, sorpresa y desprecio, determinadas biológicamente y son universales; en cambio, las emociones *secundarias* surgen a partir de la combinación de las emociones básicas y el desarrollo de procesos cognitivos relacionados con el aprendizaje y del contexto, tales como la culpa, la venganza, la vergüenza y muchas más.

Hace más de 150 años que Charles Darwin en su libro *La expresión de las emociones en el hombre y los animales* evidenció que las personas, sin importar el país de procedencia, transmiten sus emociones a través de la expresión facial.

Fue pionero en trazar un cierto paralelismo entre las expresiones corporales y faciales del ser humano con otras especies como gatos, perros, caballos y primates. También describió con detalle la manera en que los bebés recién nacidos y los ciegos de nacimiento que nunca han visto expresan las mismas emociones básicas a través de su rostro.

En la vida cotidiana la expresión facial es parte de la principal forma de comunicación: sonreír para saludar, fruncir el ceño ante una preocupación o cuando se está enojado o levantar las cejas ante el asombro. Estos gestos expresan a los demás cómo nos sentimos y comunican nuestro estado emocional, sin necesidad de utilizar palabras. Así, la expresión de nuestras emociones a través de la cara puede facilitar o dificultar las interacciones, incluso modular las respuestas que los otros tienen respecto a nuestra emoción (Gómez *et al.*, 2024).

Para expresarlo en otras palabras, supongamos que nos sentimos bastante tranquilos y estamos de buen ánimo, pero de pronto nos encontramos con alguien que está llorando. El cerebro emocional reconoce que la persona está pasando un mal momento, entonces, cambia nuestra expresión de júbilo por la de tristeza. Al cambiar la expresión de nuestro rostro, ahora nos sentimos igual de tristes que el otro y tratamos de que nuestra presencia y quizás palabras, ayuden a la otra persona a sentirse mejor. A este proceso los neurocientíficos le llaman *retroalimentación propioceptiva facial* y *empatía*, las cuales permiten entender las emociones ajenas cuando las imitamos en nuestro rostro y cuerpo, experimentando así la emoción del otro.

Por lo tanto, el cerebro manda órdenes al rostro para expresar una emoción determinada, y también recibe información del rostro y con ello asume o cambia su estado emocional. Para comunicarnos de forma apropiada, no solo reducimos nuestro mensaje a palabras verbales, también la comunicación paraverbal (el cómo decimos las cosas), la conductual (los movimientos que hacemos al decirlo) y la expresión facial, juegan un papel determinante en todo el proceso de comunicación e interacción social.

El bótox en la dinámica de la comunicación social

El bótox, conocido científicamente como *toxina botulínica tipo A*, es una sustancia producida por la bacteria anaeróbica *Clostridium botulinum* que se utiliza ampliamente en la medicina estética y terapéutica. Su principal mecanismo de acción consiste en bloquear temporalmente la liberación de acetilcolina en la unión neuromuscular. La *acetilcolina* es un neurotransmisor necesario para que los nervios del sistema nervioso periférico contraigan los músculos; así cuando se aplica en zonas específicas del rostro, como la frente o alrededor de los ojos, produce una parálisis parcial, reduciendo las arrugas y líneas de expresión.

La aplicación de la toxina botulínica en la región glabellar (zona lisa y prominente ubicada en la línea media del hueso frontal, justo entre los arcos superciliares; es decir, las cejas y por encima del inicio de la nariz), provoca una disminución en la capacidad para percibir emociones de forma intensa. Entonces, respondamos la pregunta inicial del presente texto.

El uso del bótox puede tener efectos en cómo expresamos las emociones,

pues, al interferir con la capacidad para mover o contraer ciertos músculos faciales, provoca a su vez que la emoción que genera esa expresión facial se manifieste de menor intensidad, lo que a su vez lleva a que el circuito cerebral emocional no transmita esa emoción de la misma manera.

Según lo anterior, el otro integrante de la interacción social no podrá interpretar de manera correcta la emoción que se está manifestando y esto influiría en la regulación de la conducta social implicada en la comunicación. Por ejemplo, en lo cotidiano, cuando una persona sonríe de manera falsa, el cerebro es capaz de reconocer que ese rostro no realiza el movimiento característico de una sonrisa genuina o mejor conocida como *sonrisa de Duchenne*, que involucra la contracción simultánea intensa del músculo cigomático mayor y el orbicular de los ojos.

En consistencia, el fenómeno del “valle inquietante” o *uncanny valley* puede explicar también este aspecto de la expresión emocional. Este concepto surgió el siglo pasado, en la década de 1970, cuando se reconoció por primera vez que los robots, avatares o incluso las animaciones 3D cuasi humanas, podían generar en los seres humanos cierto rechazo e incomodidad por la disonancia cognitiva al percibir cierto desajuste

en los rasgos faciales, por ejemplo, ojos que parecen reales, pero en un rostro con una piel irreal (Mesa, 2023).

Otro ejemplo claro se encuentra en las películas como *El expreso polar* o *Marte necesita mamás*. En dicho productos cinematográficos que utilizaron un método de captura de movimiento para animar sus películas; sin embargo, a diferencia de los filmes más modernos, la tecnología con la que fueron realizadas no tenía la capacidad de registrar con sus cámaras toda la expresión del rostro de los actores, lo que a su vez provocó en sus espectadores cierta incomodidad, pues el cerebro biológico percibe que lo que ve no es real porque no puede registrar todas las microexpresiones faciales que tienen lugar en un rostro biológico y aunque los personajes expresan la emoción, el cerebro humano no cree en lo que ve porque la reacción facial está acartonada y es poco realista.

Lo mismo se dice de las actrices y actores que en la actualidad han modificado sus rostros por el uso de la toxina botulínica sobre todo en la región glabellar (Figura 1). Piensen en este momento en actores como Jim Carrey, Emilia Clarke o Robert de Niro, entrenados en el control de la expresión de sus músculos faciales y en consecuencia de sus expresiones emocionales. Ahora imagínelos sin esa capacidad, ¿realmente lograrían tener el mismo efecto en sus espectadores después de sus diversos papeles hollywoodenses sino contarán con esta habilidad? Tan solo observe una de las primeras actuaciones de actrices como Erin Moriarty o Lindsay Lohan y luego compárelas con alguna escena reciente. Seguramente notará querido lector, que la forma en que transmiten sus emociones, sin importar cuál sea el personaje, ni su edad, son diferentes y generan cierta incomodidad en el observador.

Con el uso del bótox, la tristeza no luce creíble porque los músculos que se contraen al estar tristes no pueden hacerlo, lo que entorpece y ralentiza el proceso de interacción entre un emisor y un receptor en una comunicación social. La falta de congruencia entre el estado emocional y la respuesta conductual genera en el emisor un estado emocional diferente que tal vez no corresponda a la respuesta social esperada, lo que interrumpe la empatía y la comunicación con su receptor social.

Alegría

M. superciliar



M. risorio

Tristeza

Corrugador de las cejas



M. cigomático menor

Figura 1. Músculos del rostro implicados en la mímica facial. Abrev.: M (músculo). Elaborado con ayuda de Gemini IA por Alexandra Castillo-Suazo, Facultad de Psicología, Región Xalapa.

Enojo

Entrecejo
(zona glabellar)

M. masetero

Depresor del ángulo
de la boca

Sorpresa

M. orbicular

M. depresor

M. de la barba
del mentón

¿El bótox es un silenciador emocional o un nuevo antídoto contra la depresión?

Un estudio reciente demostró que el uso de mascarillas durante la contingencia por la pandemia de covid-19 afectó la capacidad de reconocer las emociones de las personas, lo que llevó a centrarse en los ojos y en otras formas de expresión paraverbal (tono de voz) y corporal, con el afán de poder comunicarse con los demás. Otro ejemplo claro lo encontramos en el mundo de la comunicación digital y las redes sociales, en donde hubo la necesidad de crear elementos emocionales que dotaran de significado a las conversaciones digitales, como el uso de emoticonos, emojis o *stickers*. Al no contar con toda la información que provee la gesticulación y la expresividad de los músculos faciales las personas tuvieron que buscar otras formas creativas de entender la expresión emocional.

La falta de expresividad puede llegar a afectar las relaciones y conexiones emocionales con otras personas.

Otro caso más que respalda esta afirmación, lo constituye el síndrome de Moebius una enfermedad congénita que se caracteriza por una parálisis facial no progresiva con incapacidad para mover los ojos lateralmente, lo que provoca una expresión facial vacía que impacta significativamente en la vida social de quien la padece, dado que la persona no puede sonreír, fruncir el ceño o realizar expresiones, llevándolos frecuentemente al aislamiento, rechazo y *bullying*. Muchas veces se recurre a la cirugía correctiva para generar una sonrisa permanente del rostro, lo que contribuye a su adaptación social.

Investigaciones recientes han propuesto incluso que, si se inyecta la toxina botulínica tipo A en la musculatura del entrecejo, especialmente en los músculos corrugadores (músculos faciales pequeños y profundos ubicados en el extremo medial de cada ceja, fundamentales en la expresión facial de enojo, concentración o preocupación) y en la zona globular o entrecejo, involucrados en las expresiones de tristeza, ira o preocupación, se estaría evitando la contracción de dichos músculos y por ende la retroalimentación propioceptiva facial, lo que a su vez provocaría una disminución de la intensidad de dicha emoción (Finzi, 2023). Se ha estado planteando recientemente que pudiera ser una alternativa terapéutica que coadyuve en el tratamiento de trastornos emocionales como la depresión y la ansiedad. Sin embargo, aún estas investigaciones necesitan evaluar sus alcances y limitaciones clínicas.

Figura 1 continuación. Músculos del rostro implicados en la mímica facial. Abrev.: M (músculo). Elaborado con ayuda de Gemini IA por Alexandra Castillo-Suazo, Facultad de Psicología, Región Xalapa.

Conclusiones

El uso del bótox de manera estética e innecesaria es desconcertante, ya que la toxina está privando a la persona de su capacidad para expresar genuinamente emociones, al disminuir la expresión de las arrugas naturales formadas a partir de un proceso biológico que nuestra evolución primó a través de la selección natural con la finalidad de facilitar las interacciones y comunicación entre los individuos.

Por lo tanto, las arrugas de expresión no son meras imperfecciones de la edad, sino las huellas dactilares de nuestra historia de vida emocional y las señales que permiten a otros saber que somos humanos, que empatizamos y que estamos presentes.

Irónicamente, en la búsqueda de una estética impecable y perfecta, se estaría pagando un precio invisible: el silencio de nuestro rostro,

pues el uso del bótox podrá borrar temporalmente ciertas líneas de la preocupación, pero también se corre el riesgo de borrar los puentes emocionales que nos conectan con los otros. Es una cuestión de decisión personal.

Agradecimientos: Las autoras agradecen a la Dirección General de Investigaciones (DGI) de la Universidad Veracruzana por la beca otorgada a NMCT y ENDM durante el Programa de Estancias Intersemestrales de Investigación-Invierno 2025-2026.

Referencias

- Finzi, E. (2023). Botulinum toxin treatment for depression: a new paradigm for psychiatry. *Toxins*, 15(5), 336. <https://doi.org/10.3390/toxins15050336>
- Gómez, L., Ledesma Amaya, L. I., Bosques Brugada, L. E. & Moreno Calva, A. E. (2024). El rol de la expresión facial en el procesamiento de emociones: Una revisión sistemática. *Boletín científico de la Escuela Superior Atotonilco de Tula*, 11(21), 30-36. <https://doi.org/10.29057/esat.v11i21.11964>
- Gutiérrez García, A. G. & Contreras, C.M. (2013). Anxiety: An adaptive emotion. En F. Durbano (ed.) *New Insights into Anxiety Disorders*. Rijeka: INTECH; p. 21-37. <https://doi.org/10.5772/53223>
- Mesa, N. (2023, septiembre 29). El valle inquietante, explicado: por qué la IA podría resultarte espeluznante. *National Geographic*. <https://www.nationalgeographic.com/science/article/ai-uncanny-valley>
- Rob Paper Sheet. (2024). *Stranger Things fue un FRACASO...* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=LCiJ7nf37zU>





La jubilación celular: entre azúcar y tiempo

**Natalia Reyes Vallejo y
Jessica Elena Mendieta Wejebe**

La tecnología actual se ha dispuesto a prolongar la vida dando a luz al miedo más apesadumbrado de la población: el envejecimiento. Pocos pensarían que existe un acechador más temible que la misma muerte, pero el miedo a la vejez ha llevado a la humanidad a soñar con la fuente de la eterna juventud y a buscarla por todos los medios posibles.

“¿Cuánto tiempo pueden vivir los humanos?, ¿es posible la inmortalidad? El envejecimiento e inevitable muerte del cuerpo humano ha inspirado más mitos y charlatanería escandalosa que cualquier otra cosa sujeta a una investigación científica...”. *San Francisco Chronicle*, el periódico más grande del Norte de California hace referencia a la extraordinaria obra científica “How and Why We Age” (1994, Ballantine Books), la cual está basada en más de treinta años de investigación realizada por el prominente biólogo celular Leonard Hayflick, quien presenta la verdad sobre el envejecimiento humano y cómo afecta a cada parte del cuerpo. En él, no solo respondió cómo los sistemas biológicos cambian a medida que envejecen, sino que también examinó de manera perspicaz y académica las alteraciones intangibles en los modos de pensamiento y sentimiento, estados de ánimo, deseos sexuales, rasgos de personalidad e incluso los recuerdos.

Hayflick desarrolló el primer microscopio invertido para su uso en la investigación de cultivos celulares en 1959, y el primer método práctico para producir medios de cultivo celular en polvo en 1965. Sin embargo, esto no es lo que lo llevó a ser una figura legendaria en el campo de la biogerontología moderna. Con sus observaciones, Hayflick desafió un

dogma de sesenta años, refutando las declaraciones hechas por Alexis Carrel a principios del siglo XX, quien afirmaba que las células normales humanas eran inmortales y podían proliferar continuamente dentro de un ambiente adecuado.

Hayflick demostró a partir de diversos experimentos *in vitro* la triste conciencia de las células normales de los mamíferos, pues tienen memoria y son capaces de recordar a qué nivel de replicación han llegado limitando el número de veces que se dividen, considerándose finalmente mortales, a comparación de las células malignas, tumorales y cancerosas que son las únicas consideradas inmortales.

De hecho, este afamado científico ha escrito numerosos artículos en los que critica tanto la viabilidad como la conveniencia de prolongar la vida humana a través de la medicina antienvjecimiento, lo que ha sido tema de debate en los últimos tiempos.

Dichos hallazgos llevaron a Hayflick a comprender el proceso de envejecimiento celular como un proceso programado, y a establecer el llamado *Límite de Hayflick* a principios de la década de 1960, refiriéndose al número de duplicaciones (entre 40 y 60) que puede sufrir una célula eucariota antes de entrar en *senescencia*, una fase semejante a un estado vegetativo perpetuo que nos lleva al duelo prolongado del envejecimiento.

En realidad, el término *senescencia* celular se puede definir como un proceso fisiológico normal e irreversible por el cual las células pierden su

capacidad de proliferación a partir de la detención programada del ciclo celular, con el propósito de evitar mutaciones dañinas; es decir, la senescencia es un proceso que induce a la célula a dejar de dividirse cuando acumula muchos defectos, por lo que se considera un estado de latencia que alcanzan las células dañadas o envejecidas, en el que no se reproducen, pero tampoco desaparecen (Rodríguez, 2020).

Por consiguiente, ¿no somos nosotros un reflejo de la propia senescencia? ¿Culminando nuestro propio ciclo reproductivo y permaneciendo en la vida, envejeciendo? Particularmente, el doctor Ignacio Palmero Rodríguez, del Instituto de Investigaciones Biomédicas "Alberto Sols" del Consejo Superior de Investigaciones Científicas y de la Universidad Autónoma de Madrid, España, define a la senescencia en términos más formales como “una respuesta clave en el control del balance celular, mediante el bloqueo de la división celular y la eliminación mediada por el sistema inmune”.

Mecanismos implicados en la senescencia celular

Si bien la senescencia celular está programada, también se ve favorecida por una serie de mecanismos que implican la liberación de factores solubles conocidos como el fenotipo secretor asociado a la senescencia (SASP), sustancias que cumplen la bien conocida frase de “todo es veneno dependiendo la dosis”, pues ejerce efectos positivos como la cicatrización de heridas, pero también la producción crónica y excesiva del SASP promueve un entorno inflamatorio de bajo grado que conlleva al deterioro del microambiente celular e integridad de los tejidos, lo que a su vez provoca una alteración funcional, llevando finalmente al envejecimiento (Iwasaki *et al.*, 2023) (Figura 1).



Figura 1. Generación y afectaciones de la senescencia celular. Figura generada y modificada con IA.

En los últimos años, el papel de la senescencia celular ha tomado mayor relevancia considerando que el fenómeno de envejecimiento demográfico, antes característico de países de ingresos altos, ha comenzado a extenderse en todo el mundo.

Tanto así, que se estima que para el año 2050, el porcentaje de personas mayores de 60 años se duplicará. Esto supondrá un problema sociosanitario grave, debido a las implicaciones que tiene la senescencia en diversas enfermedades crónicas (de larga duración), como el cáncer, la aterosclerosis y la diabetes, entre otras (Figura 2).

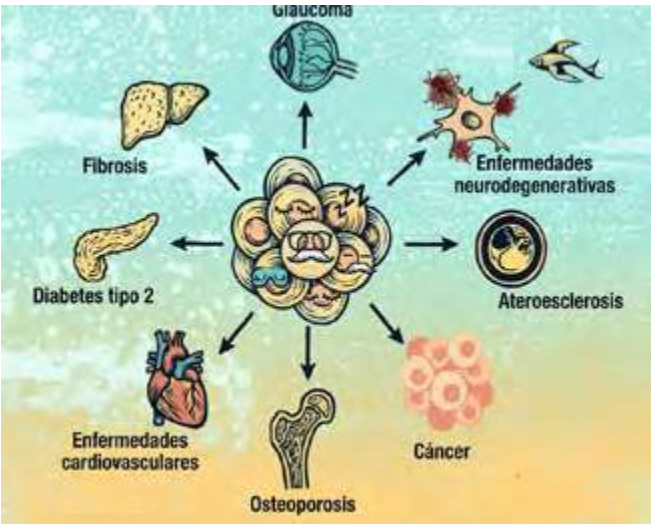


Figura 2. La senescencia y los riesgos para la salud. Figura generada y modificada con IA.

Al respecto, se ha descrito que las enfermedades relacionadas a la edad podrían deberse a defectos en el proceso de senescencia, ya sea por su falta de activación, o por la acumulación excesiva de células senescentes aunado a la capacidad disminuida de regeneración, como es el caso de las células beta pancreáticas durante el desarrollo de la diabetes (Bonnin, 2021).

La complejidad de la diabetes

La diabetes es una enfermedad crónica que afecta la forma en la que el cuerpo convierte los alimentos en energía. Es tan compleja, que explicar únicamente las causas de su desarrollo nos llevaría páginas completas, esto debido a que es el resultado de varios factores genéticos y/o ambientales, dentro de los cuales, la edad es un factor relevante. Aunque la diabetes puede aparecer desde edades tempranas, las propias características de la edad pueden enmascarar los síntomas, además de que el estilo de vida de los adultos mayores también puede contribuir al desarrollo de la enfermedad.

En este contexto, los malos hábitos de la población general han provocado el aumento exponencial de la incidencia y prevalencia de la diabetes, puesto que las últimas cifras de la Federación Internacional de Diabetes (FID, 2025) han estimado que para el 2024, la prevalencia de personas de 20 a 79 años que vivían hasta el momento con diabetes era de 588.7 millones y prevén que para el año 2050 esta cifra aumentará a 852.5 millones.

Esto representa una carga económica importante ya que, en 2024, el gasto sanitario mundial total relacionado con la diabetes superó por primera vez el billón de dólares.

Cuando hablamos de los malos hábitos causantes de la enfermedad, nos referimos a la epidemia de adicción por los alimentos con azúcar añadida, que se han vuelto el pan de cada día de la población mundial, pues los azúcares (glucosa, fructosa, sacarosa) crean un efecto de dependencia por la sensación de placer que causa en nuestro cerebro.

En condiciones normales, el cuerpo descompone la mayor parte de los alimentos que come en glucosa, la gasolina de nuestras células, y esta es liberada en el torrente sanguíneo (Figura 3). Por otro lado, el páncreas produce una hormona llamada *insulina*, que actúa como una llave que permite que la glucosa entre a las células del cuerpo para que estas la utilicen como energía.

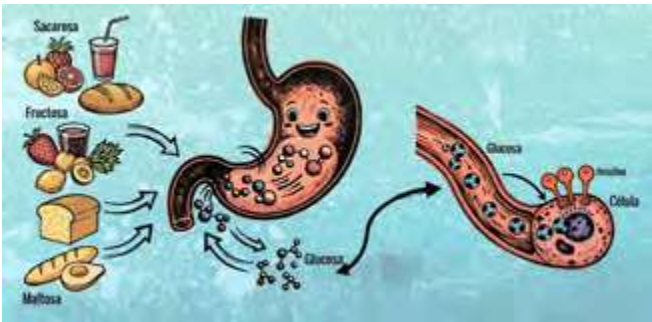


Figura 3. El paso de los azúcares hasta la energía celular. Figura generada y modificada con IA.

En una persona diabética, las cosas cambian, ya que no tienen suficientes llaves de insulina o no pueden usarlas adecuadamente, llevando a un exceso de glucosa en la sangre, que si seguimos nuestra analogía de la gasolina, sería lo mismo que un derrame en el medio ambiente que causa devastación en varios sistemas vivos, en este caso, corazón, ojos, riñones, sistema nervioso y más, provocando lo que conocemos como complicaciones diabéticas (enfermedades del corazón, catarata, insuficiencia renal, pie diabético, manifestaciones cutáneas y mucho más).

El daño por la diabetes es tan extenso y grave que ha llevado a analizar la probabilidad de que aspectos locales de este entorno diabético aumenten la propensión de las células a envejecer (Palmer *et al.*, 2019).

Senescencia celular y diabetes

Entonces, ¿la diabetes afecta la senescencia o la senescencia a la diabetes? En el caso de la diabetes tipo 2, esta enfermedad es significativamente afectada por el envejecimiento, ya que la masa de células beta disminuye con la edad, es decir, hay menos insulino-llaves. Sin embargo, los cambios metabólicos relacionados con la obesidad y los niveles elevados de azúcar en sangre son asociados a la acumulación de células senescentes en múltiples órganos y al ambiente proinflamatorio generado por el SASP (Iwasaki *et al.*, 2023).

A pesar de que desde 1960, Hayflick demostró la acumulación de las células y su impacto en la vejez y el deterioro de la salud,

hasta hace muy pocos años se comenzó a esclarecer cómo el envejecimiento celular contribuye a patologías como la diabetes y a pensar en cómo las terapias actuales se enfocan en este aspecto de la enfermedad.

En este sentido, se ha sugerido que las senoterapias dirigidas a células beta pancreáticas pueden producir una mejora de su función, probablemente a través de la regulación genética de dichas células y mediante la atenuación del SASP (Figura 4).

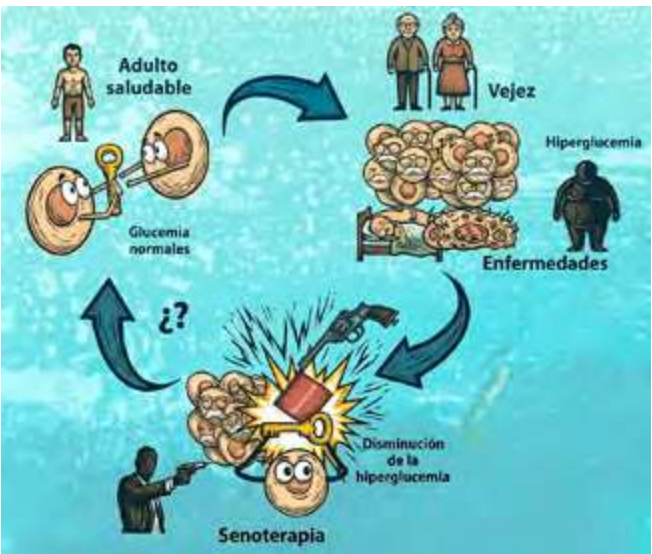


Figura 4. Cambios producidos por la acumulación de las células senescentes y el posible tratamiento con senoterapia. Figura generada y modificada con IA.

Senoterapia en diabetes

La senoterapia entonces, utópicamente, puede eliminar las células senescentes (senolíticos) o inhibir al SASP (senomorfos) de manera específica, mejorando a su vez el sistema inmune para la eliminación de células senescentes (Palmer *et al.*, 2019). No obstante, todos ellos se encuentran en fase experimental y aún no hay una aprobación para su uso en humanos. Bueno, casi.

En contexto, resulta que se pueden modificar productos naturales o crear especies nuevas con ciertas características para que tengan la función específica de combatir la senescencia, pero sorpresivamente esto podría no ser tan necesario.

¿Te suena la metformina? Estudios recientes han observado que este fármaco, tan común entre los pacientes diabéticos, tiene efectos senomórficos al ser administrado en animales de laboratorio.

Lamentablemente, los mecanismos por los cuales la metformina beneficia al organismo son incluso tan complicados como explicar la misma aparición de la diabetes. Pero en palabras burdas, podemos decir que reduce los ingredientes necesarios para la preparación de SASP al bloquear algunas vías intramoleculares tan profundas como el ADN. Pero esto último, solo es respecto a su actividad senomórfica, todavía habría que visualizar su impacto en la glucosa sanguínea y la disminución del estrés oxidativo ya que también es un antioxidante, como los que frecuentemente son ingeridos para prevenir el envejecimiento prematuro (Iwasaki *et al.*, 2023).

Otro ejemplo es la quercetina, un suplemento antioxidante el cual también actúa como senolítico, en este caso, quitándole el soporte vital a las células senescentes, haciéndolas perecer por apoptosis. En evaluaciones realizadas fue descubierto que su administración en ratones envejecidos mejoraba su función física y disminuía la inflamación sistémica, mientras que, en animales diabéticos, mejoraba la sensibilidad a la insulina (Bonnin, 2021).

Como lo hemos mencionado, estos fármacos ya son utilizados por la población para diferentes propósitos, pero podrían estar ayudándonos simultáneamente como senoterapias; sin embargo, esto sigue en investigación y aún no están aprobados específicamente para ello.



Entonces, la senescencia es un mecanismo defensivo que evita que las células dañadas se propaguen y así, por ejemplo, ayuda a prevenir el cáncer. Sin embargo, como nuestro propio envejecimiento lo hace, se puede convertir en un peso considerable, pues la acumulación de estas células senescentes, sumado a la secreción excesiva de moléculas que favorecen la inflamación y todos los daños metabólicos que nos vamos provocando en el camino con los malos hábitos y el sedentarismo, provoca una aceleración del envejecimiento.

Sean cual sean los males que favorecen la senescencia celular, varían conforme a cada persona, por lo que los individuos pueden presentar este fenómeno en diferentes grados incluso a la misma edad.

Aunado a esto, estudios recientes han observado poblaciones heterogéneas y complejas de células senescentes que desempeñan distintas funciones entre tejidos, etapas de la enfermedad y edades.

Por todo lo anterior, es imposible que la senoterapia tenga los mismos resultados para cada paciente, abriendo paso así a la posibilidad de un enfoque personalizado dirigido a objetivos moleculares distintivos de cada enfermedad, pero particularmente en el tejido adiposo y las células beta para crear nuevas estrategias senoterapéuticas contra la diabetes.



Conclusión

Haciendo alusión a los experimentos *in vitro* de Hayflick, en los que describió los límites del comportamiento celular, hoy en día el estudio de la senescencia ha dado paso al desarrollo de la senoterapia. Este campo despierta gran interés en la investigación biomédica actual, especialmente en una época en la que el envejecimiento es visto con incomodidad y terror. Es importante aclarar que estas investigaciones no buscan promover una visión fantasiosa de la eterna juventud desafiando el curso de la vida y la propia ideología de Hayflick, quien dudaba de la necesidad y sensatez de extender indefinidamente la existencia humana.

El objetivo, más bien, es comprender a fondo los procesos celulares que acompañan al envejecimiento, particularmente en enfermedades como la diabetes, para desarrollar estrategias terapéuticas que mejoren la calidad de vida durante esta etapa inevitable.

Sin embargo, todavía queda mucho camino por recorrer, por lo que es necesario ahondar en los mecanismos moleculares de la senescencia celular con el propósito de generar agentes senolíticos y senomórficos con mayor eficacia y seguridad.

Referencias

- Bonnin, T. (2021). ¿Qué es un agente senolítico y qué relación tiene con el envejecimiento?. Farmacia Bonnín website. <https://farmabonnin.com/blogbybonnin/que-es-un-agente-senolitico-y-que-relacion-tiene-con-el-envejecimiento/>
- Federación Internacional de Diabetes (FID). (2025) *Atlas de la Diabetes de la FID*. International Diabetes Federation. <http://diabetesatlas.org/resources/idf-diabetes-atlas-2025/>
- saki, K., Abarca, C. & Aguayo Mazzucato, C. (2023). Regulation of cellular senescence in type 2 diabetes mellitus: From mechanisms to clinical applications. *Diabetes & Metabolism Journal*, 47(4), 441-453. <http://doi.org/10.4093/dmj.2022.0416>.
- Kirkland, J. L. & Smith, U. (2019). Cellular senescence: at the nexus between ageing and diabetes. *Diabetologia*, 62(10), 1835-1841. <http://doi.org/10.1007/s00125-019-4934-x>
- Rodríguez, M. C. (2020). *La senescencia celular: el gran desafío para entender y tratar el cáncer*. The Conversation. <http://theconversation.com/la-senescencia-celular-el-gran-desafio-para-entender-y-tratar-el-cancer-149755>



Enemigo invisible: detectives del cáncer

Irving Alán Martínez Leal,
María Teresa Álvarez Bañuelos,
Andrés Bocardo Santos y
Claudia Paola Reyes Zamora

¿Por qué enfermamos de cáncer?

El cáncer es una enfermedad común que se caracteriza por la multiplicación excesiva y sin control de células anormales que invaden y se dispersan a diversos órganos; este crecimiento irregular aparece en cualquier parte del cuerpo. Para explicar cómo funciona es imprescindible tener en cuenta que, dichas estructuras pueden permanecer en estado de reposo o estar en constante división, según las necesidades de las mismas; pero a medida que envejecen, se producen nuevas para reemplazarlas.

Este mecanismo es regulado en su mayoría por genes, que promueven el desarrollo celular; sin embargo, pueden sufrir daños, los cuales dan pauta a alteraciones, pues “no todo lo que crece es bueno”. Aunque suene increíble, es así como aparecen los tumores, los cuales clasificamos en benignos y malignos, por el potencial de desarrollo y conducta. Se nombra como benigno cuando sus características son: crecimiento lento, sin invasión, está localizado y no hay probabilidad de que afecte; todo lo contrario, al maligno.

Pero eso no es todo, ya que existe un proceso de control para verificar que la replicación no se encuentre comprometida, y de estarlo, ciertos genes aportan estrategias para repararlo, o en caso de no ser posible, surja su autodestrucción. De tal forma que cuando se presentan cambios en el genoma, se originan pésimas condiciones, como:

resistencia al tratamiento, infiltración a tejidos próximos o migración hacia algún órgano lejano, lo cual llamamos *metástasis*.

Ahora, ¿has pensado cuántas personas fallecen por cáncer? Para tener una idea del impacto de esta enfermedad, de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en México el tumor maligno de mama fue la principal causa de muerte por cáncer en mujeres arriba de 60 años, mientras que en hombres, el de próstata (INEGI, 2025).

Diversos factores de riesgo del cáncer

Los factores de riesgo suelen clasificarse en modificables y no modificables:

- **Modificables:** por ejemplo, el consumo de alcohol, una actividad muy típica y tóxica contribuye al desarrollo de muchos desórdenes metabólicos, responsables de tumores en garganta e hígado; igualmente el tabaquismo, pues tanto el cigarro como el humo que se genera, contienen sustancias nocivas, asociadas a problemas en los pulmones, ya sea en el fumador activo o pasivo. Por otro lado, y por sorprendente que parezca, las mujeres que consumen anticonceptivos orales, o hacen uso de hormonas de sustitución, tienen una exposición prolongada a estrógenos, lo cual provoca una

mayor probabilidad de desarrollar cáncer en mama y ovario.

- *No modificables*: que pertenecen a los que no dependen del individuo como: edad, sexo, etnia o genética; muestra de ello es la herencia de una mutación en genes específicos en el seno, colón y próstata los cuales son predisponentes de cáncer.

Mitos

¿Qué pasaría si te dijera que varias de las cosas que sabes sobre el cáncer están a punto de cambiar?

En una época en la que, gracias a las redes sociales, es muy fácil obtener información, se complica distinguir entre lo confiable y las noticias falsas

Por ello, en este apartado te presentamos algunos mitos.

- Mucha gente cree que este diagnóstico es “sentencia de muerte”, pero la realidad no es así de trágica. No todos los cánceres tienen una letalidad alta, varios se tratan con éxito, sobre todo si se detectan de manera oportuna.
- Otra creencia es que, si nadie de tu familia ha portado esta enfermedad, las probabilidades de que tú la padezcas son nulas; no obstante, un gran porcentaje de tumores son generados por mutaciones que ocurren a lo largo de la vida, mientras que solo el 10% son hereditarios.
- Como parte de una interpretación errónea de la información, surge otro mito menos común: “esta patología se contagia”. Si bien es cierto que existen patógenos infecciosos que contribuyen al cáncer, los tumores no son transmisibles.
- Hay quien asegura que el tratamiento más eficaz se encuentra de manera natural con plantas. Aunque hay ciertas hierbas que son capaces de ayudar con

los efectos secundarios, aún no existe estudios clínicos que avalen dicho método para curar. Los remedios caseros pueden perjudicar la terapia y provocar reacciones adversas.

- Es frecuente pensar que las operaciones o biopsias causan expansión del cáncer a otros tejidos. La probabilidad de que esto ocurra es baja, debido a que los cirujanos oncólogos tienen métodos eficaces para realizar estos procedimientos con éxito.

Haremos énfasis en los causantes del cáncer

Hay agentes que ingresan a nuestras células por diversas vías y modifican su disposición. Imagínatelos como unos pequeños seres que entran a nuestro organismo para acabar con él. Existen distintas sustancias que aumentan dicha amenaza, y se categorizan en biológicas, físicas o químicas, y no todas producen una agresión inmediata, otras requieren de exposiciones reiteradas, varias surgen hasta treinta años después; es decir, pasa mucho tiempo antes de desencadenar deterioro del tejido.

Las tuberías, azulejos, pinturas, cosméticos, parrillas, y detergentes, son materiales en los que encontramos carcinógenos químicos, muchos de ellos como tóxicos industriales o contaminantes del entorno. En cuanto a los factores físicos, son los relacionados con el ambiente, como la exposición a la radiación de rayos X y los UV a los que nos exponemos todos los días. Finalmente, se encuentran los biológicos, como microorganismos peligrosos, ejemplificados por virus o bacterias que atacan órganos como cervix, estómago e hígado, tres de los más afectados.

Si bien hay indicios de estas sustancias, ¿sabes dónde las encontramos?





Por desgracia están en todas partes: en lo que usamos, en lo que consumimos, en las actividades que hacemos.

Por eso sugerimos prevenir y cambiar el estilo de vida, paso inicial para reducir de forma significativa los casos.

Entonces, ¿qué debo de hacer?

¿Alguna vez has escuchado el dicho popular “más vale prevenir que lamentar”? Pese a que el cáncer tiene múltiples causas, contamos con planes de protección. Dicho esto, es momento de darte ideas que serán funcionales al transformar tus hábitos.

Si bien la exposición al sol es benéfica para la síntesis de vitamina D, también tiene efectos adversos a corto plazo, bronceados extremos o quemaduras; mientras que a largo plazo puede producir cánceres en la piel. Por tanto, debemos de evitar la luz solar directa entre las 11:00 y 15:00 horas, utilizar ropa adecuada como prendas de manga larga, y claro, el uso de protectores solares. Otra recomendación es ventilar los espacios cerrados, sellar grietas en pisos y paredes del hogar para evitar inhalar ciertos gases, sobre todo, en zonas industriales o lugares que son áreas peligrosas, en constante alcance de aire contaminado por partículas que se atribuyen a cáncer de pulmón y vejiga.

Además, es importante evitar el consumo excesivo de carnes procesadas o ricas en grasa, una alternativa es buscar productos naturales. Una alimentación

saludable es la oportuna ingesta de comidas y bebidas con relación al tipo y cantidad de esta, ya que requerimos de nutrientes como minerales, vitaminas y proteínas para mantener el equilibrio en el organismo y favorecer el bienestar general.

Gran parte de los beneficios se verán reflejados en primera instancia al mejorar la digestión y fortalecer nuestras defensas, además de mayor energía o productividad.

Por ello, se aconseja sustituir lo empacado o azucarado, por opciones recién cultivadas y frescas, aparte de contribuir al comercio y economía local.

En este contexto, hay que destacar el valor de la actividad física, entendida como el constante movimiento, para fortalecer el sistema musculoesquelético y cardíaco, reducir la inflamación, y tener mayor capacidad pulmonar, resistencia, flexibilidad y equilibrio. Otras ventajas son las psicosociales, lograr reducir el estrés y ansiedad, sumado a la restauración del sueño. Por consiguiente, el cerebro permanece con un flujo sanguíneo correcto, y optimiza la concentración, la percepción, la memoria o razonamiento.

Evitar el sedentarismo ayuda a modular el metabolismo.

No es necesario desempeñar tareas que exijan esfuerzo o sean vigorosas, de hecho, con moverse de manera moderada 150 minutos a la semana es más que suficiente; puedes caminar, correr, nadar, trotar o realizar la rutina que más disfrutes.

¿Sabías que no ejercitarte predispone al sobrepeso y obesidad, y también aumenta el riesgo de desarrollar otras enfermedades crónicas como la hipertensión y diabetes? Para evitar estas condiciones existen indicadores que ayudan a identificar el peso ideal correlacionado a la estatura, y medidas que permiten evaluar la composición corporal integral, como el porcentaje de grasa y masa muscular.

¿Qué impacto tiene en nuestra vida el cáncer?

Como ya lo vimos, hay un giro drástico en el entorno familiar e interpersonal, conlleva inseguridad, falta de confianza en sí mismo, capaz de generar depresión por los cambios de imagen que perjudican la autoestima. Además, la angustia recurre a pensamientos reflexivos e introspectivos sobre si existe cura, o la gran pregunta “¿Sobreviviré?”. Cada paciente cursa con una reacción diferente ante el

diagnóstico, esto dependerá de su inteligencia emocional, personalidad, y la misma percepción. La mayoría pasará por un proceso denominado duelo oncológico, un periodo de asimilación y adaptación que consta de cinco etapas: aislamiento, ira, negación, tristeza y aceptación.

Por añadidura, la desigualdad económica y los gastos adicionales ante la falta de insumos, inversión en comida y hospedaje, trae consigo préstamos o deudas, sin contar el conflicto en la asignación de recursos, lo cual representa 20% del gasto total en salud. Sin embargo, lo preocupante son los signos y síntomas: hay pérdida de peso, presencia de bultos o masa indolora y de crecimiento constante, tos, fatiga, cambios de coloración en piel y sangrados inusuales. Todo ello provoca limitaciones de autonomía y movilidad, con necesidad de adecuar sus rutinas, sumado a restricciones en el área laboral, alteración de su horario o tareas profesionales.

En resumen, la mayoría de los pacientes tiene que lidiar con una nueva realidad, que frente a la sociedad se relaciona a luto y dolor, por ello se requiere de una red de apoyo, para dar un soporte integral. Pero tranquilo, ¡después de la tormenta, viene la calma!

Prevención, diagnóstico y tratamiento

La prevención primaria se refiere a acciones para evitar enfermedades. En el caso específico del cáncer, se recomiendan estrategias como: vacunación, dieta, ejercicio, reducción de carcinógenos, además de fomentar la educación sobre el tema y búsqueda de información fidedigna. Esta fase suele verse limitada por elementos culturales, económicos o sociales, y tiene como finalidad actuar antes de tiempo.

Por otro lado, la prevención secundaria está destinada al hallazgo tumoral, con el uso de pruebas de laboratorio, y de patología; es importante realizar una biopsia comprobatoria acompañada de un buen diagnóstico por medio de una historia clínica detallada. En esta etapa los usuarios dependen del acceso a los servicios de salud y el objetivo es tener un buen pronóstico para un tratamiento oportuno. También necesitamos apoyarnos de estudios que identifican lesiones a través de la diferenciación de órganos para detección de anormalidades, gracias al análisis de su forma y comportamiento, tales como ultrasonido, tomografía computarizada (TAC) y resonancia magnética.

Desde esta perspectiva, la elección del tratamiento dependerá del panorama oncológico y del tipo de paciente. Uno de los procedimientos más comunes es la cirugía, para retirar la zona afectada, aplicada a la par de otras medidas como la quimioterapia que trata de detener el efecto mediante fármacos efectivos, o la radioterapia, que expone al tumor a altas dosis de radiación con el mismo fin. Los individuos sometidos a estos procesos pueden sentirse cansados, presentar náuseas y caída de pelo. De esta manera, un tratamiento a tiempo y eficaz puede evitar secuelas o complicaciones del cáncer; sin embargo, esta fase abarca factores multidisciplinarios como: una correcta rehabilitación, acompañamiento psicológico y seguimiento clínico, con el objetivo de reducir el riesgo de recurrencia.





Conclusión

El cáncer es una de las enfermedades más desafiantes y complejas del siglo XXI, se considera la causante de muchas muertes al año, y afecta a la sociedad en varios ámbitos, referida como una carga para los sistemas de salud. Uno de los puntos a trabajar, es la prevención, pues el estilo de vida y el contexto medioambiental son dos elementos cruciales para disminuir el riesgo.

Las malas prácticas como el tabaquismo, alcoholismo, exposición al sol, sedentarismo y una alimentación rica en grasa, son ejemplos de factores predisponentes, que se pueden regular a través de comportamientos positivos que influyan en el bienestar físico y mental de las personas.

Es momento de encausar a la acción. Hay que ajustar nuestros hábitos para tener una mejor calidad de vida. Así mismo, te invitamos a mantenerte informado, “no esperes la tormenta para buscar el paraguas”, realízate chequeos constantes o pruebas de detección y acude de inmediato con tu médico ante cualquier eventualidad.

Lecturas recomendadas

Instituto Nacional de Estadística y Geografía. (2025). Estadísticas a propósito del Día Mundial contra el Cáncer: https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/aproposito/2025/EAP_DMvsCancer25.pdf.

International Agency for Research on Cancer. (2019). Cancer today: Global cancer statistics and estimates. Lyon, France: World Health Organization, International Agency for Research on Cancer. <https://gco.iarc.fr/today/home>.

Organización Mundial de la Salud. Cáncer: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/cancer>.



Cuida tu mente, envejece mejor y feliz

**Jennifer Viridiana Sánchez Camacho,
Emma López Espinosa y
María Dolores Ferré Quintero**

Imagina que todas las experiencias de tu vida comenzaran a esfumarse de tu memoria con el pasar del tiempo, que las cosas bonitas como las personas amadas, tus viajes, amigos, incluso familia comenzaran a desvanecerse de tu mente. Esto les sucede a muchos adultos mayores y es lamentable porque las historias trascienden cuando los abuelos cuentan la forma en que inició su familia, tal vez con un viaje extraordinario, un encuentro sorpresivo, o cómo pudieron superar un problema o una enfermedad.

Existen zonas en nuestro cerebro que se encargan de almacenar estos recuerdos y, que a pesar de que pasa el tiempo, perduran.

Pero cuando comenzamos a envejecer estas zonas se dañan por diversos factores, y dichos recuerdos comienzan a desaparecer. El daño no sucede de forma instantánea, ocurre con el pasar de los años y el cerebro manda señales con cambios que se perciben y pudiesen considerarse normales en los adultos mayores. Cosas que antes se pensaban sencillas de hacer se vuelven cada vez más y más difíciles: recordar fechas, días y horas importantes para realizar una actividad, sumar, restar, analizar e incluso memorizar el nombre de personas.

La comunidad médica y científica ha nombrado estos cambios como *deterioro cognitivo leve (DCL)* y es cada vez más común. Se dice que los años que puede vivir una persona han aumentado, a esto se le conoce como *esperanza de vida*, pero desgraciadamente los años que una persona podría vivir no siempre son de buena calidad.

Considerando que todos algún día seremos adultos mayores y posiblemente abuelos, te platicaré qué es el

deterioro cognitivo leve, cómo podemos identificarlo, con quién acudir para que se diagnostique y las formas de prevenirse y tratarse.

El adulto mayor, la nueva mayoría

Si pensabas que los adultos mayores son una población pequeña estabas equivocado, existen 962 millones en todo el mundo y para el año 2050 se duplicará (Jongsiriyanyong & Limpawattana, 2018). Todos envejeceremos y este proceso sucede día a día donde los cambios se harán presentes y podremos notarlos cuando las funciones que consideramos normales en nuestro cuerpo y células disminuyan.

La disminución de las funciones es acumulativa, en un inicio el cuerpo intenta cubrir esas fallas, pero a medida que pasa el tiempo, y si no nos cuidamos, estamos en riesgo de enfermarnos. La mayoría de las personas a ciertas edades comienzan a presentar enfermedades que son comunes entre la población como la diabetes, la hipertensión y la obesidad.

Específicamente en la población de adultos mayores, aproximadamente a partir de los 65 años es común identificar que tienen problemas para ver (agudeza visual), oír (agudeza auditiva), pierden peso porque sus músculos se perciben más delgados y sin fuerza (sarcopenia) y por tanto se mueven menos y más lento. En este punto pensarás que lo que te platico es normal pero, realmente este es el inicio de lo que puede detonar enfermedades más graves como la de Parkinson y Alzheimer.



Nuestro cuerpo habla, el cerebro escucha: el impacto de nuestro estilo de vida

Antes de describir lo que sucede dentro del cerebro, te platicaré cómo es que nosotros mismos durante nuestra vida pudiésemos propiciar la aparición del deterioro cognitivo leve.

Nuestro cuerpo es una maquinaria perfectamente ensamblada para llevar a cabo todas las funciones necesarias para vivir como respirar, comer, dormir, hacer ejercicio, pensar, trabajar, etcétera.

Al momento en que realizamos estas funciones necesitamos energía que obtenemos de los alimentos, al consumir energía para todas las actividades que realizamos nuestro cuerpo desprende desechos tóxicos que ahora les llamaré *radicales libres de oxígeno* que tienen la capacidad de oxidar y dañar nuestras células desde dentro. Nuestro organismo tiene un mecanismo antioxidante; es decir, una forma de neutralizar y reparar el daño que los radicales libres de oxígeno ocasionan en nuestras células y tejidos, quien dirige este mecanismo antioxidante es un organelo dentro de la célula llamado mitocondria.

Recordemos que tanto la formación de radicales libres de oxígeno como el mecanismo antioxidante que nos protege, depende mucho de que nosotros vivamos con un estilo de vida saludable.

Un estilo de vida saludable se traduce en descansar (dormir las horas adecuadas de acuerdo con nuestra edad), trabajar las horas recomendadas, tener una alimentación equilibrada (comer los alimentos necesarios basado en los nutrientes que cada uno nos aporta), realizar ejercicio y mantener un bienestar emocional basado en la convivencia con amigos, familia y el evitar situaciones que nos mantengan en un estrés constante.

Cuando no vivimos con un estilo de vida saludable la cantidad de los radicales libres de oxígeno aumenta en el organismo y dañan las células, especialmente cuando las funciones celulares comienzan a disminuir, hecho que sucede durante el proceso de envejecimiento. Esta teoría la propuso el científico Harman en 1956 y ha sido una de las

más estudiadas para comprender las enfermedades relacionadas con el envejecimiento y los radicales libres de oxígeno (Harman, 1956).

Las tres esferas que abren la puerta al DCL

Según la Organización Mundial de la Salud el deterioro cognitivo leve afecta a 50 millones de adultos mayores en el mundo (Austria *et al.*, 2021), se comienzan a ver los síntomas en personas de 65 años en adelante y es más notorio a los 85 años.

Como te he platicado, cuando envejecemos las funciones de nuestro cuerpo disminuyen, o bien presentan fallas. El deterioro cognitivo leve es una etapa intermedia que puede suceder si no envejecemos con calidad y que si sigue avanzando significa que el envejecimiento que tenemos no es saludable, por tanto, podríamos enfermar de *demencia*. La demencia implica síntomas más severos de olvido que podría interferir gravemente en nuestras actividades de la vida diaria. Si el deterioro cognitivo leve es un “olvido de las llaves”, la demencia es un “olvido del regreso a casa”.

Ahora bien, de acuerdo con las investigaciones realizadas hasta ahora te describiré las tres esferas que propician que se abra la puerta al deterioro cognitivo leve. Estas esferas interactúan a lo largo de nuestra vida y pueden causar la enfermedad cuando somos adultos mayores (Figura 1).

La primera esfera es la social, en ella se consideran la zona en donde vives, el trabajo que tienes, el sueldo que ganas y la posibilidad que tienes para convivir con otras personas.

Estos factores determinan la calidad de la comida que ingieres que condiciona tu estado nutricional y, las enfermedades que pudieses desarrollar junto con la forma en que sean tratadas. También la forma en que interactúas con tus amigos, familia y el nivel de estrés con el que vives. Los hábitos de fumar y beber frecuentemente están relacionados con la convivencia social. Además, los retos a los que te enfrentas en tu día a día, la forma de superarlos y las cosas nuevas que pudieses aprender por un nuevo trabajo o al entrar a la escuela.

Si todos estos factores son inadecuados para ti, entonces afectarán de forma significativa a las siguientes esferas.



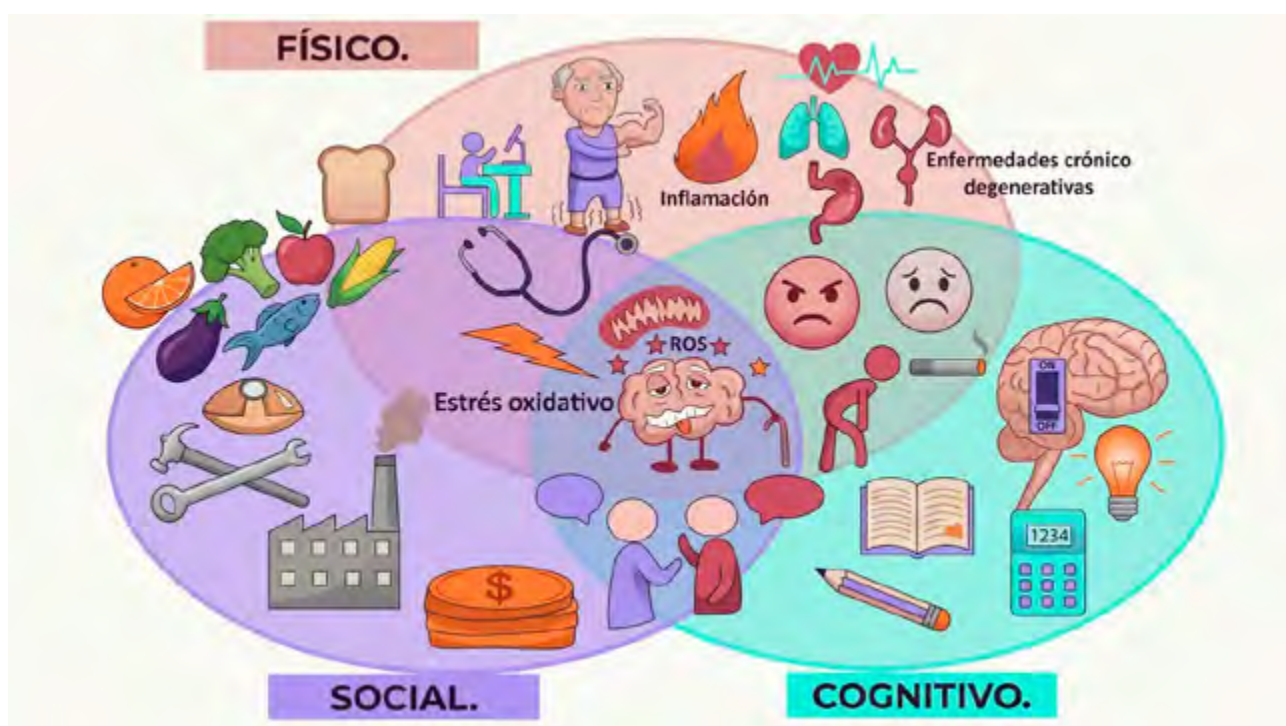


Figura 1. Las tres esferas que influyen en la salud cognitiva de los adultos mayores. Autora: Jennifer Viridiana Sánchez Camacho.

La segunda esfera es la física, involucra las enfermedades que pudieses tener a lo largo de tu vida y algunas de ellas que perduran hasta la vejez, aquellas que se conocen como *enfermedades crónicas degenerativas*. Muchas de ellas causan una inflamación constante en nuestro cuerpo. Si la esfera social ya afectó la parte nutricional, entonces en este punto podrías padecer de obesidad o desnutrición.

Si existe obesidad o desnutrición posiblemente tus músculos no tengan la fuerza necesaria para sostener tu cuerpo lo que condicionaría a que no quisieras moverte. O bien, si tu trabajo lo realizas durante periodos largos, estarías durante varias horas sentado sin caminar. La falta de ejercicio es otro factor importante. Estas últimas características las engloba el concepto que muchos conocemos como sedentarismo. Imaginando lo que sucede con los adultos mayores, un gran porcentaje ya sea por enfermedad, sarcopenia o dolor, comienzan a moverse menos llegando a usar un bastón o silla de ruedas.

Por último, te platicaré de la esfera más compleja de abordar, la cognitiva. En ella se engloba todo lo que hace tu mente para entender el mundo e interactuar con él. Los factores importantes de la esfera cognitiva son los cambios en el comportamiento y los mecanismos que nuestra mente utiliza para que funcione adecuadamente.

Piensa en las dos primeras esferas, imagina que si no tienes ganas de salir porque no tienes amigos o posiblemente te sientes cansado, estresado o

enfermo, incluso deprimido, comienzas a limitarte para socializar.

Como seres vivos necesitamos convivir con otras personas ya que de esta forma estimulamos zonas en nuestro cerebro imprescindibles para funcionar.

También al convivir con otras personas como familia, compañeros de trabajo y escuela, profesores y jefes, desarrollamos y mejoramos actividades mentales como memorizar, aprender, comprender, hablar y razonar entre muchas otras.

Unificando la función de estas tres esferas y su constante relación, todas afectan las neuronas de zonas específicas del cerebro por tres causas principales: la primera y segunda es el aumento excesivo de los radicales libres de oxígeno y el deficiente mecanismo antioxidante por la mala calidad de vida, la tercera es la atrofia de estas zonas cerebrales por su escasa estimulación. Dicho esto, te describo a continuación qué es el deterioro cognitivo leve.

¿Cómo reconocer el deterioro cognitivo leve a tiempo?

El deterioro cognitivo leve es un síndrome geriátrico, es decir, no es una enfermedad concreta es un paquete de señales del cuerpo que suelen aparecer juntos en los adultos mayores y como te describí tiene un origen complejo. Las células que se dañan son las neuronas de ciertas regiones cerebrales del

lóbulo temporomedial como el hipocampo, el giro cingulado y la corteza entorrinal (Figura 2) que están relacionadas con dominios como el aprendizaje, la memoria, el funcionamiento social, el lenguaje, la función visoespacial, la atención compleja y el funcionamiento ejecutivo (Arango, 2014).

El adulto mayor podría presentar cualquiera de las siguientes señales que el cerebro está enviando para indicar que posiblemente algo está sucediendo. En un inicio puede tener olvidos frecuentes de cosas recientes, puede pedir que le repitas las preguntas, olvidar alguna cita médica y los nombres de personas que conoció recientemente, a esto se le conoce como *memoria reciente o anterógrada*. Después, olvida la boda de sus hijos, un viaje importante o la última vez que tuvo un trabajo, a esto los profesionales de la salud lo conocen como *memoria retrógrada reciente*.

Estos sucesos no llevan específicamente un orden, pero tú puedes darte cuenta cuando conversas con él y percibes que tiene problemas para comprender ciertas palabras o frases, además de tardar en responder y dar un punto de vista respecto a algún tema.

Cuando le explicas o le enseñas algo nuevo y tiene dificultad para aprender o bien se le olvida fácilmente.

No le gusta estar en reuniones y prefiere quedarse en casa o bien, cuando está en reuniones no interactúa. Además, se le dificulta planear algo o decidir acerca de alguna situación. Y en ocasiones, parece enojado y frustrado.

Dicho lo anterior ahora contextualicemos lo que el adulto mayor en términos generales pudiese estar experimentando. Por la presencia de alguna de estas señales le hace sentir que esa familiaridad con la que vive y siente seguridad comienza a romperse y se convierte en un ambiente de tristeza al sentirse sin un lazo de unión entre él y su entorno. Comienza a sentirse solo y por el miedo a que se den cuenta que está olvidando todo incluso el sumar, restar, hasta poner atención, se aísla y pone una barrera: no quiere platicar, no quiere salir a las reuniones familiares, se entristece, se frustra y siente enojo con el mismo, mostrándose en ocasiones poco tolerante e incluso violento.

De las señales a la certeza, así se diagnostica el deterioro cognitivo leve

Si en este punto has reconocido a algún familiar o amigo con estas señales o bien quieres saber lo que se debe hacer, aquí te platico una descripción sencilla.

Como ves este síndrome da señales diferentes entre cada persona, se recomienda acudir con un médico con especialidad en geriatría, neurología, neuropsicología o psiquiatría, dependiendo de las señales que el adulto mayor tiene. Es frecuente que quien lo identifica primero es el médico familiar.

Los especialistas realizarán preguntas al adulto mayor y a su familiar, registrarán todos estos datos en algo que se conoce como historia clínica, posteriormente realizarán pruebas neuropsicológicas

Las más conocidas y aprobadas por el Gobierno de México y la Secretaría de Salud son el Mini-Examen del Estado Mental (Mini-Mental State Examination, MMSE) y la Evaluación Cognitiva de Montreal (Montreal Cognitive Assessment, MoCA) donde identificarán los dominios afectados.

Si así lo requieren realizarán otras pruebas diagnósticas para descartar otras enfermedades. Una vez confirmado el resultado les dirán posibles tratamientos que el adulto mayor puede recibir.

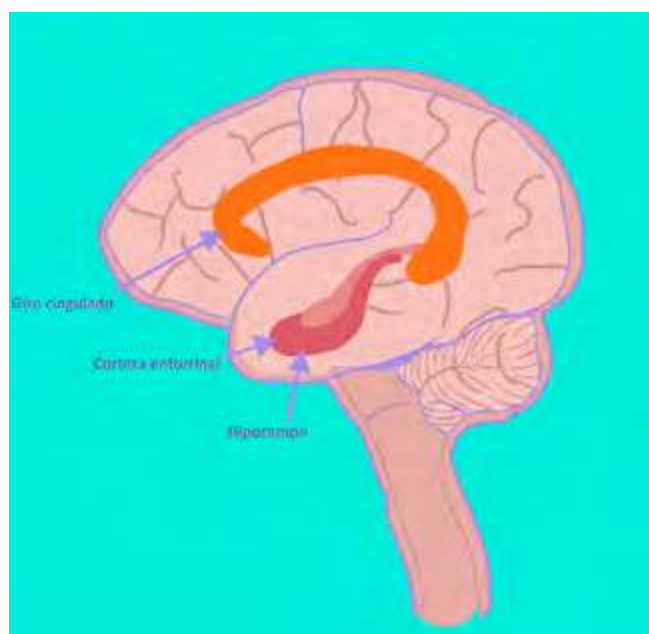


Figura 2. Zonas del cerebro que se dañan en el deterioro cognitivo leve. Autora: Jennifer Viridiana Sánchez Camacho.

Lo que receta el médico y lo que tú puedes hacer

Independientemente de los síntomas y el posible tratamiento que el adulto mayor reciba por parte del especialista al que acuda, el tratamiento del deterioro cognitivo leve es multidisciplinario, esto significa que varios especialistas trabajan para mejorar la calidad de vida de su paciente. Es posible que los especialistas sean quienes den seguimiento al adulto mayor. Pero, según las recomendaciones de la comunidad científica, existen algunas estrategias que el adulto mayor puede seguir para tratar el deterioro cognitivo leve.

Cambios en el estilo de vida como dormir bien, un ambiente tranquilo y relajado, ejercicio y una buena alimentación son, sin duda, pilares para que no exista la posibilidad de que el deterioro cognitivo leve pueda evolucionar a demencia.

La terapia psicológica sin duda es una de las opciones terapéuticas más recomendadas para este síndrome, el adulto mayor puede de esta forma tener un espacio seguro para entender sus pensamientos, manejar sus emociones y fortalecer sus habilidades mentales. El psicólogo le ayudará a gestionar el estrés, la ansiedad y la tristeza que pueden aparecer durante el proceso y ser un puente de comunicación y comprensión entre el adulto mayor y la familia. Él junto con un gerontólogo (quien es un profesional multidisciplinario que gestiona los apoyos para que el adulto mayor viva bien) pueden diseñar ejercicios cerebrales, utilizar técnicas de estimulación cognitiva, juegos que mantengan la agilidad de la memoria, la atención y el razonamiento. Recordemos que estos dominios son cruciales en este síndrome.

La acupuntura ha sido propuesta como una terapia complementaria para tratar adultos mayores con deterioro cognitivo leve, ya que mejoró las puntuaciones en adultos mayores que fueron evaluados con el Mini-Examen del Estado Mental y la Evaluación Cognitiva de Montreal (Li *et al.*, 2020).

Ninguna de estas estrategias complementarias, sin embargo, sustituye el tratamiento que el médico considere adecuado para el adulto mayor, siempre debes recordar que el deterioro cognitivo leve es un síndrome complejo y que por tanto se requiere de especialistas que lo detecten y que trabajen en equipo para tratarlo.

Un camino lúcido que empieza hoy

Ahora que ya sabes el largo camino que se recorre para presentar el deterioro cognitivo leve, es momento de tomar acción en el presente. Cambios que pudieses considerar pequeños impactarán tu futuro. También es un mensaje para comprender a las personas que tienes a tu alrededor en un ambiente de empatía, apoyo y cuidado. Y no olvides que sería fantástico que la historia de tu vida y la de tu familia puedan ser preservadas entre los tuyos, pero lo más maravilloso es envejecer con dignidad, calidad de vida y una memoria intacta.

Un adulto mayor comprendido y cuidado es un adulto feliz.

Referencias

- Arango López, C. (2014). *Manual diagnóstico y estadístico de los trastornos mentales: DSM-5*. Editorial Médica Panamericana.
- Austria Reyes, A., Santander Hernández, M.-S. & Cano Estrada, L. N. B. (2021). Level of cognitive impairment of older adults in the community of Tlahuelilpan, Hidalgo, Mexico. *Rev Enferm Neurol*, 20(1), 45-48. <http://www.revenferneurolenlinea.org.mx>
- Harman, D. (1956). Aging: A theory based on free radical and radiation chemistry. *J Gerontol*, 11(3), 298-300. <https://doi.org/10.1093/geronj/11.3.298>
- Jongsiriyanong, S. & Limpawattana, P. (2018). Mild Cognitive Impairment in Clinical Practice: A Review Article. *American Journal of Alzheimer's Disease and other Dementias*, 33(8), 500-507. <https://doi.org/10.1177/1533317518791401>
- Li, W., Wang, Q., Du, S., Pu, Y. & Xu, G. (2020). Acupuncture for mild cognitive impairment in elderly people Systematic review and meta-analyses. *Medicine*, 99(39). <https://doi.org/10.1097/MD.00000000000022365>





Las hojas fósiles que cuentan el clima perdido de Tlaxcala

Carlos Castañeda Posadas y
Francisco Uriel Belloso Gámez

¿Puede una hoja fósil decirnos cómo era el clima?

¿Puede una hoja fósil revelar cómo era el clima hace millones de años? Aunque parezca sorprendente, la forma y estructura de las hojas conservadas en rocas contienen información clave sobre la temperatura, la humedad y las condiciones ambientales del pasado.

A lo largo de millones de años, el clima de la Tierra ha cambiado de forma recurrente, alternando periodos cálidos y fríos que transformaron los paisajes y condicionaron la evolución de los seres vivos.

A medida que nos remontamos en el tiempo, la evidencia directa sobre variables como la temperatura, la precipitación o la estacionalidad se vuelve cada vez más limitada. Ante este reto, la *paleoclimatología* se encarga de reconstruir climas antiguos a partir de las señales preservadas en rocas, sedimentos y restos biológicos.

Dado que no existen mediciones instrumentales del pasado geológico, esta disciplina se apoya en *proxies*, es decir, indicadores indirectos que conservan información ambiental del momento en que se formaron. Entre ellos se encuentran firmas químicas, estructuras sedimentarias y rasgos biológicos fosilizados. En conjunto, estos indicadores permiten aproximarse a las condiciones climáticas del pasado y comprender la dinámica ambiental de la Tierra a lo largo del tiempo geológico.

Entre todas estas evidencias, las hojas fósiles ocupan un lugar destacado.

Aunque suelen parecer elementos simples, cada hoja constituye un registro directo del ambiente en el que se desarrolló.

Debido a su papel en la fotosíntesis, la transpiración y el intercambio gaseoso, las hojas mantienen una relación estrecha con el clima. Por ello, su forma, tamaño y estructura responden a aspectos como la temperatura, la humedad y la disponibilidad de agua, dejando huellas que pueden preservarse durante millones de años.

En este contexto, el objetivo de este trabajo es explicar cómo las hojas fósiles permiten reconstruir las condiciones climáticas del pasado, tomando como ejemplo la localidad de San Esteban Tizatlán, en Tlaxcala, durante el Mioceno medio.

La arquitectura foliar de las plantas

El estudio de la *arquitectura foliar* analiza la diversidad de formas que presentan las hojas y su relación con el ambiente donde se desarrollan. Este concepto, propuesto por Hickey (1973), se refiere a características visibles como la forma general de la hoja, los patrones de venación y los tipos de margen. Las hojas presentan una amplia variedad morfológica que refleja adaptaciones a condiciones ambientales específicas. Elementos como el pecíolo—que conecta la hoja con el tallo—y la lámina foliar—que incluye el haz, el envés, los márgenes y las nervaduras—

cumplen funciones esenciales en la captación de luz, el intercambio gaseoso y la regulación del agua (Figura 1).

La variación en estos rasgos no es aleatoria, sino que responde a presiones ambientales.

Por ejemplo, los márgenes dentados suelen asociarse con climas más fríos, mientras que los márgenes enteros predominan en ambientes cálidos y húmedos.

De manera similar, el tamaño de la hoja se relaciona con la disponibilidad de agua, siendo mayor en condiciones húmedas y menor en ambientes más secos. Así, las hojas reflejan su entorno actual, y también pueden utilizarse para reconstruir climas del pasado.

Reconstrucción paleoclimática

Las hojas fósiles constituyen uno de los registros más útiles para reconstruir climas del pasado, por su abundancia en el registro geológico, y porque conservan características morfológicas estrechamente vinculadas con el ambiente en el que se desarrollaron.

A diferencia de otros restos vegetales, las hojas registran de manera directa la interacción entre la planta y variables climáticas como la temperatura, la humedad y la disponibilidad de agua.

En los depósitos sedimentarios, las hojas suelen preservarse como impresiones o compresiones, lo que permite observar con detalle rasgos como la forma del limbo, el tipo de margen, la arquitectura de las nervaduras y el tamaño foliar. Estos atributos no son arbitrarios: responden a presiones ambientales específicas y reflejan estrategias adaptativas de las plantas frente a su entorno. Por esta razón, a través de su análisis se infiere la composición de la vegetación y las condiciones climáticas dominantes.

Al comparar plantas actuales con sus condiciones climáticas, los científicos han encontrado patrones claros: hojas grandes suelen crecer en ambientes húmedos, mientras que hojas pequeñas predominan en zonas más secas. De igual manera, los márgenes dentados se asocian frecuentemente con climas fríos, mientras que los márgenes enteros predominan en regiones cálidas. Estas relaciones permiten usar las hojas como indicadores del clima del pasado.

Una de las ventajas de este enfoque es que no siempre es necesario identificar las hojas a nivel taxonómico para obtener información climática confiable. En muchos casos, basta con analizar su morfología general para reconocer patrones asociados a determinadas condiciones ambientales, lo cual es especialmente útil en conjuntos fósiles donde la preservación o la fragmentación dificultan la identificación precisa.



Figura 1. Esquema de las principales partes morfológicas de la hoja que se toman en cuenta para un estudio paleoclimático. Elaboración propia.

A partir de estas relaciones se han desarrollado distintos métodos para estimar parámetros climáticos.

Algunos se enfocan en características específicas, como el tipo de margen foliar, mientras que otros integran múltiples rasgos en análisis multivariados que llevan a estimaciones más completas.

Estos métodos han sido aplicados en numerosas regiones del mundo y han demostrado su capacidad para generar reconstrucciones cuantitativas de variables como la temperatura media anual y la precipitación.

Entre los enfoques más utilizados destacan el análisis del margen foliar (*Leaf Margin Analysis, LMA*) y el método CLAMP (*Climate Leaf Analysis Multivariate Program*). El LMA se basa en la proporción de hojas con márgenes dentados frente a aquellas con márgenes enteros dentro de un conjunto fósil, aprovechando la relación entre este rasgo y la temperatura. Por su parte, CLAMP considera múltiples características morfológicas —como el tamaño de la hoja, la forma, el tipo de base y ápice, y la relación largo-ancho— para estimar diferentes variables climáticas mediante técnicas estadísticas.

En conjunto, estos enfoques permiten transformar la morfología de las hojas fósiles en información climática cuantificable. Gracias a ello, es posible reconstruir con un alto grado de detalle las condiciones ambientales del pasado y comprender cómo los ecosistemas respondieron a los cambios climáticos a lo largo del tiempo geológico.

¿Cómo se aplica este enfoque?

Para reconstruir el clima del pasado a partir de hojas fósiles es fundamental contar con un conjunto suficientemente representativo de ejemplares bien preservados. En general, se requiere un número mínimo de morfotipos —formas distintas de hojas— para realizar análisis estadísticos confiables.

En este estudio, se utilizó como caso de análisis la localidad de San Esteban Tizatlán, en Tlaxcala, donde el registro fósil ofrece una diversidad adecuada para este tipo de aproximaciones.

El primer paso consiste en describir las hojas fósiles, identificando características como su forma, el tipo de margen, la base, el ápice y los patrones de venación. A partir de estas similitudes, las hojas se agrupan en distintos tipos morfológicos, lo que permite reconocer la diversidad vegetal presente en el conjunto fósil. Posteriormente, se analizan múltiples características de las hojas de manera conjunta.

Esta información se compara con bases de datos de vegetación moderna, en las que se conocen las condiciones climáticas actuales. Con ello, es posible estimar variables como la temperatura media, la precipitación y la estacionalidad. Así, las características visibles de las hojas fósiles se transforman en información cuantitativa sobre el clima del pasado, que lleva a reconstrucciones cada vez más precisas de los antiguos ambientes.



San Esteban Tizatlán: un registro del Mioceno

La localidad fosilífera de San Esteban Tizatlán, en Tlaxcala, constituye un sitio clave para comprender la historia ambiental del centro de México durante el Mioceno medio. Los sedimentos del sitio muestran una alternancia de arenas, limos, arcillas y paleosuelos, posteriormente cubiertos por materiales volcánicos, lo que refleja una historia ambiental compleja (Figura 2).

En estos estratos se han preservado hojas fósiles, peces y vertebrados terrestres, distribuidos a lo largo de una secuencia de más de 12 metros de espesor.

Este registro permite reconstruir episodios sucesivos de inundación, actividad volcánica y estabilidad lacustre.

Mientras que, los estudios paleobotánicos han revelado una flora diversa, con elementos tropicales y subtropicales —como *Guarea*, *Lonchocarpus* y *Petiveria*— junto con componentes templados como *Quercus* y *Chamaecrista*. Esta combinación sugiere que la región funcionó como un corredor ecológico donde convergían distintas comunidades vegetales.

¿Cómo era el clima durante el Mioceno?

El análisis de las hojas fósiles indica que durante el Mioceno medio esta región presentaba un clima cálido y húmedo. La predominancia de hojas con márgenes enteros, junto con formas elípticas y ovadas, es consistente con ambientes sin estaciones frías marcadas y con alta disponibilidad de agua.

Las estimaciones sugieren temperaturas cercanas a los 21 °C y precipitaciones abundantes a lo largo del año, lo que corresponde a un régimen templado húmedo.

Este escenario es compatible con la presencia de bosques densos, probablemente de tipo mesófilo, con una estructura compleja y alta diversidad vegetal (Figura 3).

La evidencia sedimentaria también apunta a un sistema lacustre-fluvial, donde el material vegetal era transportado y depositado en ambientes de baja energía, favoreciendo su preservación. La presencia de hojas completas y fragmentadas sugiere tanto aporte local como transporte desde zonas cercanas. En conjunto, estos datos permiten reconstruir un ambiente estable, húmedo y con condiciones favorables para el desarrollo de ecosistemas altamente diversos. Conjuntamente, la información morfológica, climática y sedimentaria apunta a un ambiente estable y húmedo, con alta diversidad vegetal.

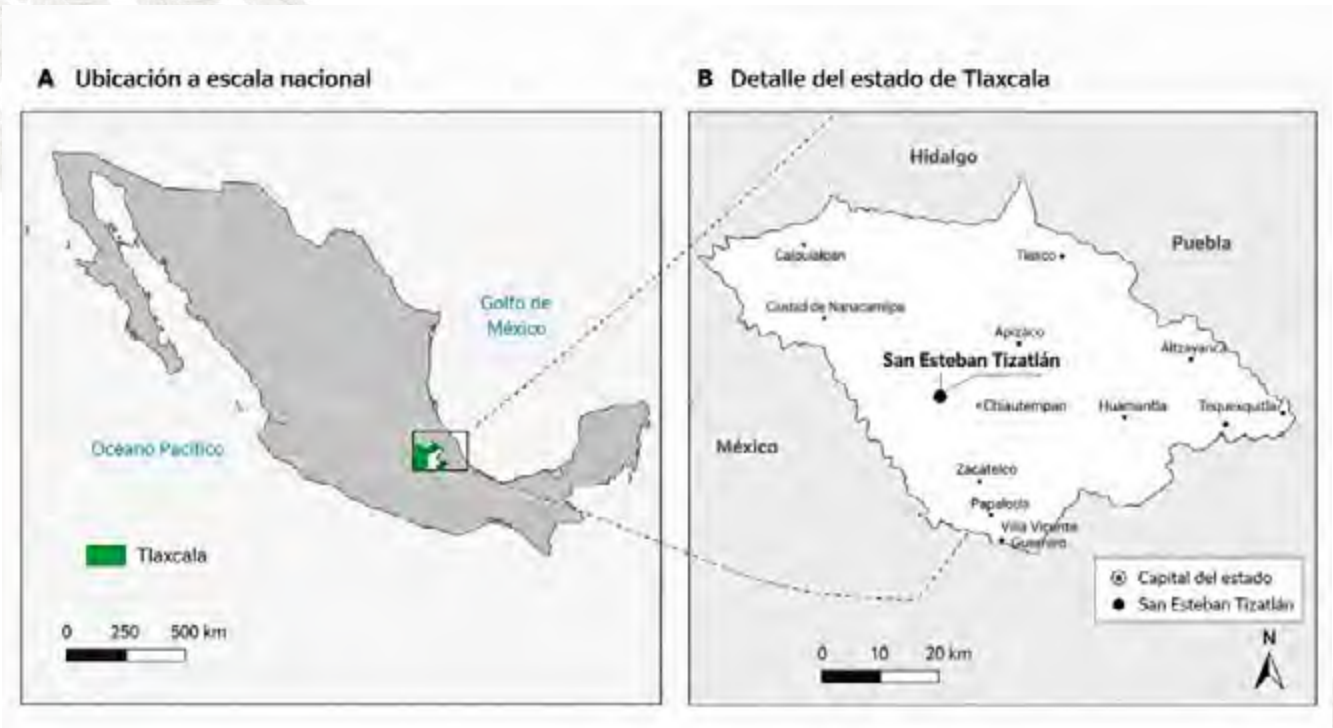


Figura 2. Ubicación geográfica de la localidad de San Esteban Tizatlán, en Tlaxcala, México. (A) Posición del estado de Tlaxcala a escala nacional. (B) Detalle del estado mostrando la ubicación del sitio de estudio.

Conclusiones

Las evidencias obtenidas a partir de las hojas fósiles de San Esteban Tizatlán muestran que, durante el Mioceno medio, el centro de México estuvo caracterizado por un clima cálido y húmedo, con precipitaciones abundantes y sin una estacionalidad marcada. Estas condiciones favorecieron el desarrollo de bosques densos con una composición florística mixta, en la que coexistían elementos tropicales y templados. De esta manera, se demuestra que el análisis de hojas fósiles constituye una herramienta confiable para reconstruir el clima del pasado, tal como se observa en el caso de San Esteban Tizatlán durante el Mioceno medio.

Este escenario también sugiere que la región funcionó como una zona de transición ecológica, reflejando una alta complejidad ambiental y una dinámica vegetal similar a la de algunos ecosistemas actuales. Comprender cómo respondieron los ecosistemas del pasado ante cambios climáticos permite reconstruir la historia ambiental de regiones como Tlaxcala y aporta claves para entender los cambios actuales.

En este sentido, las hojas fósiles se convierten en una herramienta fundamental para interpretar el presente a partir del pasado

Agradecimientos: los autores agradecen a la Vicerrectoría de Investigación y Postgrado VIEP-BUAP, por el apoyo para el desarrollo de sus investigaciones.

Lecturas recomendadas

- Castañeda Posadas, C., Pérez Lara, D. K. & Cruz, A. (2022). *El registro paleontológico del estado de Tlaxcala*. Editorial BUAP. http://repositorio.buap.mx/rdgp/public/inf_public/2023/1/Registro_Paleontologico_Tlaxcala.pdf
- CLAMP Online. (2016). *Climate Leaf Analysis Multivariate Program*. http://clamp.ibcas.ac.cn/clamp_home.html
- Guerin, G. R., Wang, H. X. & Lowe, A. J. (2012). Leaf morphology shift linked to climate change. *Biology Letters*, 8(5), 882-886. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2012.0458>
- Hickey, L. J. (1973). Classification of the architecture of dicotyledonous leaves. *American Journal of Botany*, 60(1), 17-33. <https://doi.org/10.2307/2441319>
- Yang, J., Spicer, R. A., Spicer, T. E. V. & Li, C. (2011). "CLAMP Online": A new web-based palaeoclimate tool and its application to the terrestrial Paleogene and Neogene of North America. *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments*, 91(3), 163-183.



Figura 3. Reconstrucción del paisaje de Tlaxcala durante el Mioceno, dominado por un bosque denso y húmedo asociado a un sistema lacustre.



Desprendimiento de bloques de hielo en glaciares marino- terminales: *Ice Calving*

Víctor Hugo Soto Molina

Día Mundial de los Glaciares

A finales del 2022 la Asamblea General de las Naciones Unidas decretó al año 2025 como el “Año Internacional de la Conservación de los Glaciares” (International Year of Glaciers’ Preservation), proclamando los días 21 de marzo como el “Día Mundial de los Glaciares”. Desde entonces, la UNESCO y la Organización Meteorológica Mundial han coordinado acciones con la intención de sensibilizar a todos los sectores de la sociedad y los gobiernos sobre el papel vital que representa la *criósfera* (glaciares, nieve, hielo marino y permafrost) como agente regulador del clima planetario y fuente hídrica. Entre las principales metas se contempla el mejoramiento en el monitoreo y la actualización de datos sobre el estado actual de los glaciares, el desarrollo de sistemas de alerta temprana ante los peligros que representa el desequilibrio glaciar,

así como promover la participación social en favor de la conservación de la criósfera, entre otras más.

Para el caso de América Latina, incluyendo México, el Grupo de Trabajo de Nieves y Hielos (GTNH), creado en 2003 por iniciativa del Programa Hidrológico Intergubernamental de la UNESCO (PHI-LAC), se dio a la tarea de preparar distintos programas de trabajo durante el 2025, lo cual se repitió para marzo del 2026. Uno de los objetivos centrales ha sido llevar el conocimiento del estado actual de la cobertura

glaciar de la región a los tres niveles de gobierno, al sector escolar y a la ciudadanía en general, en un lenguaje alejado de tecnicismos que permitiera su entendimiento y una mayor posibilidad de sensibilización. Sin embargo, resultó medular que al mismo tiempo se comunicara un mensaje claro y objetivo, sin caer en el sensacionalismo.

En este contexto, este trabajo tiene como propósito abordar y clarificar una situación que con gran frecuencia es difundida en todos los medios de comunicación, la cual relacionan con las consecuencias del cambio climático y su impacto en el retroceso de los glaciares. Dicha situación, más que abonar al conocimiento básico y general sobre el retroceso glaciar, ocasiona confusión al pretender forzar una sensibilización basada en el mal entendimiento de un proceso demasiado común en la dinámica de los glaciares, especialmente en aquellos próximos a los polos que desembocan en aguas oceánicas.

Nos referimos a los cientos de imágenes y videos difundidos en todos los medios, en los que se observa la fragmentación y desprendimiento de hielo en glaciares que desembocan en cuerpos de agua, proceso que erróneamente asocian con el cambio climático y/o con el calentamiento global; ya que un evento de *ice calving* no prueba evidencias de lo anterior, puesto que para eso se requiere un análisis de los factores ambientales como temperatura del aire y del mar, de precipitación, entre otros.

Características de un glaciar

Es más frecuente observar en medios de comunicación las distintas consecuencias del cambio climático, afectando, en mayor o menor medida, a todos los ecosistemas terrestres.

Es sabido que a escala mundial los glaciares funcionan como un claro indicador de cambio climático,

ya que comúnmente los cambios en su superficie y en su espesor dan muestra de los efectos que ocasiona el aumento global de la temperatura del aire, así como la variación en el régimen de precipitación.

En la actualidad, 15 millones de km² de superficie terrestre se encuentra cubierta por glaciares, de la cual, la gran mayoría se localiza en regiones circumpolares. Sin embargo, el Servicio de Monitoreo Mundial de Glaciares (WGMS por sus siglas en inglés), señala una tasa de pérdida de hielo glaciario equivalente a 335 mil millones de toneladas anuales entre 2006 y 2016 (WGMS, 2023), lo cual expresa el continuo retroceso a partir del Último Máximo Glaciar (hace aproximadamente 20 mil años), cuando el área ocupada por glaciares, tanto polares como alpinos, cubrió alrededor del 25% de la superficie terrestre.

Además de su extensión, la principal diferencia entre los glaciares circumpolares (principalmente aquellos de la Antártida y Groenlandia) y los de alta montaña radica en la temperatura de su entorno. Debido a una menor incidencia de energía solar en la superficie, por consecuencia de la latitud a la que se ubican, a los glaciares circumpolares se les conoce como glaciares “fríos” por poseer un régimen térmico menor a -10°C en promedio; por su parte, aquellos localizados en sistemas montañosos (en su mayoría ubicados en la cordillera de los Andes) son llamados glaciares “cálidos” o “templados” por contar con una temperatura interna media cercana al punto de fusión del hielo (0°C).

Cabe señalar que es justo por la temperatura de su entorno que los glaciares de montaña son mucho más vulnerables ante las anomalías de temperatura de décadas recientes. Una diferencia importante es que mientras los glaciares circumpolares rondan en centenas de metros de espesor, los de sistemas de montaña son del orden de algunas decenas de metros en promedio.

Los glaciares “fríos” o “cálidos”, ambos poseen un origen y un mecanismo de equilibrio relativamente similar, ya que las condiciones de estabilidad dependen de la igualdad entre la ganancia y pérdida del volumen de hielo.

En términos simples, la permanencia de un glaciar a través del tiempo se basa en que la cantidad de nieve depositada en su zona de acumulación sea igual al volumen de fusión que generalmente ocurre en la zona de ablación.

Cuando la acumulación es mayor al volumen de pérdida ocurre un avance de extensión; por el contrario, si existe un déficit de acumulación con respecto al volumen de pérdida, ocurrirá un retroceso evidente. Esto es lo que en el ámbito de la *glaciología* se le conoce como balance de masa positivo o negativo, respectivamente.

Zonas de ablación: una mirada a la dinámica de pérdida de masa

Se ha señalado que el mecanismo de ganancia y pérdida de masa es un tanto semejante en todos los glaciares. Cuando las condiciones del terreno permiten que la precipitación sólida, comúnmente de tipo nivosa, se acumule a través del tiempo, esta se irá compactando por el peso tras las nuevas nevadas, convirtiéndose en capas estacionales de acumulación. La Figura 1 muestra en detalle un corte vertical de nieve acumulada, en la que se aprecian diferentes capas.

Debido a la presión por el peso y al recongelamiento, las capas previas de nieve se irán transformando de cristales a nieve granular (conocida como *neviza*), y se convertirán en hielo sólido. Por cuestiones de presión y de humedad interna, el hielo en grandes volúmenes, como el de un glaciar, se comporta como un fluido semi plástico (Cuffey & Paterson, 2010). Con el pasar del tiempo (decenas o cientos de años), el excedente de hielo de la zona donde se acumuló la nieve que le dio origen (zona de acumulación) habrá de fluir por gravedad hacia zonas más bajas, obedeciendo las características del relieve, canalizándose por valles y depresiones hasta llegar al punto en el que el hielo de estas lenguas de glaciar se funda al alcanzar temperaturas superiores a 0°C; es aquí donde se localiza el frente glaciar, el cual variará de acuerdo con las fluctuaciones que experimente la temperatura media anual del aire en el lugar.

En los glaciares de sistemas montañosos, la zona de ablación corresponde a la parte más baja y somera del glaciar, más cerca del límite inferior, donde el grosor del hielo suele poseer decenas de centímetros o algunos metros en el mejor de los casos; es por las razones anteriores que el frente glaciar es la zona vulnerable de todo el cuerpo de hielo. Por encontrarse ante temperaturas positivas al menos durante el verano, el hielo en la zona baja de ablación se funde, reduciendo su volumen.

Cuando se trata de un glaciar en equilibrio, esta pérdida veraniega es compensada por el flujo que repta desde la región de captación durante la acumulación invernal;

en caso contrario, el glaciar comienza a retroceder en espesor y extensión (Soto, 2024).

Adicional al efecto de la temperatura, otro efecto característico de los glaciares de montañas de baja latitud, es que la alta tasa de energía solar que llega a la superficie ocasiona que el hielo y la nieve sufran de sublimación (es decir, la pérdida por evaporación del agua bajo congelamiento), lo cual se suma al volumen de pérdida por fusión. Es justo la suma del factor térmico y de la sublimación lo que determina que los glaciares de montañas tropicales experimenten un retroceso más evidente en comparación con los glaciares circumpolares, ocasionando que cada vez exista un mayor número de glaciares de montaña en franco retroceso o incluso hayan quedado extintos.

La velocidad de flujo de hielo entre la zona de acumulación hacia la región de pérdida depende de distintos factores; la temperatura interna del hielo, su espesor, la cantidad de agua líquida en su interior, y las características del terreno por donde se desplaza, entre otros, determinan las propiedades de viscosidad del hielo y a su vez, de la velocidad de flujo. En condiciones generales, la velocidad de flujo de los glaciares de montaña oscila en el orden de decenas a cientos de metros por año; por su parte, existen glaciares circumpolares que alcanzan velocidades de 3 km anuales y hasta más de 8 km cada año.

La combinación de distintos factores climatológicos y geomorfológicos, así como la consecuente velocidad de flujo es lo que determina la dinámica particular de cada glaciar, lo que los vuelve únicos, inclusive con respecto a glaciares vecinos. La Figura 2 muestra las generalidades entre la zona de acumulación y de ablación de un glaciar promedio.

La malinterpretación de la dinámica de ablación

Debido a que la mayor extensión de hielo glaciar se localiza en las inmediaciones de los polos terrestres, y que el hielo en enormes volúmenes adquiere un comportamiento viscoso como respuesta a las grandes presiones ejercidas en su interior, los glaciares circumpolares experimentan las mayores velocidades de flujo.



Figura 1. Capas de nieve estacional.

Por cuestiones de gravedad, el hielo fluye hacia las zonas más bajas del terreno, muchas de las veces alcanzando las aguas marinas (de aquí el nombre de marino-terminales),

donde culmina la máxima extensión del glaciar. Un ejemplo de glaciar marino-terminal es el “Pata de elefante”, al noreste de Groenlandia; un glaciar estéticamente simétrico en su parte terminal (zona de ablación o pérdida).

La dinámica de ablación en un glaciar marino-terminal suele caracterizarse por un proceso dramático de pérdida de masa, el cual consiste en la ruptura y desprendimiento de grandes bloques de hielo que se vierten de forma violenta al mar. Este proceso, conocido como *ice calving*, se ha asociado a los efectos del cambio climático; sin embargo, esto está muy lejos de ser verdad. Aunque el *calving* es parte normal de la dinámica, un video aislado no demuestra por sí mismo un cambio climático; para su atribución se requieren mediciones durante un tiempo considerable. No obstante, el aumento de la temperatura, bajo ciertas circunstancias, sí intensifica esta dinámica en algunos glaciares.

Para brindar una idea visual de cómo ocurre la pérdida de hielo en este tipo de glaciares, se muestra una secuencia de imágenes del Glaciar Perito Moreno, en la Patagonia Argentina; uno de los glaciares más dinámicos del planeta (Figuras 3 a-c); así como en el Glaciar Qooqqup, en Groenlandia (Figura 4 a-c).

La constante fractura y desprendimiento dramático de grandes bloques de hielo glaciario hacia las aguas marinas es un mecanismo bastante común en las costas de Groenlandia y la Antártida; existen además otras regiones menores con glaciares de semejante dinamismo; entre ellas la Patagonia, Alaska, Svalbard, y Terranova. Dependiendo del volumen y de la velocidad de flujo del hielo, diariamente ocurren decenas o cientos de desprendimientos de bloques de distintas dimensiones.

Muchos de estos bloques de hielo desprendido pueden ser trasladados por las corrientes marinas, convirtiéndose en témpanos o icebergs,

los cuales pueden tener una duración de algunos meses o hasta algunos años en función de su volumen y de la región oceánica a la que alcancen a llegar, especialmente por la temperatura del agua donde flotan. Una idea sobre la cantidad de hielo que es vertido al mar, producto del proceso de *ice calving*, es aportada por Rignot *et al.*, (2013) y Depoorter *et al.*, (2013), quienes señalan que solo en el Océano Antártico se desprenden anualmente entre 1265 y 1500 Gigatoneladas (Gt) de hielo (1 GT= mil millones de toneladas) provenientes del casquete polar.

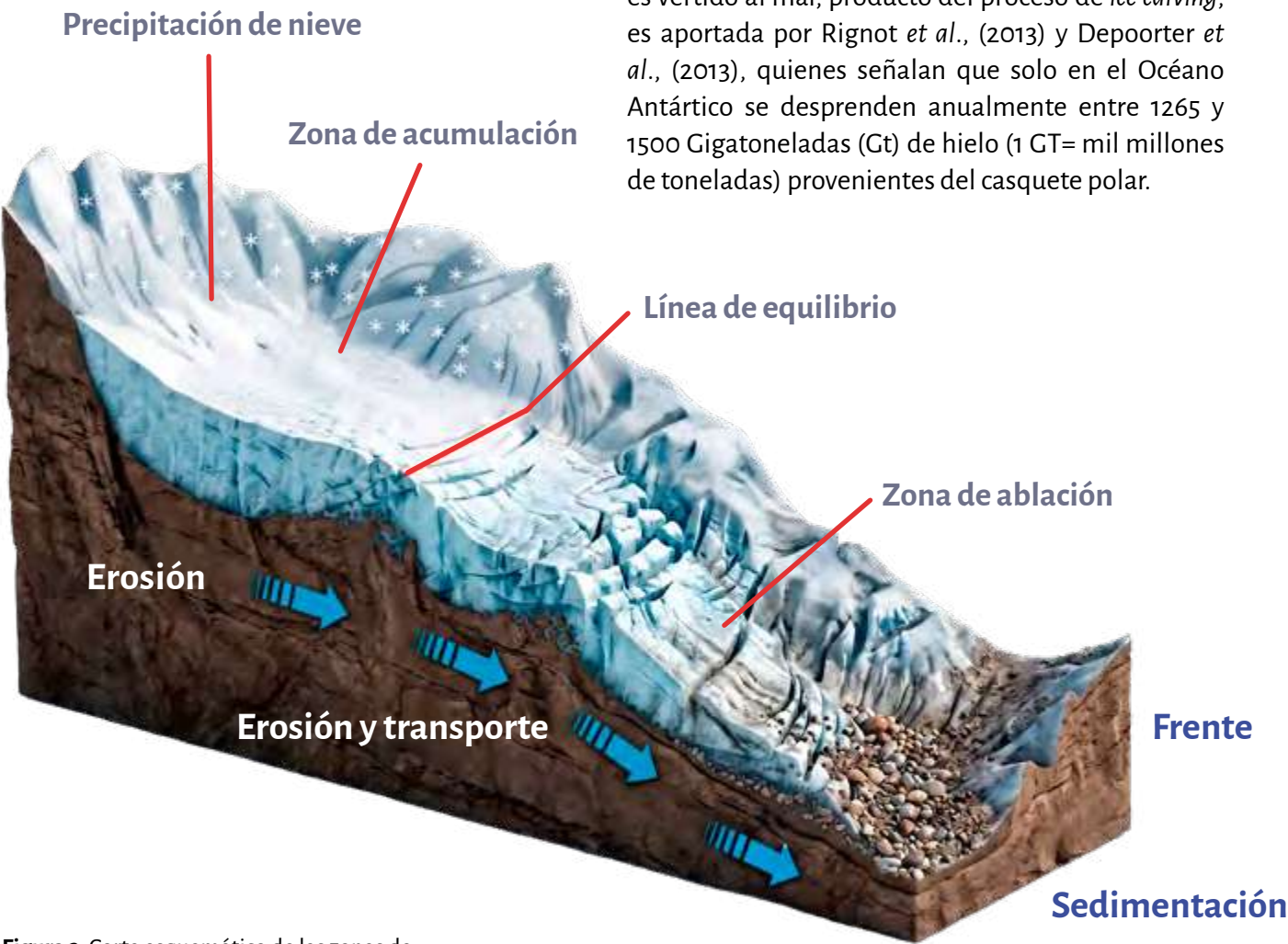


Figura 2. Corte esquemático de las zonas de acumulación y ablación de un glaciar. Fuente: Universo, Sistema de noticias de la UV.

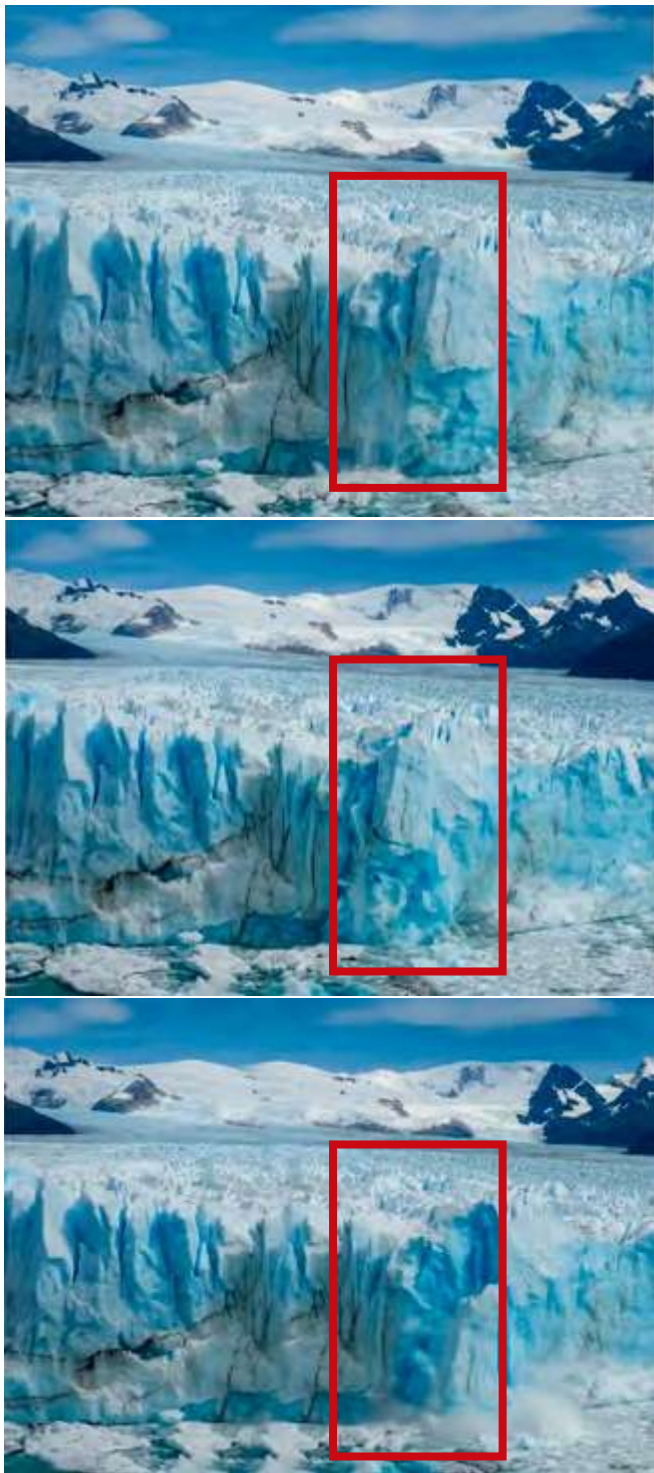


Figura 3. Ice calving en el glaciar Perito Moreno, Argentina, durante el 2022.

Mecanismo de ice calving

La característica principal de un glaciar está dada por su dinámica de flujo de hielo; la existencia de esta dinámica es la que le otorga el nombre de *glaciar*; si esta no existe, entonces solo se trataría de remanentes estáticos de hielo de origen glaciar.

Existen distintos factores físicos, los que gobiernan el volumen y la velocidad de reptación del hielo desde la región de acumulación hacia la zona de ablación:

espesor del glaciar, temperatura interna, cantidad de agua líquida en el interior, pendiente y rugosidad del terreno, contenido de humedad entre el hielo y el suelo, entre otros.

La combinación de estos factores determina la existencia de una velocidad de flujo variable, tanto de manera horizontal como vertical del hielo; la consecuencia de este flujo diferencial da origen a la compresión de masa, así como a la formación y propagación de grietas en respuesta al estrés mecánico (es decir, una ruptura ocasionada por fuerzas internas); específicamente por la variación en la tensión de tracción (en otras palabras, por la compactación y estiramiento del hielo). Estas fracturas van dividiendo el glaciar en bloques cuyo número dependerá del incremento en la cantidad de grietas, de su extensión y profundidad a través del flujo reptante del hielo. Una vez que estos bloques alcanzan la parte terminal del glaciar, son empujados por la masa de hielo que fluye detrás, dejando que la gravedad termine por dar pie al desprendimiento individual de esos bloques que son vertidos hacia el mar o inclusive en lagos.

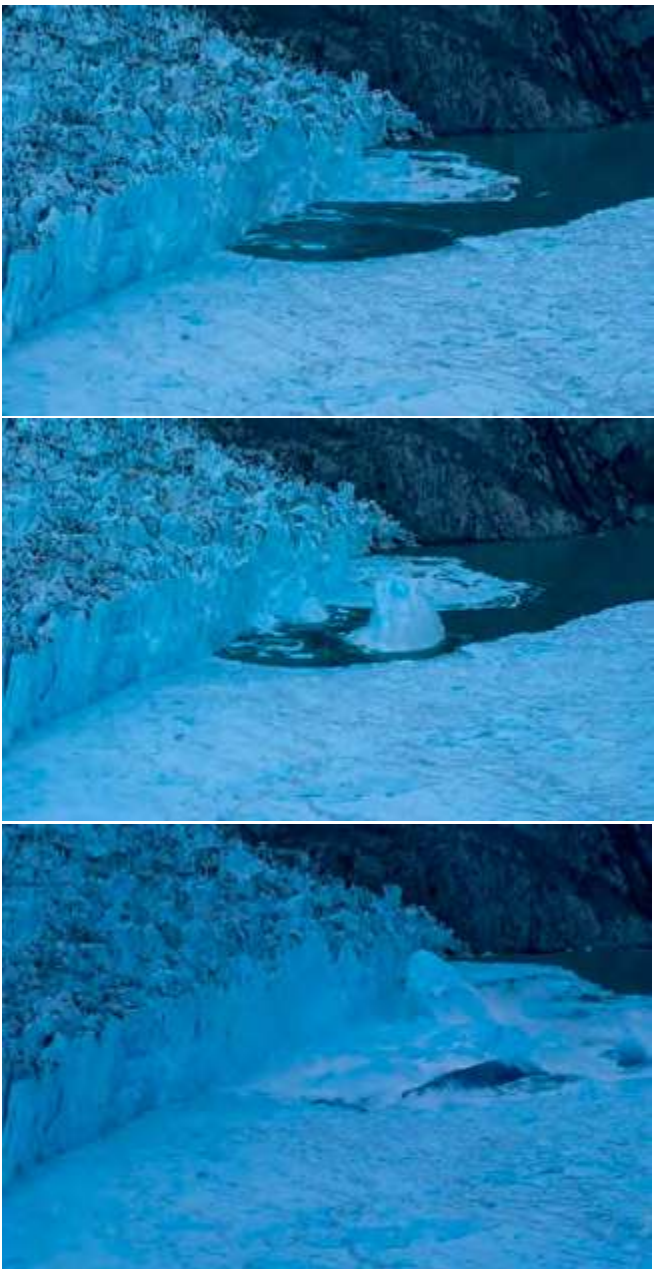


Figura 4. Ice calving en el glaciar Qooqqup, Groenlandia durante el 2024.

El relieve sobre el que se desplaza el hielo es un factor medular para la parte media y baja del glaciar. Para el caso de glaciares marino-terminales, mientras que en la parte media (debajo de la zona de acumulación), el basamento ocasiona cierto grado de fricción, regulando la velocidad del flujo, una vez que el hielo alcanza la zona terminal del glaciar esta situación cambia.

Las primeras decenas o cientos de metros de hielo terminal descansan sobre un lecho lubricado por el agua lacustre u oceánica, situación que provoca un aceleramiento brusco del flujo que promueve la propagación vertical de las fracturas, facilitando la ruptura y el desprendimiento de los bloques. De manera general, la mecánica de *ice calving* puede observarse en la Figura 5, en la que se diferencian las zonas de compresión y liberación de la tensión del hielo.

Adicionalmente al proceso representado por la Figura 5, la presión hidrostática marina o lacustre genera erosión y fusión por fricción en el frente del glaciar, lo cual puede sumarse a la propagación vertical de las fracturas previas, ocasionando un corte horizontal en el bloque y acelerando así su desprendimiento. Este mecanismo puede observarse en la Figura 6. Al inicio (Figura 6a), el efecto de erosión horizontal del agua se suma a la propagación vertical de la grieta; posteriormente (Figura 6b), la tensión al fondo de la grieta es superada por la acción de gravedad que ocasiona la caída del bloque.

Conclusión

Ice calving es un proceso mecánico que ocurre como respuesta al flujo de hielo en un glaciar que desemboca en cuerpos de agua. El común desprendimiento y caída de bloques de hielo hacia mares o lagos enfatiza que todo el cuerpo de hielo del que se desprenden corresponde a un glaciar activo: un glaciar con dinámica de acumulación, flujo y ablación.

Este proceso, totalmente normal en glaciares marino-terminales, no debe confundirse con la dinámica de retroceso y extinción que ocurre en todos los cuerpos de hielo como consecuencia de las anomalías climatológicas de recientes décadas.

Mucho menos debe utilizarse para forzar una sensibilización sobre los impactos que la variación del clima ejerce sobre la criósfera y otros ecosistemas.

Por otra parte, es innegable la extinción glaciar que se ha documentado a nivel planetario, resultado del cambio climático natural del planeta, y su forzamiento causado por el calentamiento global a partir del consumo de combustibles fósiles. Ante tal escenario, los glaciares retroceden y se extinguen por la reducción de su superficie y por el adelgazamiento de su espesor. Por ello, resulta en la fusión del hielo para convertirse en agua líquida, y no se manifiesta estrictamente en el desprendimiento de bloques sólidos de hielo.



Figura 5. Generalidades sobre la génesis de ice calving.

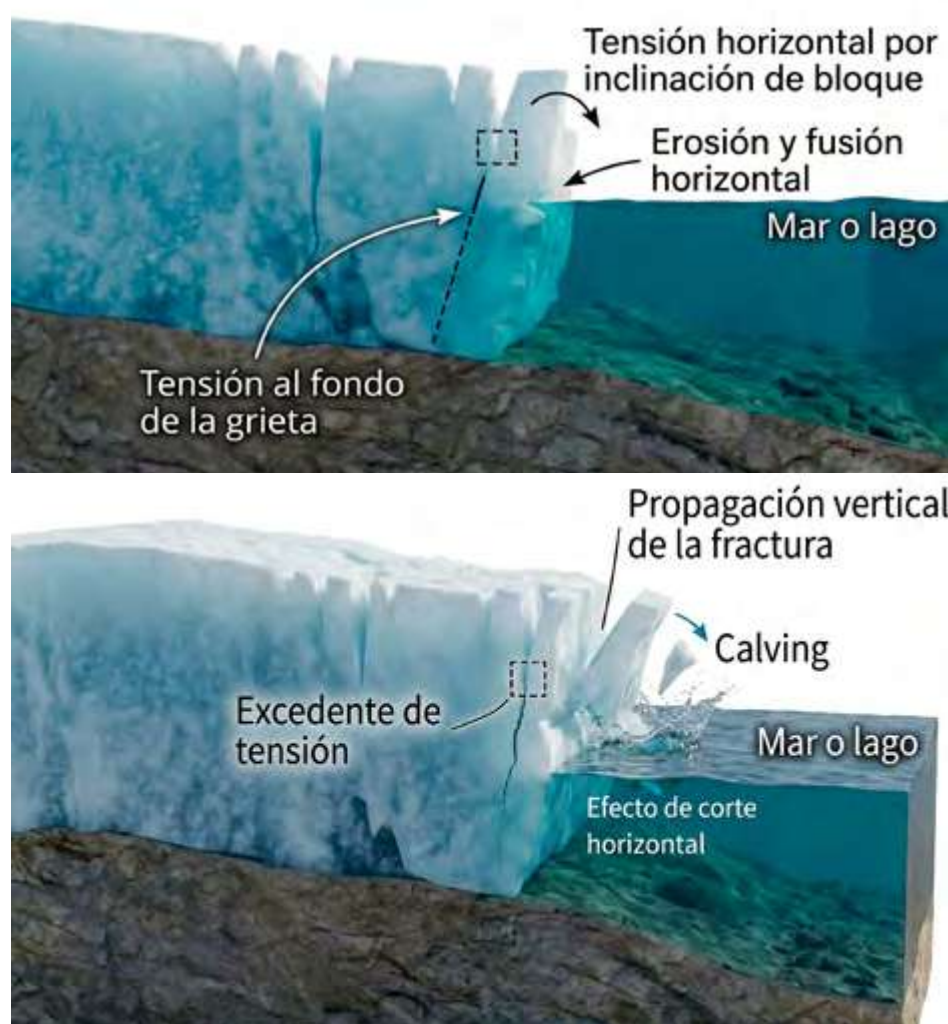


Figura 6. Secuencia del efecto de corte horizontal por erosión del agua.

Si el cambio climático observado en la actualidad repercute en mayor o menor medida en todos los componentes de la criósfera, resulta lógico pensar que los glaciares marino-terminales se han visto afectados. Es posible que el incremento de la temperatura media del aire en torno a estos glaciares favorezca la fusión del hielo superficial, provocando la aparición de áreas con agua líquida por encima del cuerpo de hielo, entre otras manifestaciones. Al mismo tiempo, una temperatura en ascenso determina que el frente glaciar retroceda hacia nuevos límites donde la temperatura alcanza su nivel de equilibrio, es decir 0°C.

Las anomalías del clima, particularmente aquellas representadas por valores de temperatura cada vez mayores, y por la reducción del régimen de precipitación, ocasionan menor acumulación de nieve; y, por lo tanto, podrían disminuir en algunos casos el volumen de flujo de hielo hacia la zona de ablación. Al final, esto habría de determinar que el proceso de *ice calving* en un glaciar dado se vea reducido también con el tiempo.

Así, es necesario evitar propagar una mala sensibilización con respecto al impacto del cambio climático sobre los ecosistemas del planeta, basado, erróneamente, en un proceso totalmente natural de un glaciar “vivo”.

Referencias

- Cuffey, K. M. & Paterson, W. S. B. (2010). *The physics of glaciers*. Academic Press.
- Depoorter, M. A., Bamber, J. L., Griggs J. A., Lenaerts, J. T. M., Ligtenberg, S. R. M., Van den Broke, M. R. & Moholdt, G. (2013). Calving fluxes and basal melt rates of Antarctic ice shelves. *Nature*, 502(7469), 89-92.
- Rignot, E., Jacobs, S., Mouginot, J. & Scheuchl, B. (2013). Ice-shelf melting around Antarctica, *Science*, 341(6143), 266-270
- Soto, V. (2024). La imposibilidad de pronosticar la extinción de un glaciar de montaña. *Investigaciones geográficas*, 114. <https://doi.org/10.14350/rig.60921>
- WGMS (2023). Global Glacier Change Bulletin No. 5 (2020-2021). M. Zemp, I. Gärtner Roer, S.U. Nussbaumer, E. Z. Welty, I. Dussaillant & J. Bannwart (eds.), *ISC(WDS)/IUGG(IACS)/UNEP/UNESCO/ WMO, World Glacier Monitoring Service, Zurich, Switzerland*. Doi:10.5904/wgms-fog-2023-09.



Paisaje ritual y conocimientos indígenas de la Huasteca

Yuyultzin Pérez Apango

A Johanna Broda, sabia precursora de los paisajes rituales

Cuando era niña me causaba mucha curiosidad ver los cerros que rodeaban mi pueblo (Sierra de Otontepec), siempre imaginaba qué cosas habría: ¿loros? ¿monos arañas? ¿víboras? ¿tigres? Siempre que lo pensaba me daban ganas de conocer y a la vez, me daba un poco de miedo por los enigmas que esos cerros resguardan. Bueno, en ese tiempo no lo creía así, solo pensaba que me daba miedo encontrarme un tigre en medio del monte donde no hay personas. Me llamaba también la atención una historia que oí muchas veces: la historia del gallo y la campana, donde la campana sonaba el 24 de junio, el día de la Fiesta de San Juan Bautista.

Otra cosa que me llamaba la atención era que cuando iba al arroyo, solía haber cruces, flores, veladoras o comida en algunos sitios; o que la tía Mago dijera que, antes de meternos al agua, teníamos que pedir permiso a las ¿*tepas*? Siempre que lo decía le preguntaba ¿qué son esas tepas? Ella respondía que son unas señoras que están ahí cuidando el agua. Yo me imaginaba unas señoras de pelo y faldas largos ahí nadando conmigo.

Rememorar esos pensamientos me hace pensar en cómo desde nuestras historias personales vamos conectando con aspectos que más tarde intentamos darle sentido a través de su estudio y conceptualización. Traigo esto a colación porque a partir de ahí comenzó mi historia por descifrar los caminos del paisaje ritual, del que explicaré.

Seguramente si vives en algún sitio rural de México o el mundo, podrás ver que aun en la actualidad hay sitios que se resguardan y se cuidan por lo que hay ahí

(ya sea agua, vegetación o algún otro recurso natural); por algún significado simbólico que tiene que ver con el resguardo de una entidad sagrada o protectora de algún recurso; o por ambas, es decir, porque hay en este espacio un recurso y además, se cree que vive ahí una entidad que la cuida o protege. ¿Por qué crees que pase esto?

Probablemente estas ideas nos las hayan compartido en familia, nuestros padres, tíos, abuelos o bisabuelos y vengan de las memorias familiares y orales de nuestros antepasados, quienes solían tener respuestas claras sobre la procedencia y el cuidado de cada elemento del entorno, pues eran nociones que nos enseñaban desde la niñez y que se interiorizaban con el aprender haciendo a través de la transmisión oral. Ese cuidado se vinculaba con una observación constante que les permitía tener un conocimiento meticuloso sobre el medio natural que les rodeaba y muchas ocasiones por esto, se ponían en pequeñas marcas simbólicas sobre las cuales se expresaba la importancia de ese sitio. De eso hablamos al referirnos al *paisaje ritual*.

Por ello, en este artículo conocerás el concepto de paisaje ritual como una herramienta para comprender cómo la cosmovisión, la memoria y la identidad de los pueblos originarios se expresan directamente en su entorno natural.

Asimismo, podrás reconocer la importancia del paisaje ritual como parte del patrimonio cultural

tanto material como inmaterial, y entender cómo este enfoque ayuda a valorar y respetar nuestros espacios, pues también tienen vida y merecen ser resguardados en toda su riqueza.

¿Qué es el paisaje ritual?

Pensarás que decir que los cerros, arroyos, ríos, manantiales, cuevas, árboles muy viejos o incluso el patio de una casa son seres, resulta difícil o parece pura imaginación. Pero no es así: técnicamente tienen vida porque están formados por materia y energía. Aunque solemos verlos solo como parte del entorno natural, pocas veces los pensamos como entidades animadas; es decir, como un gran espacio habitado por diversos seres que dan vida a cada planta, animal, cerro, fuente de agua y a todo lo que existe en él.

En las culturas originarias de México, así como en otros pueblos del mundo, se acude a estos espacios para convivir, pedir ayuda o simplemente dar gracias. ¿Por qué? Porque no son lugares comunes: son sitios donde se cree que habitan seres que los resguardan, los dueños del agua, los espíritus del cerro, las abuelas y abuelos del monte, las *tepas* (“mujer de la tierra”), *tlaltepas* (diosas, protectoras y patronas del territorio), los *tlalchaneques* (moradores o espíritus de la tierra), entre muchos otros nombres que conocemos para referirnos a los guardianes del mundo natural.

A estos lugares suele ir la gente a poner alguna ofrenda o comida, flores, velas, agua, juguetes, dulces, entre otros elementos que puedan ser de su agrado.

Además, se va a platicar con ellos o ellas, a suplicarles, cantarles, bailarles o rezarles.

A esto se refieren algunas autoras como la historiadora y etnóloga Johanna Broda cuando explica que, entre los antiguos mexicanos, el uso del paisaje ha sido fundamental para entender las cosmovisiones de los pueblos indígenas de México y que el ritual cobra relevancia para reconocer ciertos sitios como elementales en el entorno, a su vez, esto implica una memoria histórica y una apropiación del territorio a través del hacer continuo; asimismo, la identificación con el espacio genera un sentido de identidad, incluso ayudan a la preservación de las áreas naturales.

Broda explica que el culto a los cerros en Mesoamérica mantiene una serie de relaciones entre el poder, las condiciones naturales del medioambiente y la cosmovisión.

En uno de sus primeros estudios de las fuentes de Fray Bernardino de Sahagún y Diego Durán, se concentra en las referencias constantes en torno al culto a los cerros entre las poblaciones descritas por los cronistas (Broda, 1971). Ahí enfatiza las ceremonias propiciatorias como elemento condensador de la ritualidad mexicana. Además, destaca el papel agrícola de las sociedades del México prehispánico y, para sostener su planteamiento, se centra en la relación entre el ritual, la mitología y la estructura social, elementos que han sido fundamentales a lo largo de su obra.

Desde esta perspectiva, el paisaje se concibe como un contenedor simbólico en el que se condensan los principios ordenadores de la cultura, las condiciones físicas y geográficas necesarias para la vida humana, y el marco donde se desarrolla un imaginario colectivo que se expresa en la ritualidad, momento en el cual se evidencian estas cosmovisiones indígenas campesinas en tanto producto histórico. Al mismo tiempo, este carácter simbólico constituye una razón fundamental para la conservación de estos espacios naturales.

El paisaje ritual es un espacio físico intervenido por las colectividades humanas bajo la idea de que en un medio natural (cerro, arroyo, manantial, mar, etcétera) habitan entidades o seres sagrados que protegen y regulan el entorno. Esta relación exige el establecimiento de reglas y normas para su uso, fundamentadas en valores como el respeto y la reciprocidad. Además, el espacio natural contiene recursos que poseen un valor ritual y un uso cotidiano, de subsistencia y comercialización. Estos recursos sustentan el corpus de técnicas de conservación, esenciales para preservar dichos espacios.



¿Cómo podemos conocer el paisaje ritual?

En la Huasteca Veracruzana —desde el río Cazones hasta el Pánuco— los pueblos nahuas, tének, tepehuas, otomíes, totonacas y mestizos suelen realizar tradiciones rituales que han heredado de generación en generación: van al manantial para dejar ofrendas al agua, suelen subir al cerro para agradecer su trabajo, para pedir permiso para ejercer algún trabajo en particular; quienes son músicos tradicionales, dan de comer al cerro para que les permitan soñar la música; también las parteras o curanderas van a ciertos lugares para pedir fuerza y sabiduría para ayudar a los bebés o a las embarazadas.

Las siguientes figuras, sobre los sitios sagrados, son ejemplos del paisaje ritual:

1. Paisaje ritual asociado a ancestros que enseñaron alguna expresión importante

Estos sitios del paisaje ritual están vinculados con ancestros que transmitieron a los colectivos saberes significativos. En este caso, el lugar mostrado en la Figura 1 es conocido por el pueblo tének como *Kuuptalab*.

En la concepción tének, los árboles se cuidan y protegen como a una persona; por ello se les brinda el mismo trato, ofreciéndoles comida y bebida.

Este sitio es considerado el resguardo de los bastones utilizados en la danza de los *bixom nok'* (donde *bixom* significa “danza” y *nok'* “sucio” o “meco”).

Esta danza se distingue por el papel que tiene el espíritu del *nok'* para alejar los malos aires que causan enfermedades o fenómenos naturales que afectan al campo. Para ello, los danzantes cubren su cuerpo con lodo y utilizan tizne para dibujar círculos o líneas, simulando portar pieles de animales. Además, emplean un bastón adornado con flores que, al finalizar la danza, depositan en este sitio, donde permanece guardado hasta el siguiente carnaval. El nuevo ciclo inicia cuando los danzantes regresan a ofrendar en este mismo lugar para pedir nuevamente permiso.

2. Paisaje ritual asociados a algún recurso natural

Los sitios del paisaje tienen una característica clave: la mayoría están asociados a los recursos naturales. Uno de los más comunes, el agua. Por eso, curiosamente, muchos lugares considerados sagrados son fuentes de agua. Tal es el caso de la Figura 2. El baño de los santos que se realiza en las comunidades nahuas de la Sierra de Otontepec, en la Huasteca Veracruzana. Este se realiza en manantiales o arroyos donde se cree que habitan entidades como la *Xinola* o *Axinola*, la sirena, o las *altepas*, cuidadoras del agua. Otro punto relevante es que aquí estos seres conviven con los santos y vírgenes del catolicismo, como San Juan Bautista, La Virgen María, San Miguel Arcángel, entre otros.



Figura 1. Paraje de los mecos. San Francisco, Chontla, Veracruz. Autoría propia, 2021.

La idea del baño a los santos es un ritual de purificación y renovación que forma parte de diversas tradiciones religiosas y comunitarias en México y América Latina.

Se utiliza para ello, agua limpia recién traída del manantial o arroyo que se purifica con copal. Además, el baño marca el inicio de un nuevo ciclo festivo, agrícola y ritual, en el caso de la celebración mencionada es el baño a San Juan, que en la tradición local de la zona otontepecana, marca el inicio de la siembra de *xopanmili*, milpa de temporal y, por lo tanto, de una de las celebraciones más grandes de la región: Día de muertos, que concuerda con las cosechas de maíz empleadas para las ofrendas dedicadas a los difuntos y a la tierra.

Es importante mencionar que, los santos también se relacionan con algunos recursos naturales; en particular, San Juan Bautista tiene mucha vinculación con la importancia de las lluvias, por eso se cree que bañarlo ayudará para propiciar mejores precipitaciones. El agua usada para el baño del santo se emplea con fines medicinales.

3. Paisaje ritual donde se realizan ofrendas que se asocian con múltiples elementos naturales y sobrenaturales para el equilibrio del mundo

Además de las fuentes de agua, los cerros también son considerados como tales, pues se piensa que en su interior se resguarda el agua.

El cerro es el sitio que representa un punto de conexión entre diversos planos: el cielo, la tierra y, en muchos casos, el inframundo, así como portales simbólicos hacia lo divino o hacia formas superiores de sabiduría trascendental.

En el caso de las comunidades nahuas de la zona de Chicontepec y Benito Juárez, en la zona Sur de la Huasteca Veracruzana, se realizan las ofrendas en los cerros como parte de una ofrenda mayor llamada *tlatlacualtia*. Para ello, se dispone todo en los *chiquihuites*, una especie de canastas grandes. Ahí se transporta la comida y la bebida que consiste en grandes cantidades de refrescos en botellas de plástico, cervezas en botellas de vidrio y de lata, así como aguardiente. Al llegar, comienzan a disponer todo otra vez para las ofrendas.

Realizan algunos recortes y otros ya los llevan preparados. Aquí continúan las limpiezas, pero ahora con velas y monedas que pasan por todo el cuerpo, e incluso por objetos personales como ropa y fotos impresas y desde el celular de quienes no están presentes físicamente. Ello porque explican que los objetos con los que estamos en contacto poseen algo de nuestra esencia. A la par, se disponen las ofrendas en los altares preparados para ello, rezan y ofrecen los alimentos. Sahúman con copal y al finalizar, antes de bajar, la ofrenda se come ahí: se come con los dioses que habitan ahí.



Figura 2. El baño de los santos. San Juan Otontepec, Chontla, Veracruz. Autoría propia, 2022.

¿Por qué y para qué es importante el paisaje ritual?

En los últimos años, la crisis climática ha provocado transformaciones profundas en la Huasteca, así como en otros lugares del México rural y campesino. Desde las sequías prolongadas, la desaparición de fuentes de agua, las lluvias torrenciales fuera de temporada, la erosión de suelos y deforestación, y los cambios abruptos en las floraciones y ciclos agrícolas, solo por mencionar algunos, las actividades rituales han tenido, por añadidura, cambios sustanciales ¿qué perdemos con ello? La alteración del paisaje natural implica también una transformación profunda del paisaje ritual, puesto que,

cuando desaparecen los lugares donde antes se pedía lluvia o se ofrendaba, también se pierde parte de la memoria histórica y comunitaria que refuerza nuestro sentido de identidad como habitantes de un territorio.

También consideremos que, asociados a estos espacios, además se encuentra la biodiversidad local, los conocimientos tradicionales, modelos sustentables de conservación del espacio y toda una organización social y comunitaria que, de desaparecer estos sitios, también se va menguando.

Todo va en conjunto e hilado: si protegemos los paisajes naturales, evitamos añadir un gramo más al ecocidio del planeta y, además, mantenemos viva la memoria histórica y cosmovisiones a través de los rituales no por un hecho folclórico, sino, más bien para garantizar la reproducción del conocimiento indígena y campesino de los pueblos originarios que habitan la Huasteca.

El paisaje ritual nos recuerda que la naturaleza está viva y merece que la respetemos, que mantengamos relaciones de cuidado y reciprocidad con ella. Por eso, en un mundo en crisis como el que vivimos actualmente, creer y practicar estos conocimientos nos convierten en seres humanos sensibles y amorosos por nuestro entorno y nuestros iguales.

Lecturas recomendadas

- Broda, J. (1971). Las fiestas aztecas de los dioses de la lluvia. *Revista Española de Antropología Americana*, 6, 245–327.
- . (1982). El culto mexica de los cerros y el agua. *Multidisciplina*, 3(7), 45–56.
- . (1991). Cosmovisión y observación de la naturaleza: El ejemplo del culto de los cerros. En S. Iwaniszewski & L. Maupomé (eds.), *Arqueoastronomía y etnoastronomía en Mesoamérica* (pp. 461–500). UNAM, Instituto de Investigaciones Históricas.
- . (2013). *Convocar a los dioses: Ofrendas mesoamericanas. Estudios antropológicos, históricos y comparativos*. IVEC.
- . (2020). Los paisajes rituales de las comunidades mesoamericanas y sus procesos históricos de transformación ritual. *Mirada Antropológica*, 15(18), 9–26.



Figura 3. Altar a las deidades en el cerro. Atlalco, Benito Juárez, Veracruz. Autoría propia, 2022.



De plantas medicinales a nanotecnología: viaje del pasado al futuro

**Pablo Villegas Moreno,
Candelaria Galván Colorado y
Rosa Virginia García Rodríguez**

Mucho antes de que la ciencia aprendiera a medir y estudiar las cosas pequeñas, y existieran los laboratorios y microscopios, las plantas ya murmuraban conocimientos, interrogantes y respuestas. En hojas, tallos y raíces ya se guardaba una sabiduría construida por el tiempo, la experiencia y la relación íntima con la naturaleza, que además, era transmitida de manos curanderas a generaciones completas.

La etnomedicina nació mediante la observación paciente de nuestros ancestros por la naturaleza y en la confianza de que la tierra sabía sanar.

Hoy, siglos después, ese conocimiento ancestral no se queda en el pasado, sino que viaja, se transforma y se vuelve diminuto para trasladarse a una escala impensable: la nanoescala. Así, los compuestos bioactivos de las plantas medicinales encuentran nuevas formas de actuar, ofreciendo soluciones innovadoras a viejos y nuevos problemas de salud.

Una nanopartícula es una estructura extremadamente pequeña, invisible al ojo humano, cuyas propiedades pueden cambiar en comparación con el mismo material en mayor tamaño. Esta característica permite que interactúe de manera distinta con el organismo, facilitando su acceso a diferentes tejidos y mejorando su potencial terapéutico.

A partir de estos avances en el mundo nano, el ser humano ha logrado implementarlo en diversas áreas de experimentación como en el área médica; desarrollando prototipos de medicamentos más eficientes, los cuales se pretende sean más seguros y con menores efectos adversos.

La medicina tradicional en un contexto global

Para hablar de medicina tradicional es necesario hacer referencia a sus orígenes. Es bien sabido que la enfermedad existe antes de la presencia de los humanos en la tierra. Diversos estudios antropológicos respaldan esta idea. Entre las evidencias se encuentran los rastros de cáncer óseo en fósiles animales, el hallazgo de microorganismos milenarios preservados en densas capas de piedra o hielo, y los restos homínidos con evidencia de enfermedades como osteoporosis o artritis (Figura 1).



Figura 1: Osteosarcoma en fémur de dinosaurio, imagen de Royal Ontario Museum/McMaster University obtenida de la página Gizmodo.

De alguna manera, la naturaleza ha acompañado de forma constante la existencia humana, exponiéndonos una extensa variedad de enfermedades que pueden hacernos padecer y convalecer. A lo largo de millones de años de evolución, los seres humanos —una especie relativamente joven— han coexistido con miles de especies vegetales que se desarrollaron lenta y silenciosamente en la Tierra. Estas plantas representaron una de las primeras alternativas accesibles para aliviar síntomas, mucho antes de que existiera el conocimiento y la tecnología necesarios para identificar y atacar de forma específica a los agentes causales de las enfermedades.

La preservación de la salud ha sido, por tanto, un proceso paralelo a la evolución humana.

Desde tiempos prehistóricos, el ser humano ya empleaba conocimientos empíricos sobre el uso de productos naturales tales como plantas silvestres y productos de origen animal con fines terapéuticos. Con el surgimiento del sedentarismo y la organización en sociedades más complejas, estos conocimientos adquirieron mayor importancia y se desarrollaron con mayor rapidez.

En Mesopotamia hace aproximadamente 6 mil años, ya se identificaban enfermedades físicas como la tos y se elaboraban remedios a base de plantas, miel y alcohol. En el antiguo Egipto, el famoso papiro de Ebers documenta una amplia variedad de insumos y prácticas médicas relacionadas con el uso de la medicina herbolaria.

Siglos después, y a miles de kilómetros de distancia, en Mesoamérica, los pueblos indígenas desarrollaron un vasto conocimiento sobre las plantas. Con la llegada de los españoles, estos se sorprendieron por la diversidad de especies con usos ornamentales, aromáticos y alimentarios, y también por aquellas empleadas con fines medicinales, rituales y espirituales. Destaca el jardín botánico de Moctezuma, así como la elaboración del *Libellus de medicinalibus indorum herbis* (Códice de la Cruz-Badiano), resultado del trabajo del médico indígena Martín de la Cruz y su traducción al latín por Juan Badiano (Figura 2). Asimismo, el Códice Florentino, coordinado por fray Bernardino de Sahagún, reúne valiosa información sobre las prácticas médicas y el conocimiento herbolario de los pueblos nahuas.

Actualmente existen diversos libros y publicaciones que recopilan y describen las especies de plantas medicinales utilizadas en México, como el herbario medicinal del Instituto Mexicano del Seguro Social que incluye aproximadamente, 3352 especies. En Veracruz de Ignacio de la Llave, destaca el libro *Flora medicinal de Veracruz, inventario etnobotánico* escrito por Leticia M. Cano, que incluye una descripción de cada especie, las localidades donde son utilizadas, formas de aplicación, así como referencias bibliográficas y herbarios donde puede consultarse.

Cosmovisión del padecimiento y sus manifestaciones en la medicina tradicional

Durante el desarrollo de diversos asentamientos humanos, cada cultura adoptó una cosmovisión particular relacionada a sus dioses, demonios, rituales y percepción de la vida. Lo interesante es que, a pesar de las grandes distancias geográficas y temporales, muchas de estas culturas compartían formas similares de interpretar la enfermedad.

Con frecuencia, los padecimientos eran atribuidos a la acción de fuerzas malignas que habitaban el cuerpo



Figura 2. Fragmento del Códice de la Cruz Badiano.

o a castigos impuestos por entidades superiores, las cuales provocaban la aparición de diversos síntomas. Asimismo, dentro de estas cosmovisiones existían figuras con poderes benévolos, encargadas de restablecer la salud mediante diversas prácticas que incluían desde oración, hasta ritos complejos con plantas, cantos, danzas, entre otros, y que solo lo podían realizar estos personajes emblemáticos de la medicina ancestral: los chamanes.

El grupo de personas dedicadas a la sanación era diverso dependiendo de la cultura y la localidad.

Entre ellos se encontraban los chamanes, a quienes se les atribuían capacidades espirituales especiales, como lo es una conexión con lo místico (ya fueran deidades espíritus o la propia naturaleza). También estaban los curanderos, quienes, mediante oraciones, el uso de sus manos y remedios tradicionales, buscaban mantener la salud. Por su parte, los boticarios se encargaban de preparar mezclas de plantas con fines terapéuticos. Un papel fundamental fue el de las parteras, quienes acompañaban el embarazo, asistían durante el parto y brindaban atención en el periodo posparto. Además, ofrecían orientación a las madres en el cuidado del recién nacido y en la recuperación de la producción de leche materna.

Plantas más populares en la medicina herbolaria mundial

Alrededor del mundo, diversas plantas han sido usadas por siglos e incluso milenios debido a sus propiedades curativas. Muchas de ellas se originaron en regiones específicas y, gracias al intercambio cultural, fueron llevadas a distintos lugares donde adquirieron nuevos usos y significados. Un ejemplo de esto es la hierbabuena, que además de su apreciable olor y sabor se ha utilizado para tratar malestares digestivos, comúnmente preparada en forma de té o infusión.

En México, mucho antes de la llegada de los españoles, los pueblos mesoamericanos ya conocían las propiedades de la vainilla o “flor negra” (*Vanilla planifolia*). Los totonacos la utilizaban para tratar heridas y dolores de cabeza, además de emplearla como saborizante en bebidas. Con el tiempo, su característico aroma la convirtió en un producto emblemático que trascendió fronteras, siendo ampliamente utilizado en la industria alimentaria

y cosmética a nivel mundial. De manera similar, en Asia se descubrió el *Ginkgo biloba*, una planta que en la actualidad ha cobrado popularidad debido a los compuestos bioactivos que contiene, los cuales han sido estudiados por su posible efecto en la circulación y la función cognitiva.

A nivel global, existe evidencia que comprueba la eficacia de tratamientos basados en plantas, así como su uso como coadyuvantes en tratamiento de enfermedades más complejas. Un ejemplo es el uso de cannabis en pacientes con cáncer que reciben quimioterapia o radioterapia, donde se ha empleado para aliviar síntomas asociados al tratamiento. La Organización Mundial de la Salud, a través de la Declaración de Astaná (2018), reconoce la necesidad e importancia de incluir los conocimientos y tecnologías de medicina tradicional para tratar a pacientes en el primer nivel de atención. Esta postura responde a necesidades sociales y políticas, particularmente en comunidades donde el acceso a los sistemas de salud es limitado y la medicina tradicional representa una alternativa accesible y culturalmente aceptada.

Desafíos de la medicina tradicional

La historia de la medicina tradicional, junto con el desarrollo de la medicina moderna, permite entender cómo surgió el uso de las plantas, cómo se identificaron sus compuestos activos e incluso cómo algunos de estos pudieron ser aislados. Un ejemplo es la salicina (precursor del ácido salicílico) un derivado de la corteza del sauce blanco que modificado mediante acetilación derivó en ácido acetilsalicílico, un fármaco ampliamente utilizado por sus efectos analgésicos, antiinflamatorios, antipiréticos y anticoagulantes. Este tipo de compuestos ha sido evaluado mediante rigurosos estudios preclínicos y clínicos, permitiendo conocer a detalle su mecanismo de acción, eficacia y efectos adversos.

A pesar de ello, la medicina herbolaria continúa siendo ampliamente aceptada por diversas poblaciones, en parte debido a la percepción de que lo “natural” es sinónimo de inocuidad.

Sin embargo, numerosos estudios han demostrado que las plantas también presentan efectos secundarios y una baja biodisponibilidad, lo que implica la necesidad de dosis más altas para alcanzar los efectos terapéuticos en comparación con ciertos

fármacos sintéticos. Asimismo, se ha demostrado que existen interacciones farmacológicas entre plantas y medicamentos, así como entre diferentes especies vegetales.

Estas interacciones no siempre suelen ser perjudiciales; en algunos casos pueden potenciar efectos terapéuticos o reducir efectos adversos, lo cual se relaciona con la gran diversidad de compuestos químicos presentes en las plantas. A diferencia de los medicamentos modernos, los remedios herbolarios enfrentan dificultades para ser evaluados mediante todos los ensayos preclínicos y clínicos requeridos en la medicina alópata, lo que representa uno de los principales retos para ser validados científicamente.

¿A qué se le atribuyen los efectos medicinales de las plantas?

Los compuestos encontrados en la mayoría de las plantas medicinales y a los que se les atribuye los efectos biológicos de las mismas, son los llamados *metabolitos secundarios*. Estos compuestos son producidos durante su metabolismo y cumplen con funciones clave en su adaptación al entorno, defensa ante depredadores, interacción con polinizadores o respuesta a cambios ambientales.

Entre los metabolitos secundarios más estudiados se encuentran los alcaloides, los terpenos y compuestos fenólicos. En el caso de los *alcaloides*, son compuestos nitrogenados que interactúan con distintos receptores en el organismo. Sustancias como la morfina, la cafeína, la codeína y la quinina pertenecen a este grupo y se han utilizado para tratar dolor, fiebre y algunas enfermedades infecciosas.

Por su parte, los *terpenos* son responsables de las características aromáticas en muchas hierbas, especias y árboles. Algunos ejemplos como el limoneno, el mentol y el carvacrol han sido estudiados por sus posibles efectos antiinflamatorios, antibióticos, antioxidantes y anticancerígenos, además de su uso en la industria farmacéutica y cosmética. Los *fenoles* comprenden una gran variedad de compuestos bioactivos que se caracterizan por la presencia de un grupo hidroxilo (-OH) unido a un anillo aromático o benceno. Algunos ejemplos son la curcumina, el resveratrol y el ácido elágico, y han demostrado ser útiles en el tratamiento contra el cáncer y enfermedades crónicas, neurodegenerativas y cardiovasculares.

En la medicina tradicional, el uso de las plantas no solo depende de la especie, sino también de la parte utilizada y del método de preparación. Estos procesos buscan modificar sus propiedades mediante técnicas físicas y, en algunos casos, mediante la adición de sustancias como agua, aceite, sal o alcohol. Aunque la medicina tradicional no emplea conceptos como *biodisponibilidad* o dosis terapéutica en términos científicos, su conocimiento empírico responde a preguntas fundamentales: qué parte de la planta utilizar, cómo prepararla, en qué cantidad administrarla y cuándo repetir o suspender el tratamiento. Entre los métodos de preparación más utilizados destacan:

Infusión: es uno de los métodos más utilizados y consiste en añadir la planta (fresca o seca) a agua caliente, siendo común para hojas y flores.

Decocción: Sirve para extraer los componentes de plantas más duras, como raíces o cortezas, consiste en mantener el punto de ebullición del agua y añadir la planta dejando hervir por unos minutos.

Maceración: consiste en sumergir las plantas en un líquido, como alcohol, agua o aceite durante un periodo prolongado con el fin de extraer sus compuestos activos.

En tintura: se prepara utilizando una base alcohólica (generalmente alcohol al 96°), en la que se coloca la planta triturada. Posteriormente, se filtra y se deja reposar en un frasco o gotero de vidrio por una o varias semanas en condiciones de oscuridad. Este tipo de preparación permite su administración en pequeñas cantidades.

La nanotecnología, una ciencia joven

Hace siglos, distintas culturas utilizaban pigmentos y extractos naturales desconociendo que muchas de sus propiedades se deben a estructuras microscópicas. Con el avance de la ciencia, fue posible no solo observar, sino también manipular la materia a escalas cada vez más pequeñas, incluyendo la escala nanométrica.

El estudio de las nanopartículas surgió al descubrir que, al reducir un material a dimensiones extremadamente pequeñas, sus propiedades pueden cambiar significativamente.

Este fenómeno ha despertado gran interés en el área médica, ya que permite un mayor control en la interacción de los compuestos con el organismo. En la actualidad, diversos compuestos de origen natural han sido incorporados al campo de la nanotecnología.

Uno de los enfoques más relevantes es la llamada *síntesis verde*, en la cual se emplean extractos de plantas para la obtención de nanopartículas, evitando el uso de sustancias químicas contaminantes y haciendo el proceso más amigable con el medio ambiente. Ejemplo de ello es la chaya (*Cnidoscolus chayamansa*), una planta ampliamente utilizada en la cultura maya, cuyos extractos han sido empleados en la síntesis de nanopartículas que, en combinación con otros compuestos, han mostrado un incremento en su actividad bactericida.

Por otro lado, existen métodos físicos como la molienda de alta energía, cuyo objetivo es reducir materiales sólidos hasta obtener partículas en escala nanométrica. Este enfoque permite trabajar con compuestos sólidos que ya poseen propiedades medicinales, buscando potenciar su efecto mediante la reducción de tamaño (Figura 3).

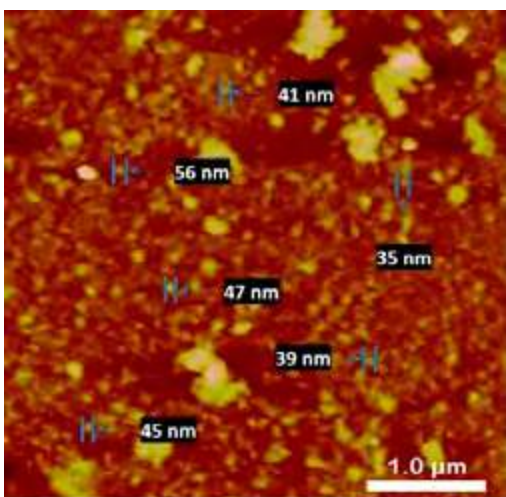


Figura 3. Micrografía de nanopartículas de ficobiliproteínas, obtenida por microscopía de fuerza atómica AFM (Galván Colorado *et al.*, 2024).

Con la finalidad de mejorar su eficiencia, diversos compuestos de origen natural han sido transformados en partículas de menor tamaño, lo que puede potenciar sus efectos biológicos. Un ejemplo es el extracto de las ficobiliproteínas extraídas de la espirulina (*Arthrospira maxima*) la cual ha sido empleada en la elaboración de nanopartículas con efectos antiinflamatorios comparables con fármacos como indometacina, e incluso superiores a los de sus compuestos en forma original.

Nanotransportadores: una solución a las limitaciones de los compuestos naturales

Una de las principales problemáticas en la administración de compuestos derivados de plantas es su baja biodisponibilidad, solubilidad y permeabilidad.

En este contexto, los *nanotransportadores* representan una alternativa prometedora, que consisten en estructuras entre 1 y 100 nm que recubren compuestos y modifican sus propiedades fisicoquímicas, para mejorar su transporte en el organismo.

Su funcionamiento se basa en principios similares a los de las micelas, agregados lipídicos con una región hidrofóbica interna y una superficie hidrofílica, que permiten la absorción de lípidos en el sistema digestivo. De manera análoga, los nanotransportadores vehiculizan compuestos bioactivos, favoreciendo su absorción, distribución y efecto terapéutico. Diversos estudios han demostrado la capacidad de estas estructuras para transportar selectivamente compuestos en su interior. Entre los sistemas más estudiados se encuentran los liposomas, las nanoesferas, nanocápsulas poliméricas, nanopartículas lipídicas sólidas y las nanoemulsiones.

Los liposomas, por ejemplo, son estructuras formadas por bicapas de fosfolípidos que se autoensamblan en medios acuosos. Aunque presentan limitaciones asociadas a procesos digestivos como la acción de lipasas, sales biliares y pH gástrico, han sido utilizados con éxito para encapsular compuestos de origen vegetal. Un caso relevante es la curcumina (*Curcuma longa*), cuya nanoencapsulación ha mostrado efectos como la disminución del estrés oxidativo y actividad hipoglucemiante en modelos experimentales. Igualmente, estudios comparativos han demostrado que flavonoides y compuestos fenólicos derivados de *Curcuma longa* al ser incorporados en sistemas nanoestructurados, presentan efectos antibacterianos, antifúngicos y cicatrizantes mejorados al ser comparados contra curcumina.

Por otro lado, las nanoemulsiones son sistemas formados por la dispersión de dos líquidos inmiscibles como agua y aceite, estabilizados por surfactantes, y de acuerdo con varios reportes, han demostrado gran potencial.

Un ejemplo, es la encapsulación del aceite esencial de *Foeniculum vulgare* comúnmente conocida como hinojo, y usada en la medicina tradicional para tratar problemas digestivos. En modelos experimentales su administración tópica mediante nanoemulsiones ha mostrado efectos como la reducción de glucosa plasmática y un elevado potencial antioxidante.

La literatura científica sobre nanoencapsulación es extensa en cuanto a tipos, procesos y aplicaciones. Por ello, este artículo se limita a presentar solo algunos ejemplos representativos, con el objetivo de mantener claridad y despertar el interés del lector en este campo en constante desarrollo.

Aunque la nanotecnología es una ciencia relativamente joven, su aplicación en el estudio de las plantas medicinales representa una oportunidad innovadora

que aún se continúa explorando, especialmente en modelos preclínicos.

Conclusión

La principal fortaleza de la medicina tradicional radica en su conocimiento empírico, desarrollado a lo largo de los siglos mediante la observación y la

experiencia. Sin embargo, esta misma característica representa uno de sus mayores desafíos, ya que dificulta la estandarización de procesos, la definición de dosis y la predicción de efectos secundarios.

Actualmente, la medicina moderna ha adoptado y adaptado algunos conocimientos de la medicina tradicional, aunque aún existe cierta resistencia hacia el uso de las plantas medicinales como parte integral del tratamiento de las enfermedades. Se han hecho numerosos esfuerzos para desarrollar estudios que comprueben la eficacia del uso de algunas especies mediante desarrollo de fitofármacos; estos lograron demostrar mediante estudios preclínicos y clínicos su eficacia y seguridad.

En este contexto, la nanotecnología emerge como una herramienta clave, capaz de potenciar las propiedades de los compuestos naturales y superar algunas de sus limitaciones. Así, el desarrollo de nanopartículas a partir de plantas medicinales no solo representa una innovación científica, sino también

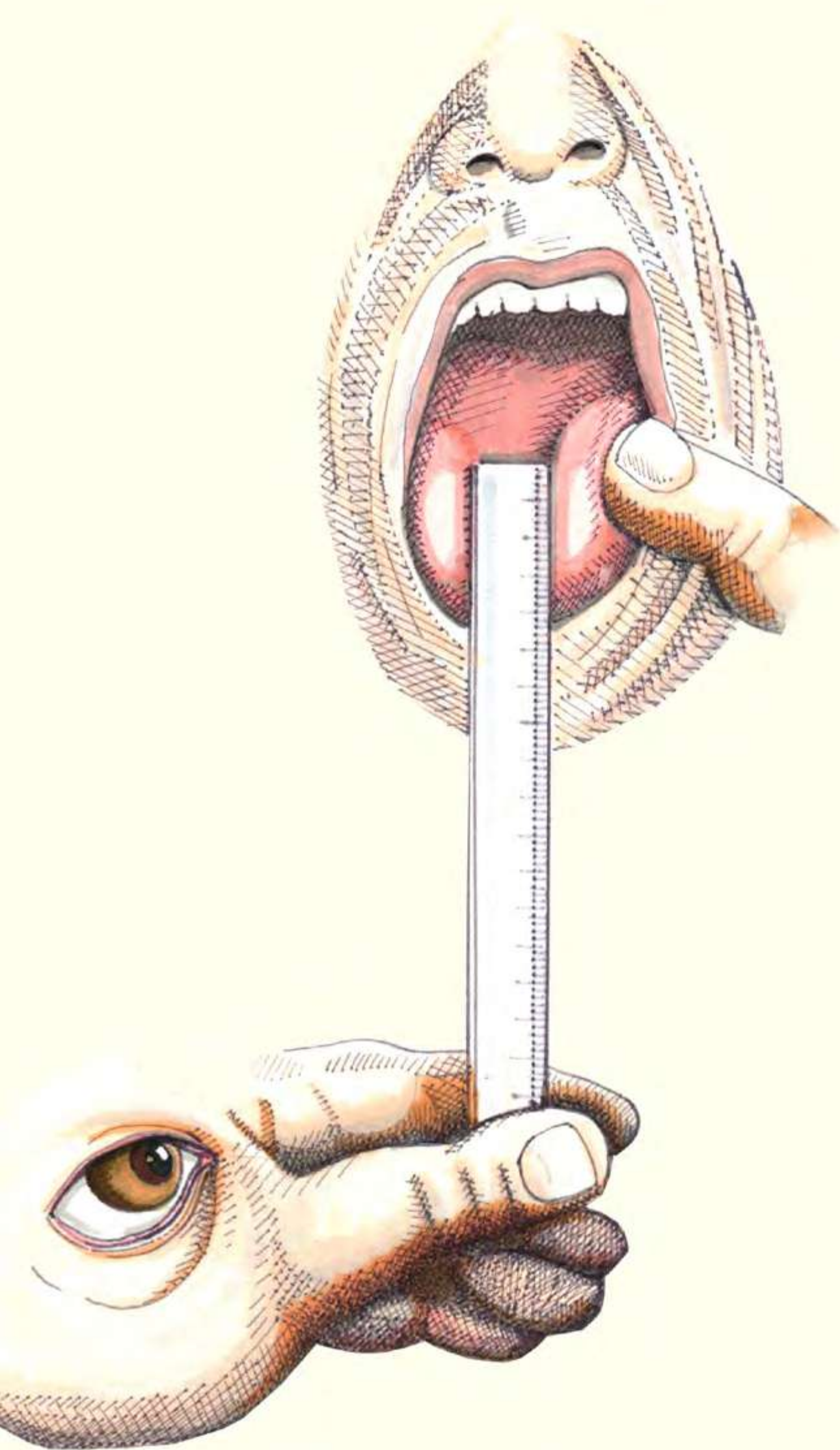
una forma de transformar el conocimiento ancestral en soluciones terapéuticas orientadas al futuro.



Lecturas recomendadas

- Chopra, H., Dey, P. S., Das, D., Bhattacharya, T., Shah, M., Mubin, S., Maishu, S. P., Akter, R., Rah-wman, M. H., Karthika, C., Murad, W., Qusty, N., Qusti, S., Alshammari, E. M., Batiha, G. E., Altalbawy, F. M. A., Albooq, M. I. M. & Alamri, B. M. (2021). Curcumin nanoparticles as promising therapeutic agents for drug targets. *Molecules*, 26(16), 4998. <https://doi.org/10.3390/molecules26164998>
- Dzul Erosa, M. S., Cauich Díaz, M. M., Razo Lazcano, T. A., Ávila Rodríguez, M., Reyes Aguilera, J. A., & González Muñoz, M. P. (2018). Aqueous leaf extracts of *Cnidoscolus chayamansa* (Mayan chaya) cultivated in Yucatán, México. Part II: Uses for the phytomediated synthesis of silver nanoparticles. *Materials Science & Engineering C: Materials for Biological Applications*, 91, 838-852. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2018.06.007>
- Galván Colorado, C., Chamorro Cevallos, G. A., Chanona Pérez, J. J., Zepeda Vallejo, L. G., Arredondo Tamayo, B., González Ussery, S. A., Gallegos Cerda, S. D. & García Rodríguez, R. V. (2024). Phycobiliprotein from *Arthrospira maxima*: Conversion to nanoparticles by high-energy ball milling, structural characterization, and evaluation of their anti-inflammatory effect. *International Journal of Biological Macromolecules*, 275(Part 2), 133679. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.133679>
- Sanei Dehkordi, A., Abdollahi, A., Safari, M., Karami, F., Ghaznavi, G. & Osanloo, M. (2022). Nanogels containing *Foeniculum vulgare* Mill. and *Mentha piperita* L. essential oils: Mosquito repellent activity and antibacterial effect. *Interdisciplinary Perspectives on Infectious Diseases*, 2022, 4510182. <https://doi.org/10.1155/2022/4510182>





¿Por qué las lenguas se miden por niveles?

Marion Alain Meunier Colula

El mito de los porcentajes

“Hablo inglés al ochenta por ciento.” Pocas frases se escuchan con tanta frecuencia en México y en muchos países de América Latina cuando la gente describe su dominio de una lengua extranjera. Es una afirmación que parece lógica: estamos acostumbrados a que la escuela nos evalúe con números, a vivir entre porcentajes y calificaciones, a medir el aprendizaje como si se tratara de un vaso que puede estar medio lleno, a tres cuartos o casi vacío. Bajo esa lógica, ¿por qué no asumir que el lenguaje funciona igual?

Sin embargo, desde hace décadas la ciencia ha demostrado que las lenguas no se pueden medir en porcentajes, ni como fragmentos que se acumulan poco a poco. Tampoco son una lista de verbos o de palabras que se memorizan como si fueran el contenido de un libro. El lenguaje es un fenómeno biológico, cognitivo, social y cultural a la vez; una capacidad que involucra a nuestro cerebro, a nuestra memoria, a nuestras emociones, a la interacción con otras personas y al contexto donde crecemos o estudiamos.

Por eso, decir que hablamos un idioma en porcentajes es científicamente incorrecto.

Entonces ¿cómo medimos realmente qué tanto sabe hablar alguien un idioma? ¿Qué significa decir que una persona tiene un nivel A2, B1 o B2 en inglés? ¿Por qué las empresas, universidades y gobiernos utilizan estas escalas y no porcentajes? ¿De dónde surgen los famosos niveles del *Marco Común Europeo de Referencia* (MCER)? Y lo más importante: ¿por qué necesitamos comprender mejor estos procesos para tomar decisiones informadas sobre nuestro aprendizaje y sobre la educación en nuestro país?

En este artículo exploraremos cómo la lingüística, la psicometría, la educación, la tecnología y las políticas públicas se combinan para construir una forma rigurosa de medir lenguas. También hablaremos de por qué esta comprensión es esencial para la sociedad, especialmente en un mundo donde saber una lengua extranjera puede abrir puertas académicas, laborales y culturales.

¿Por qué las lenguas no pueden medirse en porcentajes?

Si las lenguas no se pueden medir en porcentajes, lo más natural es preguntarnos por qué. A primera vista, parecería obvio aplicar al lenguaje la misma lógica con la que fuimos evaluados en la escuela en matemáticas, geografía o cualquier otra materia, donde los aciertos correctos en el examen equivalían a un porcentaje definido por el total de los contenidos que sabíamos del curso. Sin embargo, las lenguas funcionan de manera distinta porque no son un conjunto de temas que se dominan, sino una capacidad humana compleja. Hablar una lengua implica coordinar simultáneamente procesos cognitivos, sociales y emocionales, interpretando intenciones, eligiendo palabras adecuadas, ajustando el tono, organizando ideas y respondiendo conscientemente. Nada de esto puede dividirse en partes específicas que sumen un “total” del cual obtener un porcentaje.

El problema de fondo es que tampoco existe algo que pueda considerarse el cien por ciento de dominio de una lengua.

Ninguna persona, ni siquiera un hablante nativo con estudios de posgrado, domina exhaustivamente todas las palabras, todos los registros, todas las variedades y todas las situaciones posibles.

Las lenguas son sistemas vivos que evolucionan, incorporan expresiones nuevas, reorganizan significados y que además varían entre comunidades. Un ejemplo de esto ocurre con el náhuatl en México: no existe “un solo náhuatl”, sino decenas de variantes distribuidas en distintas regiones, con diferencias fonológicas, léxicas y gramaticales tan marcadas que en algunos casos una persona hablante de una variante del centro del país puede tener dificultades para comprender a alguien de la Huasteca o de la Sierra Norte de Puebla. Si dentro de una misma familia lingüística existe esta riqueza y diversidad, ¿cómo podría definirse un “100%” de náhuatl del que luego pudiéramos calcular un porcentaje?

Si no hay un conjunto de conocimientos claramente definidos, entonces no existe una base científica para afirmar que alguien domina un idioma en un 10, 20, 50, 70 o un 90%. Además, las distintas habilidades lingüísticas suelen desarrollarse a ritmos diferentes: una persona puede comprender muy bien lo que escucha, pero hablar con dificultad, o explicar fácilmente de manera escrita lo que piensa, pero sentirse perdida en una conversación.

Es cierto que en los exámenes sí aparecen puntos, porcentajes y calificaciones numéricas, pero estos no describen el dominio de la lengua. Un 80% de aciertos correctos refleja el desempeño de una persona en una evaluación específica, bajo condiciones específicas y con un conjunto particular de ítems. Este número sirve como punto de partida para análisis posteriores,

pero no equivale a decir “hablo el idioma al 80%”. Por eso, la evaluación de lenguas no utiliza porcentajes para describir la competencia lingüística, sino que recurre a niveles que representan lo que una persona puede hacer con su dominio de la lengua en contextos reales (Figura 1).

Cuándo evaluar el dominio de las lenguas se volvió ciencia: el origen de los niveles

Durante gran parte del siglo XX, aprender y evaluar lenguas era un tema lleno de disputas. Cada escuela, universidad o institución utilizaba sus propios criterios para decidir quién era “básico”, “intermedio” o “avanzado”, y el entendimiento de estos términos variaba tanto que un nivel “intermedio” en una escuela de idiomas podía equivaler al nivel más bajo en otra. Lo mismo ocurría en los sistemas educativos nacionales: cada país diseñaba sus propios exámenes sin puntos de comparación predefinidos, lo cual dificultaba la movilidad estudiantil, complicaba la admisión universitaria en el extranjero y volvía poco transparentes las decisiones laborales relacionadas con el dominio de lenguas.

Ante este panorama, surgió la necesidad de desarrollar un entendimiento común y científicamente fundamentado para describir lo que una persona puede hacer en una lengua.

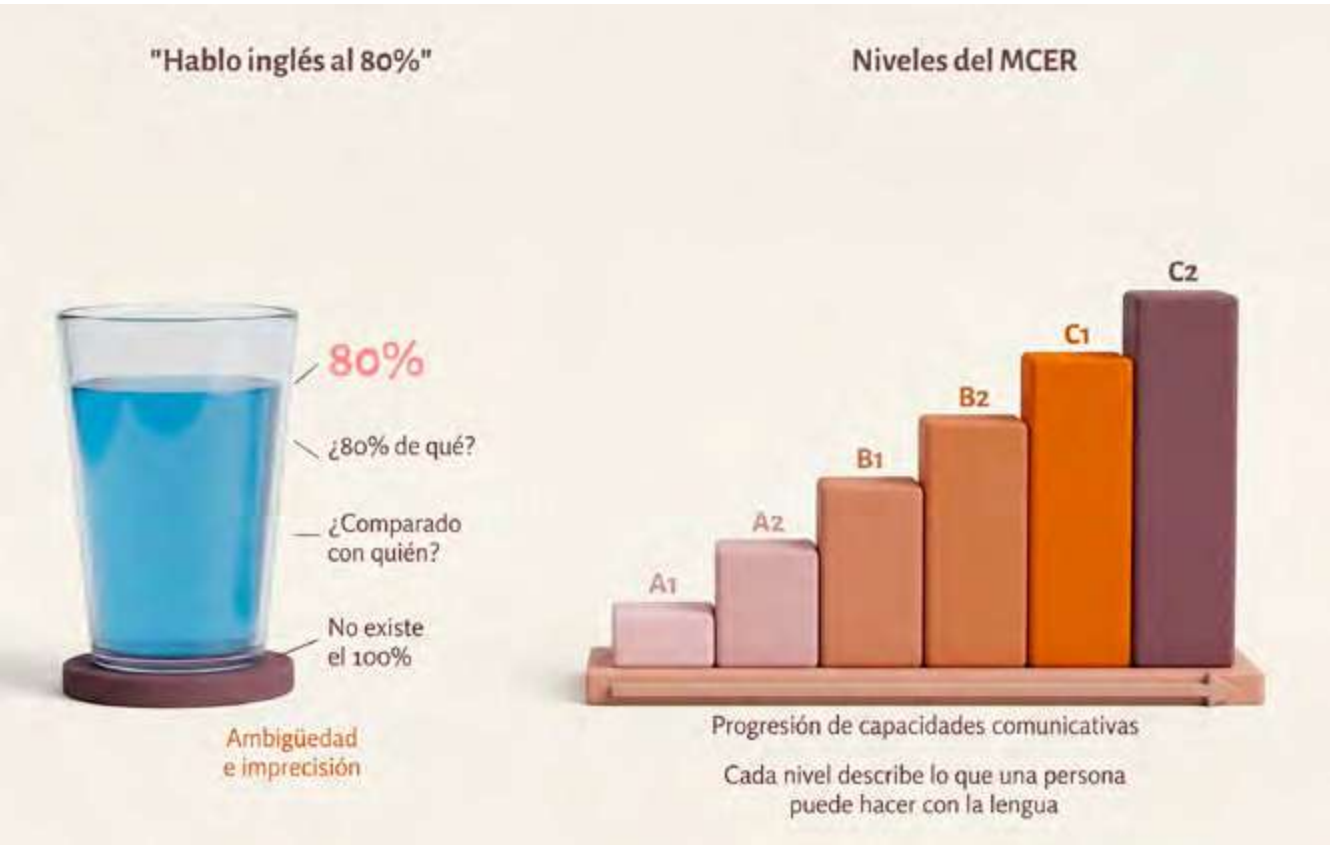


Figura 1. La metáfora del porcentaje vs. la escala de niveles del MCER. Elaboración propia.

Fue en este contexto donde nació el *Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas* (MCER, o CEFR, por sus siglas en inglés), resultado de años de colaboración entre especialistas en lingüística, educación, psicología, sociología y psicometría (Figura 2). Su objetivo era ambicioso: establecer una escala internacional que permitiera comparar competencias lingüísticas sin importar el país, la institución educativa o el idioma en cuestión.

El MCER presentó una idea que transformó la forma en que entendemos el dominio de una lengua:

la competencia no se define por el número de palabras o reglas que sabemos, sino por acciones comunicativas que las personas pueden realizar en distintos contextos. Así, en lugar de medir fragmentos aislados de conocimiento, se describen habilidades: presentarse, entender instrucciones, participar en conversaciones, escribir textos claros, expresar opiniones o comprender ideas complejas.

De esta manera surgieron los niveles A1, A2, B1, B2, C1 y C2. Cada uno funciona como una especie de imagen que describe situaciones en las que una persona puede desenvolverse. Un hablante en nivel A2, por ejemplo, puede pedir comida, describir rutinas o dar información personal básica. Una persona en nivel B1 puede desenvolverse en la mayoría de las situaciones que surgen durante un viaje, explicar experiencias o justificar brevemente sus opiniones. En niveles

superiores, como B2 o C1, ya existe capacidad para participar en discusiones más complejas, entender argumentos detallados y producir textos bien estructurados en contextos académicos o profesionales.

Lo más importante es que estos niveles no son invenciones arbitrarias ni etiquetas simbólicas. Son el resultado de investigación empírica, consensos internacionales y prácticas de evaluación validadas científicamente. Al adoptar niveles en lugar de porcentajes, no solo se genera mayor claridad, sino también legitimidad, pues todos (estudiantes, empleadores y docentes) comparten un idioma común para describir el dominio de una lengua.

La ciencia detrás de los exámenes de lenguas: cómo sabemos qué nivel tiene una persona

Si los niveles A1, A2, B1 o B2 describen lo que una persona puede hacer en una lengua, la siguiente pregunta es inevitable: ¿cómo determinamos a qué nivel pertenece cada persona? A diferencia de lo que podría pensarse, medir el nivel de una lengua no consiste en juntar preguntas al azar ni en evaluar únicamente conocimientos teóricos de gramática o vocabulario. Un examen serio se construye a partir de un proceso científico que combina lingüística, psicología, educación, estadística y tecnología.

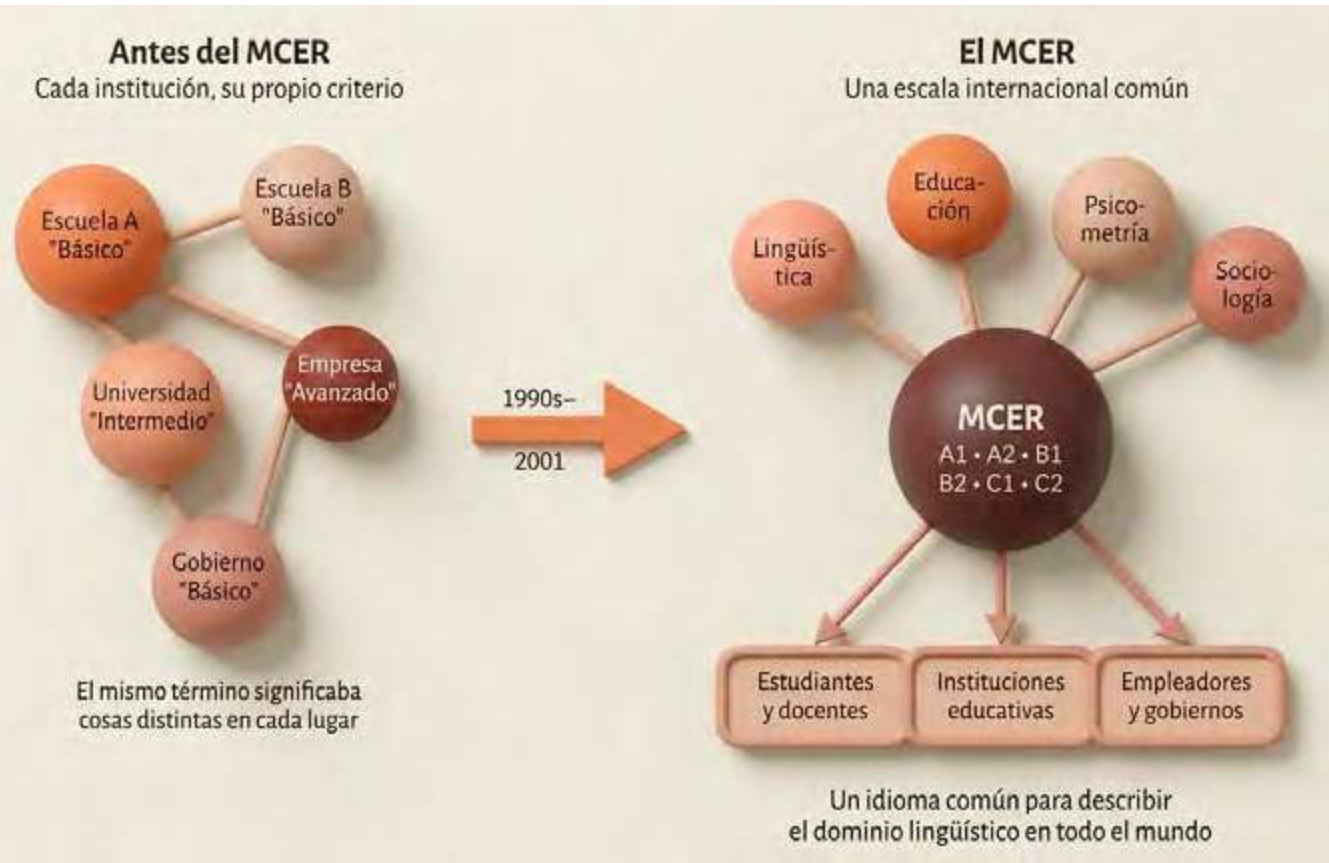


Figura 2. Del criterio institucional disperso al Marco Común Europeo de Referencia. Elaboración propia.

El objetivo no es que una persona “saque buena calificación”, sino obtener evidencia válida y confiable sobre sus habilidades comunicativas en situaciones reales de uso del idioma.

Todo examen de lenguas bien diseñado inicia con una definición clara de qué significa “comunicarse” en cada nivel. Para ello, se recurre a descripciones detalladas del desempeño lingüístico: qué tipo de textos puede comprender una persona, qué situaciones comunicativas puede completar, qué tan precisa y fluida es su producción del idioma, y en qué contextos puede desenvolverse sin dificultad. Es aquí donde la lingüística y la enseñanza se encuentran, pues cada tarea del examen debe reflejar acciones comunicativas auténticas.

En evaluación de lenguas, la unidad central de medición son las tareas del examen. Una tarea es una actividad diseñada para que la persona demuestre qué puede hacer con la lengua en un contexto auténtico. Por ejemplo, en comprensión auditiva, una tarea puede consistir en escuchar a dos personas que organizan un viaje y elegir la información correcta sobre fechas y destinos. En lectura, podría tratarse de interpretar un anuncio, una reseña o una noticia para identificar datos específicos. En expresión oral, una tarea puede ser describir una fotografía, narrar alguna experiencia o sostener una conversación. Cada una de estas tareas reflejan acciones comunicativas auténticas de uso del idioma.

Una vez diseñadas las tareas, entra en escena la psicometría, la disciplina que estudia científicamente cómo medir características humanas que no se pueden observar directamente, como la inteligencia, la personalidad o, en este caso, el dominio de una lengua. Cada pregunta, instrucción o actividad se somete a pilotajes con diversos grupos de sustentantes. Estos datos permiten determinar si las tareas funcionan adecuadamente: si algunas son demasiado fáciles, demasiado difíciles, confusas, sesgadas o incapaces de distinguir entre distintos niveles de habilidad. A través de modelos estadísticos especializados, herramientas que permiten calcular con mayor precisión qué tan difícil es cada pregunta y si mide lo que realmente se pretende medir, se buscan patrones consistentes que permitan interpretar los resultados con precisión.

Esta fase garantiza que los resultados emitidos sean válidos, justos y confiables.

Finalmente, ahora la evaluación incorpora avances tecnológicos que permiten mejorar la accesibilidad, automatizar parte del análisis y ofrecer exámenes más acordes a las necesidades de cada sustentante. Desde plataformas digitales hasta sistemas de reconocimiento de voz, la tecnología contribuye a que la medición sea más eficiente, sin perder rigor. En conjunto, estos procesos hacen posible que un examen refleje de manera fiel lo que una persona puede hacer con una lengua y que su nivel se determine únicamente con evidencia científica (Figura 3).



Figura 3. Proceso científico de construcción de un examen de lenguas. Elaboración propia.

¿Qué miden realmente los exámenes de lenguas?

Si un examen serio se construye a partir de tareas comunicativas cuidadosamente diseñadas y validadas, la pregunta ahora es: ¿qué miden exactamente esos exámenes? La respuesta puede parecer sencilla, pero suele estar rodeada de ideas equivocadas. Mucha gente piensa que los exámenes de lenguas miden únicamente gramática, listas de vocabulario o reglas que se memorizan. En realidad, la evaluación de lenguas no se enfoca en lo que una persona “sabe”, sino en lo que puede hacer con ese conocimiento en situaciones específicas. Esto significa que el objetivo principal no es evaluar la memoria, sino la capacidad comunicativa, entendida como la habilidad para comprender, interactuar, expresar ideas y desenvolverse en contextos sociales reales de uso del idioma.

Cuando una persona presenta un examen, lo que está demostrando no es si recuerda reglas gramaticales, sino si puede entender una conversación, interpretar un texto informativo, redactar un mensaje coherente o intercambiar información. Un examen de comprensión lectora, por ejemplo, no mide si alguien sabe cómo se forma el pasado en inglés, sino si puede entender a un texto que describe un sitio turístico o explica un procedimiento. En la comprensión auditiva, no se evalúa si el sustentante conoce todas las palabras del audio, sino si es capaz de inferir significados, identificar ideas principales o reconocer información relevante. En la expresión escrita, el interés está en la claridad, la organización, la coherencia y la adecuación al propósito comunicativo. Y en la expresión oral, lo que cuenta es la capacidad para interactuar, negociar, responder con naturalidad y ajustarse al contexto.

Estos componentes forman una visión integrada de la competencia lingüística, donde la gramática y el vocabulario sí son importantes, pero no como fines en sí mismos.

Su relevancia depende de cómo contribuyan a la comunicación. Una persona no demuestra nivel B1 porque conoce cierta cantidad de palabras, sino porque puede narrar experiencias, explicar opiniones simples o manejar la mayoría de las situaciones que surgen durante un viaje. Del mismo modo, alguien no obtiene un nivel B2 por acumular conocimientos de reglas gramaticales, sino por su capacidad para sostener conversaciones fluidas, comprender argumentos y producir textos claros en una variedad de temas. Al final, un examen de lenguas mide la capacidad de una persona para comunicarse en el mundo a través del lenguaje.

¿Por qué necesitamos comprender cómo se evalúan las lenguas?

Comprender qué miden y cómo funcionan los exámenes de lenguas no es información reservada a especialistas. Es un conocimiento que impacta la vida cotidiana de millones de personas: estudiantes que buscan ingresar a la universidad, profesionistas que necesitan certificar su nivel para acceder a mejores empleos, instituciones que diseñan programas de estudio, o empresas que desean tomar decisiones informadas al seleccionar a su personal. Cuando la sociedad usa o interpreta los resultados de una evaluación lingüística como porcentajes abstractos, pierde de vista la información real del desempeño comunicativo.

En cambio, cuando se entiende qué significa estar en un nivel A2, B1 o B2, se abre la puerta a decisiones más claras, informadas y transparentes.

A esta comprensión informada de cómo funcionan las evaluaciones la llamamos *literacidad en evaluación*, un concepto que no pertenece solo al ámbito académico, sino que tiene consecuencias en la vida de las personas.

La literacidad en evaluación de lenguas, es decir, la capacidad de entender, interpretar y usar con criterio los resultados de una evaluación de lenguas, implica saber que los niveles describen capacidades concretas, no fragmentos de conocimiento. Significa también comprender que los niveles describen capacidades concretas, no fragmentos de conocimiento, y que un examen no evalúa perfección, sino suficiencia comunicativa. Cuando alguien cree que “solo tiene 60% de inglés”, puede sentir frustración, pensar que no avanza o incluso abandonar el aprendizaje del idioma. Pero cuando descubre que posee un nivel B1 y entiende qué puede lograr con ese nivel (desenvolverse en viajes, describir experiencias y opiniones, leer textos sencillos sobre temas conocidos, escribir correos sobre asuntos cotidianos, entre otros) cambia la percepción de su propio progreso. El lenguaje deja de verse como una competencia imposible de completar y se convierte en un proceso continuo de desarrollo de habilidades.



Esta comprensión también beneficia a las instituciones educativas. Un programa de idiomas que coloca a estudiantes por porcentaje corre el riesgo de asignarlos a niveles incorrectos. En cambio, cuando se utilizan estándares como el MCER, es posible diseñar cursos más coherentes, establecer expectativas realistas y fijar metas que guíen el aprendizaje. A nivel social, la literacidad en evaluación contribuye a la equidad. Cuando las personas conocen cómo se construyen y validan los exámenes de lenguas, pueden exigir procesos más transparentes, identificar evaluaciones ineficientes y promover políticas que promuevan certificaciones de calidad para todos, incluidas las comunidades que tradicionalmente han tenido menos acceso a oportunidades.

La literacidad en evaluación de lenguas no es un lujo académico: es una necesidad social.

Conclusión: comprender la evaluación para transformar el aprendizaje de lenguas

Medir el conocimiento de una lengua siempre ha sido un desafío, no porque falten exámenes, sino porque a menudo falta comprender qué significan realmente sus resultados. A lo largo de este artículo observamos que evaluar una lengua no se trata de acumular palabras, memorizar reglas o “llenar” un idioma hasta alcanzar cierto porcentaje de conocimiento. Evaluar lenguas significa entender la comunicación humana en toda su complejidad y traducirla en descripciones claras que orienten el aprendizaje, abran oportunidades y permitan decisiones más justas. Los niveles del MCER nacieron precisamente para eso: para ofrecer un lenguaje común que sustituya la confusión de los porcentajes por definiciones concretas de lo que una persona puede lograr con una lengua.

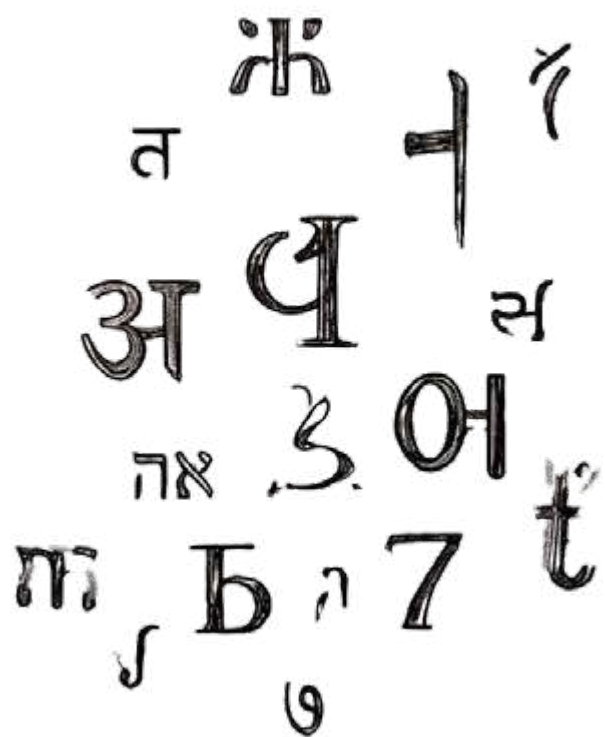
Esta comprensión afecta la vida de quienes buscan una beca, desean ingresar a una universidad, necesitan un mejor empleo o simplemente quieren comunicarse con mayor seguridad. Cuando alguien sabe qué significa estar en A2, B1 o B2, puede establecer metas más alcanzables, reconocer sus avances y comprender que hablar una lengua implica habilidades diversas que se desarrollan en momentos distintos. De igual manera, las instituciones educativas y los empleadores pueden tomar decisiones más transparentes, evitando interpretaciones porcentuales que generan desigualdad o expectativas irreales.

Al mirar hacia el futuro, queda claro que la evaluación de lenguas debe seguir evolucionando. Nuevas tecnologías, diversidad cultural, accesibilidad para personas con discapacidad y reconocimiento de las lenguas originarias desafían a la evaluación a ser más humana, más flexible y responsable. Pero por más sofisticados que sean los instrumentos de evaluación lingüística, nada será suficiente sin una sociedad que entienda lo que la evaluación puede (y no puede) decirnos. La literacidad en evaluación es, en este sentido, una forma de derecho lingüístico: nos permite participar con conciencia en un mundo cada vez más multilingüe.

Por ello, invito a quienes leen este texto a mirar de nuevo su relación con las lenguas (ya sea el español, una lengua originaria, el inglés o cualquier otra), a reflexionar sobre lo que significa “saber” una lengua, y a dar un paso más: cuestionar, preguntar e informarse. La próxima vez que alguien diga “hablo inglés al 80%”, quizá podamos responderles con un argumento poderoso: las lenguas no se miden en porcentajes porque no somos máquinas que almacenan datos, sino personas que construyen significado.

**Las lenguas no se llenan, se viven,
se practican y se construyen.**

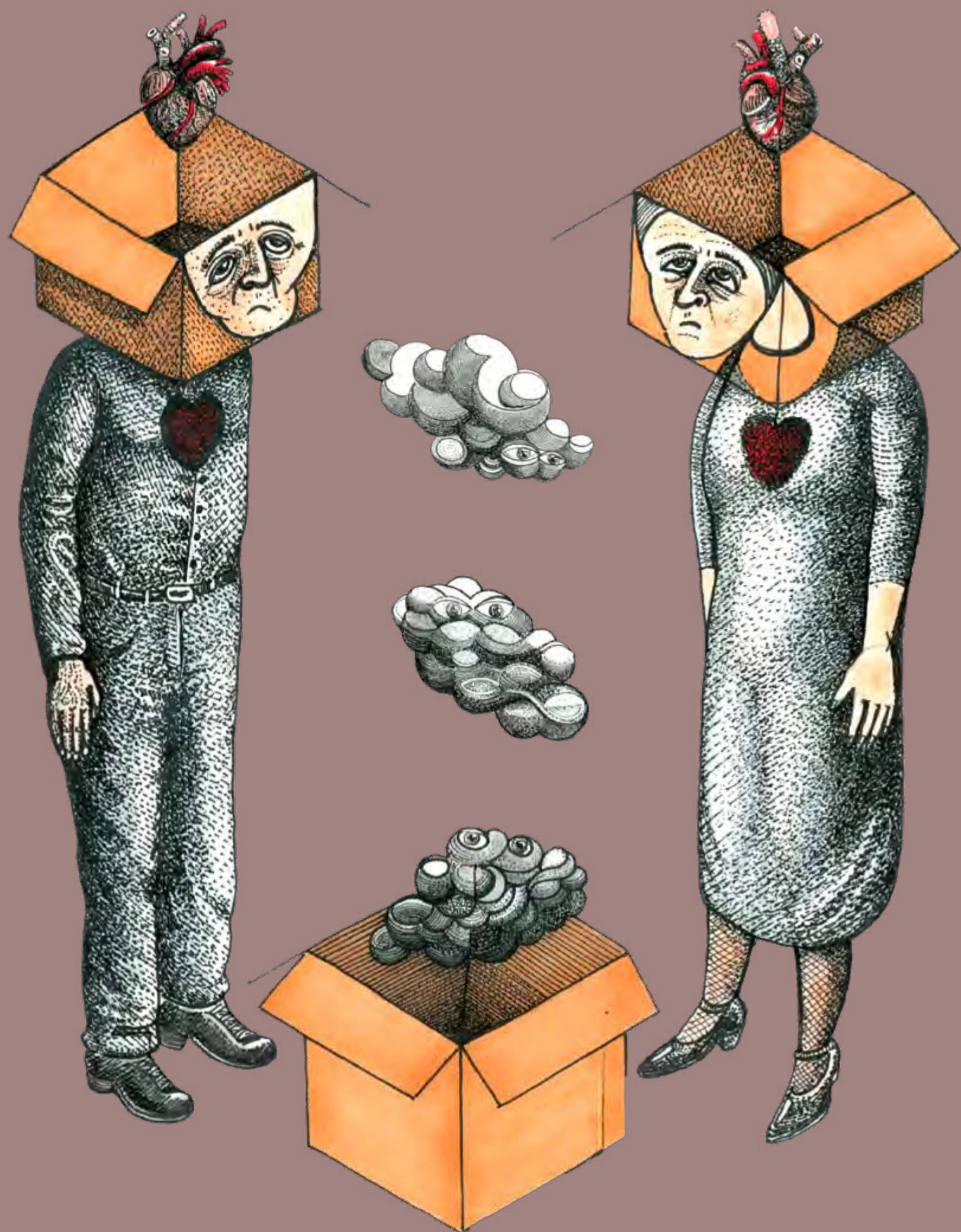
Y en ese proceso, cada nivel que alcanzamos no es un número, sino una forma distinta de entrar en diálogo con el mundo.



Lecturas recomendadas

- Bachman, L. F. & Palmer, A. S. (2010). *Language assessment in practice*. Oxford University Press.
- Council of Europe. (2020). *Common European Framework of Reference for Languages: Learning, teaching, assessment – Companion volume*. Council of Europe Publishing. <https://www.coe.int/en/web/common-european-framework-reference-languages/cefr-companion-volume-and-its-language-versions>
- Fulcher, G. & Davidson, F. (2022). *The Routledge handbook of language testing*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003220756>
- O'Sullivan, B. (2021). *The Comprehensive Learning System*. British Council. <https://doi.org/10.57884/ZDEC-CK78>
- Shohamy, E. (2001). *The power of tests: A critical perspective on the uses of language tests*. Pearson Education.





Claves para atravesar la pérdida: un mapa del duelo

Luz Karina Cortez Guzmán y
León Felipe Beltrán Guerra

¿Recuerdas la primera vez que tuviste un cambio importante en tu vida? Tal vez sea difícil, pero sí es posible recordar uno que marcó un antes y un después. La psicología tiene nombres para estos cambios cuando estudia el desarrollo humano, explicando las influencias normativas (como la pubertad o el envejecimiento) y las influencias no normativas (como un accidente o una migración forzada).

A lo largo de nuestra vida se presentan cambios constantes propios del desarrollo humano que se desencadenan después de finalizar una etapa del ciclo vital como pasar de la niñez a la adolescencia, de la adultez a la vejez y así consecutivamente hasta el final de la vida.

Si bien, estos cambios abren un proceso de adaptación, son normales y suceden como patrones compartidos entre individuos, mantienen características basadas en la experiencia propia de cada persona. Esto quiere decir que, aunque existen algunos cambios universales,

la manera de experimentarlos varía dependiendo cómo surjan y los recursos que se tienen para hacerle frente.

Hay cambios que se espera que sucedan en algún punto, por sus características de crecimiento o maduración, pueden ser visibles, como la caída de los dientes de leche en la infancia; o ir más allá de lo físico, como mudarse solo a un departamento después de la mayoría de edad e iniciar roles de la vida adulta. Este tipo de cambios son considerados como *influencias normativas*. Dichas influencias normativas pueden ser entendidas como aquellas de un suceso

que ocurren de manera parecida en la mayoría de las personas de un grupo, también pueden entenderse como esas situaciones y cambios que le pasa a la mayoría (Papalia & Martorell, 2017).

Es importante mencionar que en este tipo de situaciones entran en juego las características del cuerpo humano y la edad o momentos históricos, pues estos cambios normativos son comunes en las personas por esas condiciones. Algunos ejemplos de las influencias normativas relacionadas con la edad son: aprender a caminar, entrar a la escuela, la pubertad o jubilación. Y momentos que marcan a toda una generación como una pandemia, guerra o el avance tecnológico son normativas relacionadas con la historia.

Por otro lado, hay cambios por *influencias no normativas* ya que son sucesos que desequilibran la idea de cambios cronológicos, pues no suceden a una edad esperada ni siguen un patrón en común, desestabilizan a la persona por ser inusuales e irrumpen en la armonía de la estructura cotidiana.

Las influencias no normativas suelen darse principalmente mediante dos maneras: la primera es ser totalmente inusuales o que no se deberían experimentar por ley de vida, como un accidente. La segunda es que pueden ser eventos esperados, pero en un momento impredecible, como la muerte de las figuras paterna o materna en la infancia. Otros ejemplos son la migración, una enfermedad crónica, la muerte de un ser querido por causas no naturales o de forma súbita, ser víctima de violencia, pasar por una experiencia traumática o un desastre natural.

Es importante mencionar que desde el punto de vista del desarrollo humano, todas las personas tenemos características que nos hacen únicas y diferentes, y que a lo largo de nuestra vida vamos presentando cambios.

En este sentido, es posible afirmar que las personas somos multifacéticas de forma predeterminada, pues cada variación en el curso de la vida exige adecuación orgánica (ajustes del cuerpo y psicológicos) y sistémica (ajustes sociales y conductuales).

De ahí que ciertos sucesos o experiencias impacten particularmente en la integridad de la persona y generen cambios en las diferentes áreas de vida.

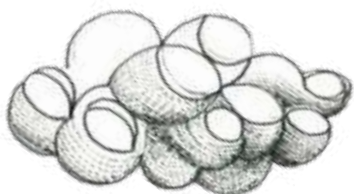


¿Qué soltamos ante el cambio?

Los cambios que presentamos a lo largo de nuestra vida tienen una estrecha relación con la pérdida, pues implica dejar atrás versiones del estilo de vida llevado antes del suceso, haciendo referencia a cosas que formaron la integridad de cada individuo: su lado biológico, psicológico, social, cultural y material. En otras palabras, uno o varios elementos del cuerpo, de los pensamientos, creencias, las personas con las que se tuvo relación y los objetos de valor poseídos, se pierden tras el cambio, dando paso a una nueva condición con necesidades diferentes.

Hablar de un cambio, implica referirse a que la pérdida es la carencia o privación de lo que se poseía. No obstante, no se limita únicamente a objetos, sino que incluye vínculos significativos los cuales no son tangibles, pero forman parte de la vida afectiva y relacional del individuo.

Es así como podría tratarse de algún juguete que extraviáramos en la infancia, el diente de leche que mudamos, las amistades que se fueron, la relación amorosa que terminó, habilidades, capacidades, el cambio de un trabajo, cambio de residencia o la muerte de un ser querido. En términos generales, es posible clasificar estas pérdidas en cuatro grandes categorías (Secretaría de Salud, 2021).



Relacionales: son pérdidas en las relaciones entre personas, caracterizada por la ruptura de un vínculo con alguien más como una separación, el fin de una relación amorosa, el fallecimiento de una persona cercana, los abandonos, las privaciones afectivas y los abusos.

Intrapersonales: se refiere a la pérdida de capacidades físicas o mentales, se caracteriza por la dependencia de alguien más e implica cambios en las condiciones de vida que requieren de adopción de nuevas estrategias para la cotidianidad.

Materiales: aparecen cuando se pierde algún objeto o posesión valorada, ya sea por extravío, daño o desprendimiento voluntario.

Evolutivas: relacionadas con el ciclo vital, es decir, las distintas etapas del desarrollo humano, ya que, en cada etapa evolucionamos por lo que implica dejar parte de lo que éramos y adaptarnos.

Es así como la pérdida es parte de un cambio evolutivo, normal y que se da en todos los seres humanos como constantes renovaciones de las posesiones tangibles y emocionales.

Depende de cómo nos adaptamos es el bienestar personal que se tendrá al pasar por el cambio y la pérdida.

Por ello que ante una pérdida significativa muchas personas pueden atravesar un estado temporal de desorganización (crisis) e iniciar un proceso de adaptación (duelo).

La crisis es como llegar a un departamento nuevo con todas tus cosas tiradas en cajas por el suelo. No sabes por dónde empezar. Te sientes abrumada o abrumado, cansada o cansado, quizá solo puedes sentarte a llorar entre el desorden. Todo es demasiado al mismo tiempo. El duelo, en cambio, comienza cuando poco a poco empiezas a abrir las cajas. No porque ya no duela haberte mudado, sino porque necesitas aprender a habitar este nuevo espacio.

El duelo es acomodar algunas cosas, otras no sabes todavía dónde ponerlas, y hay objetos que duele tocar. Pero empiezas, lentamente, a construir un nuevo orden. Adentrarse al duelo después de una pérdida significativa puede generar emociones inclinadas al dolor; no es una decisión consciente, es el propio organismo intentando responder y establecerse a una nueva realidad.

¿Qué es el duelo y cómo se vive?

La palabra duelo proviene del latín *dollums* que significa dolor o aflicción. El duelo es un proceso natural de readaptación después de vivir una pérdida significativa, surge por el afecto que termina principalmente por el vínculo de la relación entre el doliente y el objeto perdido (Fernández & Gómez, 2022).

El duelo no es un proceso que se tenga que pasar como si fuera una receta y no es posible generalizar la experiencia por su complejidad, pues las personas lo experimentamos de manera diferente; sin embargo, existen modelos que explican algunas características que pueden manifestarse tomando en consideración que es un proceso que consta de pautas.

Uno de estos modelos, propuesto por la psiquiatra Elisabeth Kübler Ross, describe que el duelo transcurre mediante cinco etapas: negación, ira, negociación, depresión y aceptación. Dichas etapas no son rígidas ni universales, más bien, explican ciertas reacciones emocionales después de la pérdida. Otro modelo, muy útil, fue establecido por Vicente Alberola Candel y colaboradores (Alberola *et al.*, 2008). En este modelo nacido en el ámbito de la oncología y el cuidado de pacientes terminales se presentan las siguientes etapas:

Entumecimiento y embotamiento: esta fase es como el *shock*, se percibe la situación como si no fuera real, emocionalmente siente poco o nada, en general es como si bloquearan sentimientos y se cuestionara la verdad.

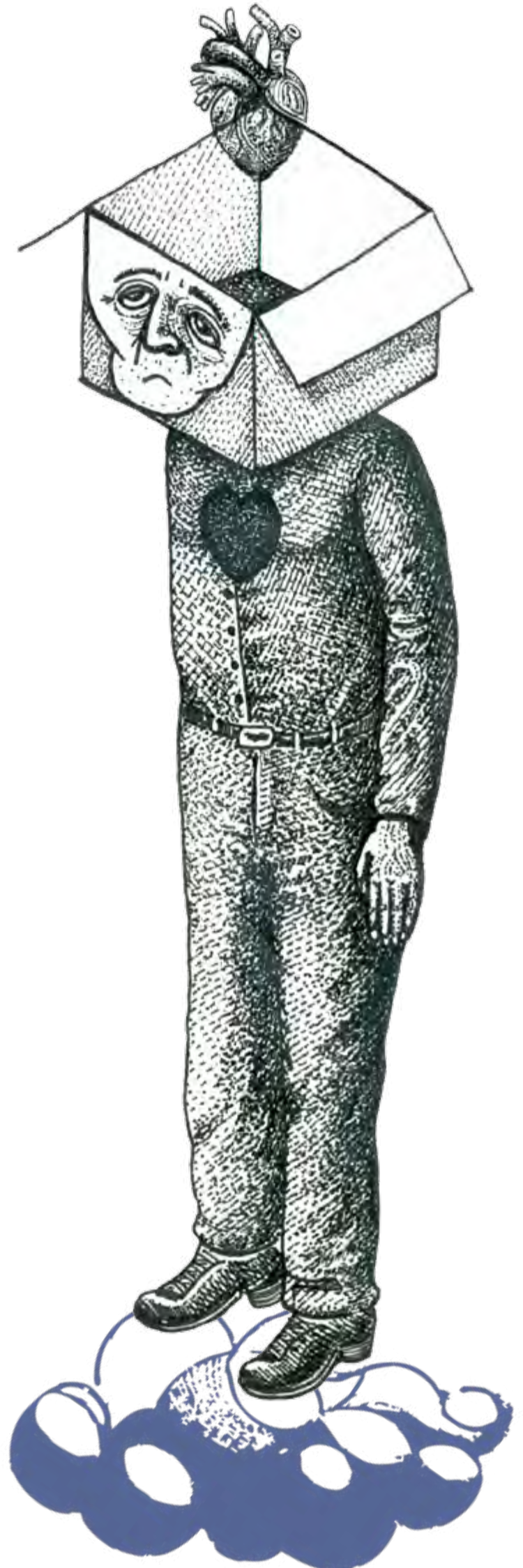
Anhelos y languidez: inicia un fuerte sentimiento de tristeza y deseo de recuperar lo perdido, también puede surgir tensión en forma de enojo, reproches, baja autoestima y periodos de nerviosismo o confusión donde la persona se ve vulnerable y en estado de alerta.

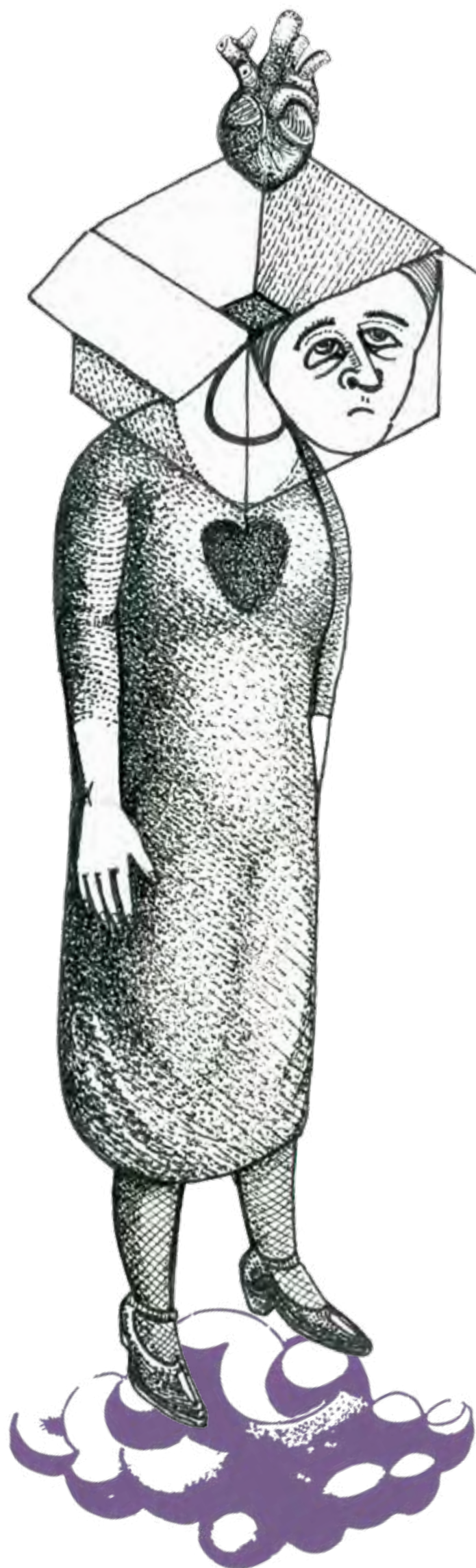
Desorganización y desesperación: la intensidad emocional baja, pero aparece el desinterés por el futuro, periodos de desesperación e indiferencia en acciones diarias. Por tanto, puede surgir aislamiento social y desesperanza.

Reorganización y recuperación: poco a poco regresa la energía y el placer por las acciones de la vida cotidiana, gradualmente reaparece la motivación y los proyectos. No significa que se olvida el hecho, pero se logra vivir integrando la pérdida como parte de la historia.

Las fases descritas no suceden con un orden en específico,

la experiencia del duelo no suele ser lineal y la durabilidad de este varía según el tipo de pérdida, la personalidad, la forma de afrontamiento, los recursos y herramientas.





Reconocer la pérdida

Los modelos explicados anteriormente ilustran las fases por las que se puede atravesar; sin embargo, estas representan un desafío en la elaboración del duelo. Así, es posible encontrar otras propuestas donde el doliente cumple un rol activo mediante cuatro tareas:

Aceptar la realidad: aunque exista evidencia de la ruptura con lo perdido se sostiene una sensación de irrealdad y dificultad para crearlo.

Trabajar las emociones y el dolor: es aquí donde es necesario permitirse expresar todas las emociones que se tengan, contrario a lo que comúnmente se dice: sentir dolor es parte de un reajuste.

Adaptarse a un medio con la ausencia: es retomar poco a poco la acción incluso teniendo en cuenta la privación con el objeto perdido. Enfatiza que si se trata del fallecimiento de un ser querido esta tarea depende de la relación que hubo entre pares.

Recoloca emocionalmente y permite continuar: implica lograr vivir de manera plena y satisfactoria, sin que el sufrimiento por la pérdida limite la capacidad de experimentar emociones positivas hacia los demás.

Lo más importante es permitirse atravesar ese estado de transición y generar resiliencia para enfrentar los retos físicos, emocionales y sociales que genera la ausencia procurando el bienestar personal.

Resiliencia como recurso de adaptación

La resiliencia es la capacidad de hacer frente o adaptarse a una situación adversa, potencialmente dañina, un trauma, una tragedia o amenaza.

La palabra proviene del latín *resilio* o *resilire* que significa volver atrás o rebotar. El concepto es adaptado en la psicología, para describir la capacidad de adaptarse, recuperarse y funcionar de manera saludable tras enfrentar adversidades, traumas, tragedias o estrés significativo.

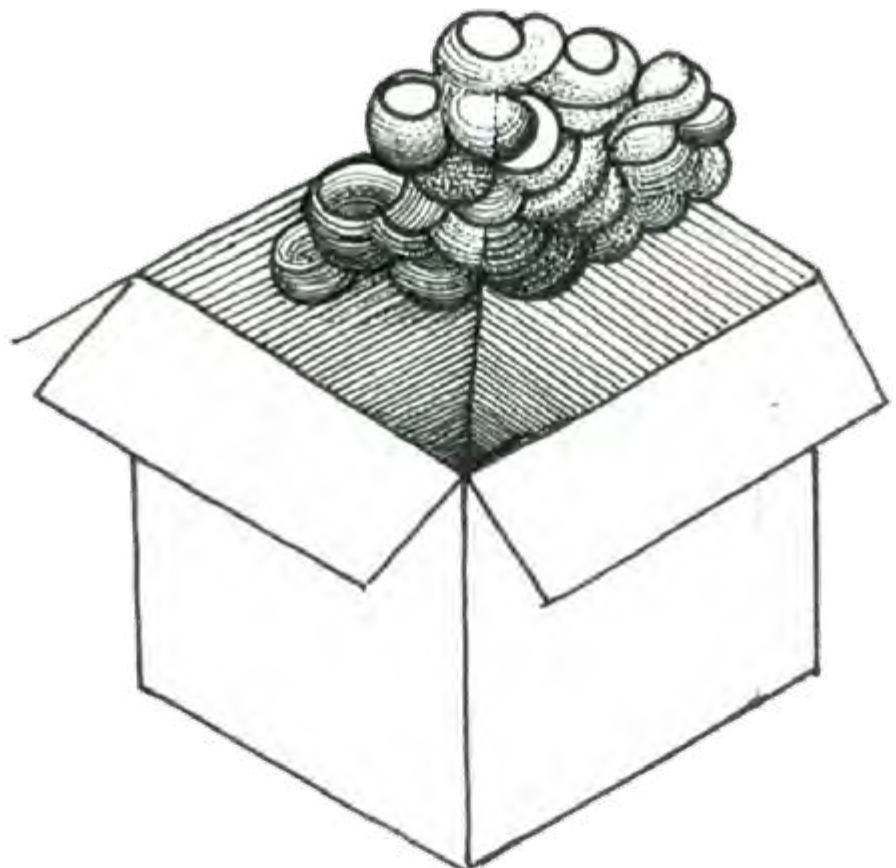
Esta cualidad está estrechamente relacionada con cómo se moviliza la persona en un proceso de duelo para sobrellevar los cambios de la pérdida y continuar pese a las circunstancias negativas. En la construcción de la resiliencia, es posible identificar diversos factores involucrados como lo son los recursos internos del sujeto, el significado que se obtiene del hecho traumático y el apoyo social (Fernández & Gómez, 2022).

Una forma de generar resiliencia en el duelo se presenta al trabajar con lo anterior, que indica, en palabras más sencillas: qué hace el individuo con los sentimientos y pensamientos, si se permite expresarlos reguladamente; cómo concibe la pérdida para sí mismo y cuál es su narrativa. Finalmente, si recurre o genera redes de apoyo con seres queridos y consulta profesionales de la salud mental si es necesario.

A manera de conclusión, se destaca que los cambios son una condición natural a lo largo de nuestra vida, y con ello las pérdidas también. La propuesta es que podamos reconocer el momento en que se presentan, pero también identificar las herramientas que tenemos como personas para hacer frente a estas situaciones, con la finalidad de mantener el equilibrio para estar bien a nivel individual y con las personas que nos rodean.

Referencias

- Alberola Candel, V., Adsuaara Vicent, L. & Reina López, N. (2008). *Intervención individual en duelo*. Hospital Arnau de Vilanova. <https://centrohumanista.edu.mx/biblioteca/files/original/8990a3d82b1e4fc31c27ea66d912bc58.pdf>
- Fernández Fernández, J. A. & Gómez-Díaz, M. (2022). Resiliencia y duelo ante la pérdida de un ser querido: Una revisión sistemática. *Revista de Psicopatología y Psicología Clínica*, 27(2). <https://doi.org/10.5944/rppc.27762>
- Papalia, D. E. & Martorell, G. (2017). *Desarrollo humano*. McGraw-Hill Education.
- Secretaría de Salud (2021, 30 de abril). *Cuaderno Informativo Duelo*. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/816617/Cuadernillo_Duelo_2021.pdf





¿Existe un último llanto?

Reflexión sobre la neurobiología del duelo y la empatía

Saraí Pulido Trujillo

Cuando era pequeña no soportaba el llanto de otros niños, estaban por todos lados y como si se ganaran un premio al hacerlo, incluso cuando se juntaban varios niños en un mismo sitio, subían el volumen de tan desagradable concierto, eso debía llamarse “el premio al más llorón” y en verdad que era en todos lados, en el autobús, en los hospitales, en los restaurantes, en los cines y no podían faltar en las escuelas.

Mi colegio estaba lleno de niños chillones, llorando por todo, por caerse, porque les tiraban el lonche, porque sacaban malas notas, porque les pegaban por accidente con la pelota, porque se le rompía la punta al lápiz, uff qué desesperante, todo eso lo tuve que aguantar, yo no era así de chillona, yo era una niñita muy bien portada que sabía identificar lo que quería, si tenía frío pedía un abrigo, si tenía hambre pedía comida y así, cada una de mis necesidades se encontraban satisfechas.

Mi madre decía que todo eso era normal, que los niños tenían que llorar desde que nacían porque era la prueba del buen funcionamiento y desarrollo pulmonar.

Cuando no lloraban al nacer los padres y los médicos sabían que algo no andaba bien, entonces buscaban la manera de que el bebé respirara y esbozara ese deseado llanto, cuando eran niños de meses y no hablaban, la manera en que se comunicaban era a través del llanto, era así como el cuidador se daba cuenta que algo le hacía falta al bebé y se involucraba en un constante descubrir de descontentos hasta lograr saciar la exigencia y sentirse avantes.

En una ocasión le pasó a mi madre conmigo, lloré (pero bonito, bajito, quedito, de manera que podía

ser soportable, no como los demás niños del mundo) entonces se embarcó en la tarea de descubrir qué provocaba mi queja. Me cambió el pañal, pero continuaba el disgusto; me dio comida, pero yo no la quería; me cargó en brazos y me balanceó, pero no sirvió; me mostró juguetes coloridos y musicales sin lograr un efecto de paz. Puso “música instrumental para calmar y relajar los corazones de los niños”, pero tampoco funcionó; abrió las ventanas, luego encendió el calefactor, me abrigó, me puso un hilo rojo alrededor de mi muñeca, hasta puso su propia saliva en mi frente (no entendí por qué hizo eso, fuchi) pero el llanto seguía.

Así que, en un intento desesperado comenzó a quitarme la ropa para darme un baño, y cuando quitó la calcetita de mi pie derecho, se escuchó silencio, paró el sufrimiento, la calceta estaba sujetando muy fuerte mi tobillo y eso me incomodaba. Desde entonces mi madre estiraba las calcetas como veinte veces antes de ponérmelas, era preferible que las anduviera perdiendo por todos lados porque me quedaban flojas, pero jamás volví a llorar por calcetas ajustadas; hasta la fecha solo uso las calcetas al ponerme zapatos cerrados, sino es necesario no las uso y menos para dormir aunque mis pies se estén congelando.

Cuando llegué a la adolescencia el llanto de las personas alrededor menguó, ya éramos niños grandes a quienes les daba vergüenza llorar en público

o que los demás vieran algún síntoma de debilidad en nosotros, las razones eran diferentes, se lloraba por el divorcio de los padres, por la muerte de la mascota o por perder a la novia o novio, bueno, también por cosas imaginarias, como le pasó a mi amiga Sué.

Un día entró a su casa justo cuando su hermano Santiago dijo a gritos: “Esa chamaca es una floja, no hace nada” y durante una semana ella se sintió muy triste y no faltó un día sin que se le escurrieran las lágrimas al recordar lo que su hermano había dicho.

Pero una vez que tuvimos un día pesado en la escuela, llegó molesta a casa y le reclamó a su hermano: “¿Y tú por qué me llamaste chamaca floja?”. Santiago se dobló de la risa al escucharla: “No nena, no hablaba de ti; me refería a Cleo [su gata] porque todo el día estuvo acostada en mi cama y me llenó de sus pelitos el uniforme”.

Cuando Sué nos contó el desenlace de su historia, todos los presentes pensamos que había sido un mal entendido muy desagradable. Entonces reflexionábamos sobre todos los malos entendidos que nos habrían hecho llorar a lo largo de nuestra vida, claro que con 12 años para muchos no es una larga vida, pero para nosotros lo era todo.

Un día en la escuela nos pidieron realizar una exposición de tema libre, todos levantaron la mano dando sus temas, “Yo quiero hablar sobre arte y traeré fotos de mis dibujos y pinturas”, “Voy a exponer sobre el tiburón blanco y traeré mi disfraz de tiburón puesto”, “Quiero exponer sobre el deporte porque me gusta el voleibol”. Me di cuenta que mis compañeros tenían muy definidos sus gustos, pero yo no sabía qué tema quería dar a conocer, entonces me vino una brillante idea:

“Yo quiero saber por qué la gente llora, entonces eso investigaré para exponer”.

En los libros descubrí que mis lágrimas no son solo agua salada; son un cóctel biológico. El aceite evita la evaporación, las enzimas combaten gérmenes y la mucosa las mantiene adheridas a mi mirada, como un escudo protector. Tenemos tres tipos de lágrimas, las *lágrimas basales* que nutren el ojo por lo tanto no se producen en gran cantidad, solo lo necesario; las *lágrimas reflejo* son las que se activan cuando cortamos cebolla para proteger nuestros ojos, y las *lágrimas emocionales* las que producimos al sentir tristeza, miedo, alegría, enojo o dolor. Estas dos últimas se consideran como llanto.

Supe que cuando lloramos recibimos apoyo social y eso nos hace sentir mejor, además las lágrimas tienen una composición química, liberan oxitocina y endorfina que nos ayuda a sentir alivio. Después de llorar es normal tener facilidad para conciliar



el sueño. Cuando terminó mi exposición mis compañeros dijeron que les había gustado el tema que elegí y respondí que lo mejor de llorar era recibir abrazos. Pero como también nos podemos abrazar sin llorar, como buenos amigos nos abrazamos constantemente ese día.

Una ocasión en que acompañé a mamá a una reunión con sus amigas; ellas platicaban en el comedor mientras comían pay de limón y tomaban café, yo estaba en la sala leyendo un libro que me regaló uno de mis maestros, pero como estaba cerca de ellas podía escuchar por momentos su charla. Llamó mi atención que una de ellas dijo “Amiga, no llores porque me vas a hacer llorar” y pensé que a mí no me daban ganas de llorar cuando veía a otros hacerlo. De hecho, cuando se trataba de niños o bebés quería darles una nalgada fuerte para que se callaran, pero no llorar con ellos, tal vez era algo que pasaba entre amigas, por supuesto, por eso de la empatía y de querer sentir lo que el otro siente para ayudar y dar apoyo. Posiblemente, mis *neuronas espejo*, esas encargadas de que sintamos el dolor ajeno como propio, aún estaban en desarrollo o simplemente eran selectivas.

Aun cuando había hecho mi exposición sobre el llanto, había cosas que no me quedaban claras, mamá decía que era yo muy joven aún.

Y eso lo siguió pensando incluso cuando cumplí los 18 años. Ese día me dijo: “Eres muy joven, te faltan muchas cosas por vivir; pero creo que eres una niña valiente y muy madura”. Las cosas cambiaron un poco en casa después de ese cumpleaños, no sé si fue porque comencé a madurar, como dijo ella, o si lo había planeado así mi madre. Por la noche dijo que estaba muy feliz de tenerme como hija, que yo era lo mejor que había ocurrido en su vida y que gracias por haberla hecho tan feliz.

Luego me enseñó una hoja que no entendí, incluso cuando mis ojos leían, mi mente no alcanzaba a comprender, pero mi corazón se aceleraba y lograba escuchar los latidos de mi propio corazón y algo dentro de mí estalló tan fuerte que sentí por primera vez un miedo tan intenso que mis ojos se llenaron de lágrimas que corrían imparables por mis mejillas.

Cuando volvía a ver la hoja, en automático visualicé una palabra que ya había leído como cinco veces “carcinomatosis”; de nuevo no la entendí. Sabía que no le había ido muy bien en sus análisis, poco más tarde comprobé mi sospecha, esas células no solo estaban ahí, se habían diseminado, formando tumores que ya no tenían cura.

La carcinomatosis era el nombre científico de nuestra despedida.

No lloramos juntas, solo lloré yo mientras ella me veía en silencio, noté en sus ojos unas inmensas ganas de parar mi sufrimiento. Sé que por la noche ella también liberó oxitocina y endorfina a través de sus lágrimas para aminorar un poco de dolor emocional. Sentí cómo el nudo en mi garganta se aflojaba con cada espasmo, dándole la razón a aquella exposición que hice años atrás, el cuerpo no solo pide llorar, lo necesita para sobrevivir al peso del dolor. Llorar, después de todo, era una forma de apapacharnos desde adentro. Por seis meses no volví a llorar, porque las citas médicas y la quimioterapia consumían mi tiempo y mis ganas, solo pensaba en soluciones, en tratamiento, en buscar mejoras, en ser positiva, en tener buen ánimo y en que mamá estuviera cómoda.

Que mi madre tuviera muchas amigas fue muy alentador, nos sentimos muy amadas, muy apapachadas, apoyadas en todo, recibimos muchas visitas en esos meses, nos llevaban comida, nos llevaban regalos, nos daban flores. Mi amiga Sué también nos visitó y recordamos nuestras anécdotas de secundaria y reímos a carcajadas; sentirse amada, reconfortada y cobijada es un gran regalo que da la red de apoyo social.

El cuerpo de mamá no resistió más la lucha contra la enfermedad y ese día volví a llorar tan fuerte que hasta yo pensé que quizá le estaba haciendo daño a mi cuerpo; no me puse a pensar en la gente que estaba a mi alrededor, no me preocupó que mi cara se veía roja y mis ojos hinchados, ignoré que me encontraba en la calle, en ningún momento me acordé de lo desagradable que me parecían los niños chillones: quería llorar lo suficiente hasta sentirme mejor; hasta que la calceta liberara mi tobillo y volviera la calma.

Después de aquel día, el llanto se volvió un compañero frecuente en cada recuerdo y asociación con mi madre; el duelo se instaló en mis días, meses y sé que lo hará también con mis años, como un proceso de aprendizaje con el vacío. Aunque al principio sentí que el tiempo se detenía, la dinámica del mundo me obligó a integrarme de nuevo a la vida funcional, entendiendo que mi proceso era único, algo solo mío que requería, ante todo, paciencia conmigo misma.

Esa transformación cambió mi mirada hacia los demás. Ya no me parece desagradable el llanto de los niños; ahora busco comprender la razón de su incomodidad, reconociendo que cada persona vive sus procesos según su edad, experiencias y recursos. He aprendido que vivir situaciones que nos quiebran es, paradójicamente, lo que nos permite empatizar y llorar con los otros cuando más lo necesitan.

Es probable que con los años la producción de lágrimas disminuya, pero mientras haya vida, habrá llanto para expresar lo que nos duele.

Tal vez sí exista un “último llanto” para cada situación específica, marcando el cierre de una etapa para dar paso a otra. Por ahora, elijo recordar a mi madre con amor y al cerrar mis ojos ver su sonrisa; confiando en que el dolor ha encontrado su cauce y que ella descansa en un lugar de paz, donde no hay llanto y no hay dolor.

Dedicatoria: A menudo pienso que estoy soñando y que pronto despertaré. No tenerte físicamente ha sido sumamente doloroso, madre mía; nos haces falta en casa, en las fiestas y en el corazón. Tus hermanos, tu esposo, tus hijos y tus nietos extrañan tus abrazos. Yo, por mi parte, ya he expresado con letras, palabras y lágrimas el vacío que dejaste en mí y esta angustia constante de haber perdido algo vital. Esto, como muchas otras cosas que hago, está dedicado a ti, en tu memoria preciosa y amada, Andrea.





La magia de las papayas:

un cuento de crecimiento y equilibrio

David Sósol Reyes

En una densa selva habitaba una familia de monos. Al hijo menor llamado Pucho le encantaba comer diferentes frutas que recolectaba cuando iba camino a la escuela o cuando salía con sus amigos a jugar en las lianas de los árboles.

El pequeño mono disfrutaba de dulces plátanos y mangos, y con sus amigos hacían bromas con las cáscaras de las naranjas; sin embargo, la fruta favorita de Pucho era la jugosa y dulce papaya. Un día, el monito llegó a la escuela y en su lonchera llevaba unas papayas que acababa de cortar. En ese momento, sus amigos gorilas y monos le pidieron que les compartiera de sus papayas. El monito, amablemente, les dio parte de sus frutos. Esta situación ya se había vuelto frecuente, por lo que un día, cuando él pasó por las plantas de papayo, se dio cuenta que ya no había de los frutos que tanto disfrutaba. En ese preciso momento, recordó algo que su primo le había contado, que algunas plantas de papayo habían crecido cuando tiró al suelo las semillas de una papaya que se había comido.

Pucho, emocionado, tiró semillas de una de las frutas más sabrosas. Al paso de unos días, de estas semillas crecieron unas pequeñas plantitas y con ayuda de la lluvia, después de unos meses, el monito había logrado tener un montón de plantas de papayo.

Contento de su logro, el monito invitó a sus mejores amigos —al tucán y al mapache— a comer de estas deliciosas frutas. Pero cuando se encontraban ahí, el mapache se dio cuenta de que cuando agarraba las hojas de la planta entre los dedos de sus manos se quedaban impregnadas diminutas arañas de color rojo. También observó que en las hojas había algo parecido a una densa telaraña de hilos diminutos, y que los frutos se veían grises y opacos. Al volar sobre las plantas, el tucán pudo ver que las hojas se veían amarillas y enfermas.

Pucho, preocupado, no sabía qué hacer. Entonces, fueron a ver a la maestra de su escuela, quien era una sabia guacamaya, que por cierto ya había volado por muchas selvas y seguramente ella les diría qué hacer.

En la escuela, el pequeño mono y sus amigos le platicaron a la maestra lo que había pasado el día anterior. Ella interesada en la curiosidad de sus alumnos, tomó un libro de la biblioteca básica de agricultura, donde les mostró que lo que habían visto eran ácaros conocidos como “arañitas rojas”. El monito y sus amigos quedaron sorprendidos porque jamás imaginaron que las plantas de papayo tuvieran arañas tan pequeñas, pues las que habían visto en la selva eran grandes, negras y peludas.

A la hora del recreo, el monito le preguntó a la maestra por qué había tantos de esos bichos en sus plantas, si las había cuidado con tanto cariño. La maestra le dijo que las arañitas rojas se habían quedado ahí porque para ellas era más fácil desplazarse y comer cuando hay muchas plantas de papayo juntas, que cuando había dos o tres plantas de papayo dispersas en toda la selva.



Al día siguiente, la maestra decidió llevar a todo el salón al lugar donde se encontraban las plantas de papayo para dar la lección de ciencias. Llevó lupas para todos sus alumnos porque les quería mostrar algo interesante.

Cuando llegaron al lugar, les explicó que en la naturaleza, los organismos obtienen su alimento de otros organismos. Entonces, les pidió a sus alumnos que observaran con la lupa por detrás de las hojas y buscaran los lugares en donde había arañitas rojas.

El monito y sus amigos notaron rápidamente que en las hojas había también arañitas de color amarillo que corrían velozmente tratando de atrapar a las arañitas rojas. Se sorprendieron al ver que cuando las atrapaban, las empezaban a succionar, tal como lo hacen los mosquitos.

La maestra guacamaya les dijo: “Estos son ejemplos de interacciones biológicas, pues la arañita roja se alimenta de la planta y a su vez, las arañitas amarillas se alimentan de las rojas”. También les explicó que cuando un organismo se alimenta de otro organismo que causa daño a una planta que nos da alimento, esto se considera como control biológico, puesto que este proceso permite reducir la cantidad de arañitas rojas que se alimentan de las plantas de papayo y así mantienen un equilibrio en las poblaciones. La maestra les mencionó: “Estas arañitas amarillas se llaman ácaros depredadores”.

El monito se alegró de la existencia de estos bichos benéficos, porque ayudaban a sus plantas a no tener arañas rojas; de este modo él podría comer por más tiempo de sus deliciosos frutos, junto con el tucán y el mapache.

Muy contento, Pucho le preguntó a la maestra qué es lo debía de hacer para conservar a los ácaros depredadores sin romper el equilibrio. La guacamaya comentó que ella había conocido a una vieja ardilla que le gustaban tanto las papayas como a él, y que su técnica era sembrar semillas de papayas de diferentes tamaños, formas y colores. Cuando crecían las plantas, escogía los frutos más sabrosos, siempre y cuando notara que en esas plantas no tuvieran muchas arañitas rojas.

Después de realizar esta técnica varias veces, la ardilla lograba tener algunas plantas que daban papayas sabrosas, pero que a las arañitas rojas no les gustaban. Así, fue seleccionando plantas que no sirvieran como alimento ni refugio para la arañita roja: un ejemplo de “plantas tolerantes a ácaros”.

El monito, muy interesado, preguntó que si él hacía el mismo proceso de selección, también obtendría plantas tolerantes a la arañita roja, ya que, a pesar de tener los ácaros depredadores, en ocasiones no era suficiente para mantener sanas sus plantas o libres de arañitas rojas.

La maestra le dijo que sí era posible; además, le explicó que lo que tenía pensado hacer se llamaba *manejo integrado de plagas*, que era una estrategia que implicaba un conjunto de tácticas para prevenir y lograr el equilibrio entre las diferentes plagas que causan problemas cuando se



alimentaban de las plantas que eran de su interés, tal como las papayas. Asimismo, le explicó que esto también se podía practicar con los mangos, los plátanos y las naranjas. Pero le advirtió que tenía que estar muy atento y observar la presencia de cualquier bicho extraño que pusiera en riesgo las frutas disponibles en la selva.

Muy contento, Pucho comenzó su proceso de selección para lograr plantas tolerantes. Pero tenía una duda, ya que él quería que los ácaros depredadores y otros bichos benéficos se mantuvieran cerca de sus plantas para poder comerse a la arañita roja. Entonces, volvió con su maestra guacamaya y le preguntó qué hacer para que esto sucediera.

La maestra le dijo que para que esto ocurriera, debía tener diversas plantas que le proporcionaran refugio a otros insectos y ácaros, de los cuales los ácaros depredadores pudieran alimentarse. De este modo, él lograría que los ácaros depredadores estuvieran disponibles todo el tiempo para poder alimentarse de la arañita roja y otros insectos que quisieran dañar a sus papayas.

Además, le recomendó a Pucho que cuando tuviera seleccionadas sus plantas tolerantes, no sembrara las semillas que correspondieran a una sola planta, sino que era conveniente que lo hiciera de varios tipos de plantas seleccionadas. También le dijo que podía poner en el mismo espacio otro tipo de plantas, y esto le ayudaría a que la arañita roja no se lograra acostumbrar al sabor de las plantas de papayo cuando quisieran alimentarse de ellas.

La maestra guacamaya le dijo que la vieja ardilla llamaba a esta técnica *control cultural* y consistía en crear un entorno favorable para los bichos benéficos y uno no tan favorable para la arañita roja y otros insectos dañinos. También, le dijo que la vieja ardilla había aprendido esta técnica de sus padres y sus padres de sus abuelos.

Pucho realizó todas las acciones que le recomendó la maestra guacamaya. Al paso del tiempo, logró tener plantas tolerantes a la araña roja. Por otra parte, cuando notaba la presencia de esta plaga en las plantas de papayo, los ácaros depredadores que se conservaban entre las diferentes plantas, ejercían el control biológico y mantenían el equilibrio en la naturaleza. Esto permitió que Pucho y sus amigos pudieran disfrutar de dulces y jugosas papayas por mucho tiempo.

Moraleja

Pucho descubrió que cuidar de lo que valoraba, como sus papayas, va más allá de sembrar, esperar y cosechar. Aprendió que observar la naturaleza y entender cómo se relacionan los seres vivos permite mantener el equilibrio en su entorno. Además que, al combinar el conocimiento con la experiencia, es posible proteger lo que cultivamos y disfrutarlo por más tiempo. Así, Pucho comprendió que la mejor forma de cuidar sus plantas no era solo combatir las plagas, sino crear un ambiente donde la vida se equilibre.

FIN

Agradecimientos

Este cuento se desarrolló durante mi formación doctoral en el Colegio de Postgraduados, institución a la que agradezco el espacio y el apoyo para su desarrollo. Agradezco también a la Universidad Veracruzana, mi institución de adscripción actual.





Por los rumbos de Tecolutla

Memorias de una lechuza

**Diana G. Juanz Aguirre, Angelina Ruíz Sánchez,
Christian A. Delfín Alfonso, Alberto Hernández Lozano,
Eduardo Morteo Ortiz, José Luis Pérez Chacón y Ernesto Ruelas Inzuza**

Sra. Tecosautic (Doña Tecolote bajoño): Érase una vez a finales de un invierno, en la región de Tecolutla, Veracruz, que en las antiguas lenguas humanas significa “lugar donde abundan los tecolotes”, y debemos de saber que los tecolotes son aves cazadoras nocturnas que incluyen a los muchos tipos de búhos que existimos, pero también a las lechuzas. Tecolutla ofrece muchos refugios para los Tecolotes, especialmente los de tallas pequeñas, en este lugar hay manglares y popales, pero esta historia que te cuento sucedió en un bosque tropical, un poco más cercano a la presencia del ser humano.

Los árboles son más delgados y son distanciados unos de otros, también hay menos arbustos. En una caja nido, instalada en un álamo blanco, a 15 metros de altura, cada año una pareja de lechuzas durante ciertas temporadas entran y salen constantemente.

Por varias lunas nuevas solamente se nota la presencia del macho, pero después de unos meses, la madre sale acompañada de tres, o en ocasiones, de cuatro lechuzas jóvenes. Todas vuelan juntas y reconocen el lugar, saltan, se acicalan, aprenden a comportarse con sigilo durante el día y por la noche cazan, juegan y sobre todo, platican mucho.

Los humanos, a través de sus tecnologías, han hecho visible en sus computadoras el ululado de las lechuzas y búhos. Con esto, han podido identificarnos con solamente escucharnos, ¡todo lo graban! Ya sea que llamemos por una emergencia, pidamos comida, le reclame a mi marido, o haya pleitos territoriales. A pesar de ello, esos humanos no saben aún el idioma de los tecolotes, piensan que son meros sonidos. ¡Si supieran la cantidad de animales que tenemos una comunicación fluida!, tal vez sea mejor así, sino seguramente nos obligarían a contarles nuestros secretos.

La caja nido del árbol que sirvió a las lechuzas el año pasado, quedó abandonada y pasaron algunos meses para que la pareja de lechuzas regresara ya sin sus hijos. Esto es, porque cuando una pareja de lechuzas escoge un sitio para anidar y les es exitoso, lo sigue utilizando hasta que continúe disponible. Esta temporada otra vez estamos aquí, y volvemos a ver a la pareja de Lechuzas de nuevo, este año han puesto tres huevos.

No hemos tenido problemas con ellas, hasta ahora, varias veces nuestros hijos han crecido aquí y ellas han estado cerca de nosotros, todos sus hijos han sido respetuosos con nuestros horarios, no ha habido conflictos, incluso, he tenido unas conversaciones interesantes con la Sra. Lechuza, ¡y ya sé cómo se llaman todos en su familia! El Sr. Lechuza es Tetecoloh, que en la lengua náhuatl significa “búho” y la Sra. Lechuza se llama Chicuatli que en la misma lengua es ¡“lechuza” precisamente! y de sus hijas la mayor es Xooch, que en lengua maya significa “lechuza”; la lechucita intermedia es Tucúquere, que en lengua quechua es “búho” y la lechucita más pequeña se nombra Kuy, que en lenguas mayas también significa “búho”.



La señora Chicuatli me contó que sus hijas están por dejar el nido y debe prepararlas para la vida libre, por lo que les relató una información que ha sido transmitida de generación en generación por su familia, y que ahora les toca escuchar a ellas.

Todo sucedió hace unas pocas lunas, cuando al atardecer, los señores Lechuza se reunieron con sus tres lechucitas, mientras el Sr. Lechuza comentó:

Sr. Tetecoloh (Don Lechuza): En otros sitios he visto lechuzas, aunque cada vez es más difícil hallarlas, las historias que contaban los abuelos, de los bisabuelos, de los más antiguos tatarabuelos son muy distintas a lo que actualmente sucede en la región.

Sra. Tecosautic: Este año las lechuzas Tetecoloh y Chicuatli regresaron dispuestas a tener crías de nuevo ¡y lo consiguieron! Las pequeñas lechucitas crecieron muy rápido y en unos meses dejaron de ser polluelos, su plumón (la pluma inicial que no sirve para volar, pero que sí sirve para mantener calor) cambiaba al plumaje juvenil (el primer plumaje de las aves al salir del nido, con colores distintos a los de un adulto) y de pronto estuvieron listas para conocer el mundo.

Ese día, Tetecoloh, que ya ansiaba partir a solas con Chicuatli a los bosques sagrados cercanos del Mictlán, les dijo atentamente a sus tres hijas lechuzas:

Sr. Tetecoloh: Ahora que las tres han aprendido nuestro idioma y son lo suficientemente grandes para comprender, les contaremos una historia muy importante transmitida por los abuelos, de los bisabuelos, ¡de los más antiguos tatarabuelos!

Sra. Tecosautic: A partir de ahí, tanto Tetecoloh como Chicuatli, entre los dos, comenzaron a narrarles a sus hijas.

Sra. Chicuatli (Doña Lechuza): Queridas hijas mías, la historia siempre es la misma, yo la recuerdo como si me la hubiesen contado ayer, pero han pasado ya más de cuarenta lunas nuevas desde que mis padres me la transmitieron.

Sr. Tetecoloh: Antes de que abandonen este nido, deben saberlo, ya que de ello depende su futuro y también ¡deben contar este relato a sus hijos cuando los tengan tal como se los contaremos a ustedes!

Sra. Chicuatli: Contiene detalles que para una lechuza no representan ningún problema recordar, ya que poseemos una magnífica memoria y orientación geográfica.

Sra. Tecosautic: Debemos saber que las lechuzas ponen sus huevos con asincronía, es decir primero uno, a los tres días otro y así sucesivamente, por ello, siempre va a existir un hermano mayor que ocasionalmente expresa conductas distintas a las de sus hermanos más pequeños. En este caso Xooch y Tucúquere escuchaban atentamente para recordar todo con exactitud, pero Kuy se notaba un tanto somnolienta, abría y cerraba los párpados en un estado conocido como sueño-vigilia.

Sr. Tetecoloh: Hablaremos únicamente de las lechuzas, ya que los búhos son muy variados y numerosos. Se dice que nuestros ancestros viajaron desde una región conocida como el Viejo



Mundo hace ya tantas lunas que ¡tres mil lunas son pocas!, ahora es imposible poder contarlas, atravesaron aguas saladas hasta llegar a esta rica tierra nombrada el Nuevo Mundo.

Los abuelos, de los bisabuelos, de los más antiguos tatarabuelos cuentan que en cada vuelo colonizaron grandes regiones entre las que se destacan Tecolotitlán, se traduce desde el idioma de los antiguos humanos como “lugar de los tecolotes”, se halla al sur en un lugar llamado Oaxaca, muy cercano a los bosques sagrados del Mictlán.

Sra. Chicuatli: En este sitio, muchos búhos transmitieron mensajes diversos con sus ululados, y al parecer, este sitio también fue importante para los antiguos seres humanos, quienes ingresaban a esas cuevas en las que ocasionalmente descansaban nuestros ancestros.

Sr. Tetecoloh: Dicen que esto les beneficiaba ya que los antiguos humanos realizaban lo que ellos llamaban ofrendas y al irse ¡aparecía una gran fuente de alimento!, deliciosos roedores de todos los tamaños, así como arañas y murciélagos se acercaban torpemente, por lo que solo se debía esperar para acechar a la presa.

Sra. Chicuatli: Nosotros solo sabemos que esto se sigue realizando en algunas cuevas de Veracruz, en una fecha que los humanos nombran los Xochitlalis, actualmente ya las cosas son muy diferentes a como las platicaron los abuelos de los bisabuelos, de los más antiguos tatarabuelos.

Sr. Tetecoloh: Las lechuzas también llegaron a Veracruz, pronto se dispersaron por las distintas regiones de esas ricas tierras, y en Tecolotepec, que en lengua náhuatl es “el cerro del tecolote” hubo contacto con las familias y amigos lechuzas de Tecolutla.

Sra. Chicuatli: En esta región, varias lechuzas que aún no tienen pareja se reúnen para conocerse, ellas dedican mucho tiempo para platicar y platicar y claro... ¡Ponerse guapas al peinar y peinar sus plumas! Sin embargo, hay que tener mucho cuidado, porque en temporadas reproductivas es muy peligroso andar fuera de tu sitio elegido. Todos sabemos que las lechuzas dejamos de ser amistosas entre nosotras cuando alguien usurpa los recursos que tiene previstos para su familia, por ello la temporada de migración permite que nos desplazemos racionalmente como lo hacemos las lechuzas.

Sra. Tecosautic: Por unos instantes, las jóvenes lechucitas interrumpieron el relato.

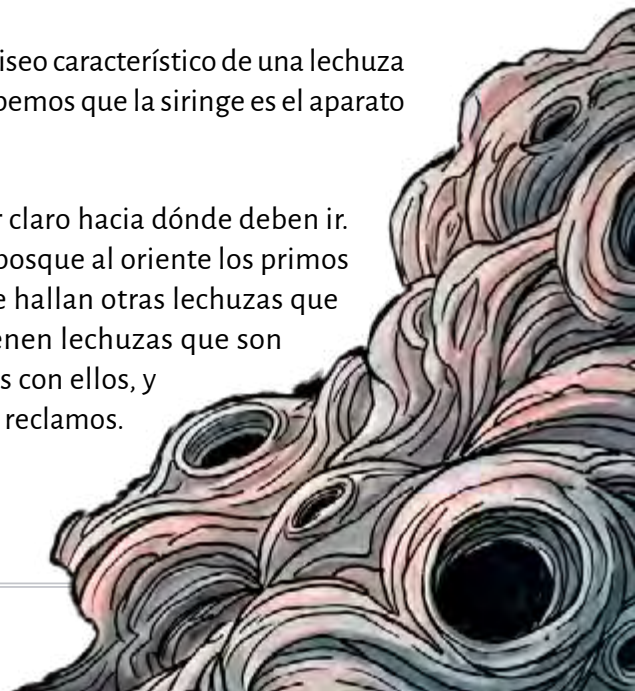
Lechucita Xooch: ¿Y en dónde más hay lechuzas?

Lechucita Kuy: ¿Qué pasó? ¿Dijeron algo de un lugar llamado Tecolotitlán?

Sra. Tecsausic: Tetecoloh se molestó rápidamente y reprendió con un picotazo a Kuy, la lechucita más pequeña, quien enseguida despertó por completo y prestó atención al resto del relato. Se sabe que las lechuzas cuidan a sus crías durante los primeros meses, pero justo al momento de la dispersión, los adultos ya no se sienten muy cómodos en atender a sus hijos, y el macho es el primero en dejar de asistir alimento a la nidada.

Entonces se escuchó un fuerte sonido ¡Shhhhh!, se trataba del siseo característico de una lechuza molesta, el sonido provenía de la siringe de Chicuatli. Todos sabemos que la siringe es el aparato con el que emitimos nuestros sonidos las aves.

Sra. Chicuatli: ¡Pronto ya no estaremos juntos!, y deben tener claro hacia dónde deben ir. Al sureste de aquí están asentados sus tíos, del otro lado del bosque al oriente los primos de mi hermana, y más en el borde, casi llegando al pueblo se hallan otras lechuzas que ya no me caen muy bien, ellos vinieron del sur, cada año tienen lechuzas que son irresponsables con nuestro territorio, ya ha habido problemas con ellos, y los adultos no solucionan, simplemente han ignorado nuestros reclamos.



Sr. Tetecoloh: Esto es muy importante, los encaminaremos en la próxima luna nueva, porque todas las lechuzas sabemos que esta es la mejor luna que podemos utilizar para que el viento nos transporte, bajo este estado de iluminación somos prácticamente invisibles a muchos depredadores. Así que tal como relataron los abuelos de los bisabuelos, de los más antiguos tatarabuelos, habrá en cada travesía peligro ya que cada tierra posee cazadores muy hábiles esperando justo el momento para atraparnos. Ustedes decidirán hasta que momento continuarán juntos o se separarán.

Sra. Tecosautic: Inmediatamente Xooch, la lechucita más grande intervino.



Lechucita Xooch: ¡Yo no conozco Tecolotepec, quiero ir! ¡Y quiero ir sola!

Sr. Tetecoloh: Con dirección al Norte se llega a Tecolotla, que en lenguas de los antiguos humanos significa “lugar de tecolotes”. En esas tierras áridas siguiendo la cuenca del río Tecoloco que en la lengua náhuatl significa “Ciudad de Tecolotes”, en lo que ahora los humanos llaman el estado de Hidalgo, ¡También hay lechuzas!

Sra. Chicuatli: ¡Te interrumpo!, alguna vez fui con su padre y es un lugar muy hostil, casi todo el territorio está ocupado, en esa ocasión otras lechuzas fueron muy descorteses y mi marido casi tuvo una pelea.

¿Queridas hijas, si recuerdan todo lo que hablamos sobre la orientación geográfica?

Sra. Tecosautic: Al unísono las lechucitas Xooch y Tucúquere contestaron primero, mientras que Kuy asintió después

Lechucitas Xooch y Tucúquere: ¡Sí, madre!

Lechucita Kuy: ¡Sí! ¡Cuando subimos a la termal, me gustó sentir la magnetita! ¡Me gustó la estrella polar! A lo lejos vi al Naucampatépetl y al Citlaltépetl. ¡Qué montañas tan grandes se ven en Veracruz!

Sr. Tetecoloh: Si continúan su camino al norte conocerán Tecoloxtitla, que en la lengua náhuatl significa “lugar entre los búhos mensajeros”, en un sitio que está dentro de lo que ahora los humanos modernos nombran la ciudad de México. Fue ahí donde las lechuzas de esta región tuvieron contacto con lechuzas de distintas regiones del Nuevo Mundo.

Sra. Chicuatli: Gracias a los relatos de los abuelos de los bisabuelos, de los más antiguos tatarabuelos se sabe de las historias que las lechuzas que fueron al norte, hacia Tecolotlán, que en la lengua náhuatl significa “sitio de tecolotes”, la que los humanos modernos nombran Jalisco.

Sr. Tetecoloh: Se sabe de otras lechuzas que siguieron más hacia el norte y llegaron hasta donde terminan la tierra y los árboles en el mundo. En esa travesía conocieron a los impresionantes y numerosos bisontes, a los que acompañaron entre las regiones gélidas y blanquecinas. Dicen que las lechuzas de esas regiones son de tallas más grandes que nosotras.

Sra. Chicuatli: En Tecoloxtitla, tal como relataron los abuelos de los bisabuelos, de los más antiguos tatarabuelos, también llegó información sobre otras lechuzas que decidieron cruzar las altas montañas que conducen hacia el sur, en donde hay un paraíso para cualquier tecolote. Esto sucedió en migraciones que duraron muchas lunas nuevas. El lugar es nombrado por los humanos modernos como Brasil, se describe con árboles que tocan los cielos, en donde hasta los idiomas de los seres humanos antiguos y de los modernos, fueron y son distintos. ¡Imagínense, en lugar de llamarnos tecolotes, o lechuzas, nos dicen Corujas!

Sr. Tetecoloh: Cuentan que algunas lechuzas llegaron a ver el borde de tierras muy altas que terminaron inundadas en hielo. El fin de la vida en el mundo. Y al igual que en nuestra región, los antiguos seres humanos de esos lejanos sitios, tenían relación de armonía con los tecolotes, ¡caray, eran otros tiempos!

Sra. Tecosautic: Se escuchó susurrar a Kuy, la lechucita más pequeña, entre la pausa de la narrativa.

Lechucita Kuy: Empiezo a tener hambre.

Sra. Tecosautic: Y de nuevo se volvió a escuchar un fuerte sonido ¡Shhh!, se trataba del siseo característico de una lechuza molesta, el sonido provenía de la siringa de Tetecoloh. Y ya sabemos que todas las aves tenemos siringa, nos ayuda a comunicarnos.

Sr. Tetecoloh: ¡Pongan atención!, al anochecer pueden ir a cazar como les enseñó su madre.

Sra. Chicuatli: Este relato ha quedado en la memoria colectiva de todas las lechuzas de la actualidad, gracias a las lechuzas intrépidas y valientes que migraron durante aquellos tiempos, es bien sabido que las travesías ofrecían una dieta muy variada, platillos únicos, una gran diversidad, riqueza y abundancia de presas. Se contaba que en cada atardecer y anochecer en medida que el vuelo lo permitía, las lechuzas viajeras encontraban deliciosas serpientes, lagartijas, topos, tuzas, musarañas, ratones, ratas, ardillas, distintos tipos de aves dormidas, polillas, saltamontes, escarabajos, ¡ohh!... de solo pensarlo se me abre el apetito.

Sr. Tetecoloh: De día, siempre deben cuidarse, a menos que ya se encuentren establecidos en un sitio que les proporcione seguridad, alimento constante y una buena vista del paisaje que les rodea, podrán ulular y llamar con toda la fuerza de su siringa. Su oído les ayudará a saber cuál es el límite que permitiría cualquier lechuza. Pero si no es un sitio seguro, entonces deben resguardarse por completo de la vista de cualquier ser viviente que pueda descubrirlos.

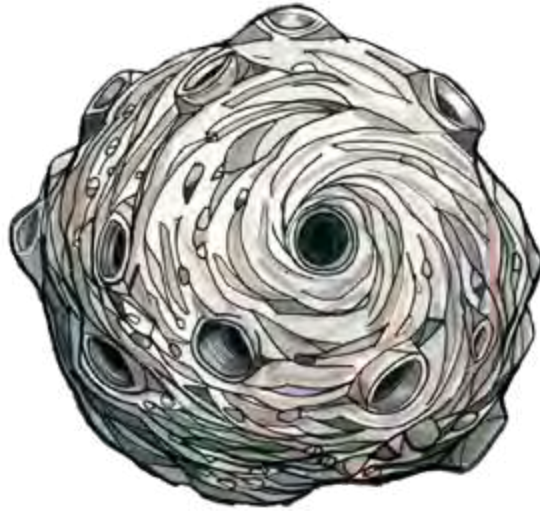
Sra. Chicuatli: ¡Los relatos de los abuelos de los bisabuelos, de los más antiguos tatarabuelos incluyeron muchos males que perjudicaron a todas las lechuzas! Sabemos de cuando la tierra se inundó, el agua lo destruyó todo y fueron obligados a huir a remotas regiones. Nuestros ancestros también vieron al fuego brotar de la tierra que a su paso destruyó tierra y árboles a su alrededor.

¡Pero la peor calamidad para todas nosotras es la humanidad! Durante muchas generaciones los humanos han combatido contra ellos mismos, se han exterminado, han desarrollado muchas formas de hacer la guerra. Lamentablemente, también hacen la guerra indiscriminada contra el resto de seres vivos a su alrededor. Ningún ser vivo se salva, destruyen árboles y animales por igual.

Sr. Tetecoloh: Cuentan que las últimas reuniones celebradas en Tecolotitlán tuvieron poca asistencia, nadie supo más sobre familias completas de regiones enteras. Los sabios ancestros, narraron que los sitios de anidación en distintas regiones dejaron de ser seguros, a pesar de contar con comida en abundancia.

Sra. Chicuatli: Se supo que muchas de nuestras lechuzas jóvenes incursionaron a los sitios donde debieron hallarse linajes antiguos de lechuzas muy queridas que simplemente fueron desapareciendo, pero, la comunicación constante con estas lechuzas también cesó. Con ayuda de todas las parejas sobrevivientes, se repitió el proceso en las últimas doce lunas nuevas, enviando jóvenes lechuzas en todas las direcciones de las que se tuvo conocimiento de la existencia de familiares lechuzas.

Sr. Tetecoloh: Lamentablemente, los resultados en la mayoría de las direcciones no fueron satisfactorios para nuestra especie. Las tribus amigables y respetuosas de seres humanos para con nosotras las lechuzas, cada vez son más escasas. Cada vez es más difícil hallar un árbol que pueda ofrecernos seguridad.



Los relatos de los abuelos de los bisabuelos, de los más antiguos tatarabuelos dicen que ¡los asentamientos humanos y pueblos son una opción peligrosa! y que ¡las ciudades, con extrema iluminación, no son un sitio en donde debamos estar! Envían un comunicado que debe transmitirse a todas las lechuzas: ¡ya no recomendamos acercarse a los seres humanos, no existe una buena relación con ellos!

Sra. Chicuatli: Sin embargo, yo creo que existen excepciones, ¡no todos los seres humanos deben ser relacionados al hecho de que cada vez seamos menos las lechuzas!, no veo por qué no podamos coexistir, ¡no les perjudicamos en nada!, la comida que a ellos les gusta, no es la nuestra.

Sr. Tetecoloh: Lo que dice su madre es verdad. Tengan mucho cuidado al estar cerca de los humanos modernos, tenemos una relación difícil con ellos, pero no imposible de solucionar. Deben ser observadores de su entorno, los abuelos de los bisabuelos, de los más antiguos tatarabuelos también mencionan sobre algunos seres humanos que no les disgusta nuestra presencia, es más, ¡nos necesitan!, ellos mismos reconocen que les hacemos bien.

Sra. Chicuatli: Hoy en día, estos humanos cultivan sus alimentos, y para evitar que otros animales los consuman antes que ellos, en lugares donde ya no hay árboles adecuados, fabrican hogares para nosotros. Los humanos modernos las llaman cajas-nido, las colocan cercanas a los cultivos que desean proteger y ¡listo!, una convivencia sana y respetuosa con los humanos, dicen que les ayudamos como controladores de plagas.

Sr. Tetecoloh: Según hemos escuchado de algunas lechuzas que recién acabamos de conocer en la última migración, las cajas-nido son muy cómodas y seguras. Nos dijeron que ocasionalmente algún humano te visita, te hace cosquillas al tocarte, te mide, te toma fotografías e inclusive te pone un anillo ligero y muy bonito con unas marcas únicas. ¡Las cajas nido más avanzadas dicen que tienen un sistema de vigilancia incluido, con cámaras dentro y fuera del nido y grabadoras!, ¡los humanos vigilan que estemos seguras! con algo que llaman paneles solares y también Wi-Fi.

Sra. Chicuatli: Pero nos dijeron que eso sucede en regiones muy lejanas en lo que ahora se conoce como Estados Unidos de Norteamérica. Otro dato muy interesante, es que esos nuevos humanos del norte hablan otro idioma, nos dicen a los tecolotes: ¡Owl!

Sra. Tecosautic: Asombrada, la lechucita mayor exclamó.

Lechucita Xooch: ¡Ora!

Sra. Tecosautic: Sin que nadie lo notara Tetecoloh salió del nido, tal vez esta parte de la conversación no le agradaba tanto transmitirla a sus hijos. Todos sabemos el mensaje final de los relatos de los abuelos de los bisabuelos, de los más antiguos tatarabuelos: ¡no debemos acercarnos a los seres

humanos modernos!, no existe una buena relación con ellos, o tal vez no es así. Él se fue con ese silencio que caracteriza a los búhos y lechuzas, porque debes saber que sus plumas, a diferencia de las plumas de todas las demás aves diurnas, están adaptadas para disminuir el sonido mientras se desplazan en el aire, esto las ayuda a ser unas eficaces cazadoras en la oscuridad.

Sra. Chicuatli: Este árbol en el que ustedes nacieron cada vez está más cercano a la gente, ojalá pudiera encontrar una caja-nido de esas que tanto hablan y en vez de tener miedo a los humanos, de nuevo pudiera tener la confianza con ellos para que nos ayuden si acaso lo necesitamos. Escuché que unos humanos modernos en Veracruz han empezado a instalar ese tipo de cajas-nido para nosotras en un lugar llamado Xalapa.

Que por cierto a los bosques que hay en esa región les dicen mesófilos de montaña, o bosque de niebla. Yo creo que aún quedan buenos sitios a los alrededores de esa iluminada ciudad para que las lechuzas podamos vivir.

Sra. Tecosautic: Xooch, la lechucita más grande, por un instante notó que ya no se encontraba su padre, y sus hermanas también se percataron de eso.

Lechucita Xooch: ¿Y mi papá?... ¿Acaso la historia terminó?... ¡Ya he memorizado el relato!... Casi anochece, gracias madre por toda tu enseñanza, es hora de ir a cazar y alcanzar a mi papá.

Lechuzita Tucúquere: ¡En dos lunas, será luna nueva!, ¡Ya tengo ganas de partir y probar ese menú tan variado que dicen que tiene Veracruz!

Sra. Tecosautic: Xooch y Tucúquere, las dos lechucitas mayores se mostraban emocionadas, pero Kuy quedó pensativa por un momento hasta que mirando fijamente a su madre, le preguntó.

Lechucita Kuy: Mamá, ¿y si todavía no me quiero ir de aquí?, en luna nueva ¿me indicarías dónde está esa región en donde hay cajas nido?

Sra. Chicuatli: ¡Claro que sí! Te indicaré como llegarás hacia esa iluminada ciudad, pero hija, no creo que esta vez debas quedarte sola en el nido, tu padre y yo les mostraremos los caminos que deben seguir para que lleguen seguras.

Aquí ocasionalmente se aparecen algunos halcones y aguilillas que no dudarán en atacarte, un día ahuyentamos a ¡una familia de coatíes que pretendían ingresar a tu recámara! eso sin mencionar sobre la vez que tu padre lidió con un tlacuache. Pero lo peor, son las abejas o las avispa, si llegan a acercarse aquí, debes irte. ¡Si decides quedarte sola, recuérdalo!, así que si te quedas, espera hasta la próxima luna nueva para que tomes la corriente termal.

Hijas queridas, hemos terminado la historia, salgan a comer, y vayan con mucho cuidado como les enseñé.

Sra. Tecosautic: Y esta fue el relato que me contó Chicuatli, la Sra. Lechuza, quien a lo largo de muchas lunas nuevas, resultó ser para nosotros una buena vecina.

Atentamente: Yo, la Sra. Tecosautic, me conocen como Doña Tecolote bajeño, soy la vecina que vive en el encino de enfrente, aquí en Tecolutla, Veracruz. Mi domicilio es conocido.





El ser humano es una máquina perfecta:

Jorge Esma Bazán

En mayo de 2026 iniciaron las Jornadas Nacionales por las Ciencias y las Humanidades, y Jorge Esma Bazán estuvo a cargo de motivar, invitar y gestionar que las universidades, centros de investigación, tecnológicos y demás instituciones participaran. El objetivo principal era la divulgación de la ciencia y las humanidades en todo el país, el mismo día, al mismo tiempo.

Esma Bazán ha sido funcionario cultural, directivo, dramaturgo y creador; sus responsabilidades principalmente se han centrado en la administración pública y universitaria. Ha fundado organismos y centros culturales, además se ha dedicado a la labor editorial. Su faceta como dramaturgo incluye la autoría y la dirección de puestas en escena, además de formar compañías y grupos teatrales. Sus participaciones en radio, televisión, cine y, obviamente, teatro, le han valido premios y reconocimientos.

Editora: Dr. Jorge Esma, tenemos curiosidad de que nos platique un poco de usted, pero también de la divulgación. Estamos cerca del 8 de mayo de 2026, cerca del arranque de las Jornadas Nacionales por las Ciencias y las Humanidades, así que le vamos a pedir que nos platique sobre este proyecto de la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI).

Pero, primero nos gustaría que nos diga quién es Jorge Esma Bazán, esta personalidad que viene de la cultura y del teatro, cómo se inserta ahora en la ciencia y más precisamente en un programa de divulgación.

Jorge Esma: No es una pregunta fácil, pero voy a tratar de contestártela, porque todas las preguntas tienen que tener una respuesta, a veces válida, a veces no. La promoción cultural es una tarea difícil, es una tarea compleja, es una tarea que requiere de creatividad, de método, perseverancia, de paciencia y de una enorme voluntad de transmitir el proyecto cultural, la idea, el concepto, los objetivos, el pensamiento, sobre todo el pensamiento. ¿Qué sucede entonces? Todo el hecho cultural es al mismo tiempo un hecho

académico, un hecho científico, un hecho lúdico, la cultura cívica, la cultura política, la cultura social, la cultura artística. O sea, la cultura es la base de todo proyecto humano. Y la ciencia forma parte de la cultura.

Pero cuando conjugas la cultura con el arte y la ciencia, estás sumando creatividad, método, investigación, conclusiones y demás pruebas. En la ciencia tienes que probar hipótesis, tu tesis, tu planteamiento, tu investigación y tiene que tener una comprobación suficiente para que sea reconocida. En el caso de las artes, tienes que tener también creatividad, tienes que tener perseverancia, voluntad y método, ¿no?

Como dicen “cada maestrillo con su librillo”, entonces, cada creador, porque el tema aquí es la creatividad, a su creación. El científico es un creador. Es un creador porque investiga, imagina. Si no imagina, ¿qué investiga? El artista imagina. Si no imagina, ¿qué expresa? ¿Qué expresa un escritor? ¿Qué expresa un escultor? Entonces, hay una suma. A lo largo de mis cincuenta años en la promoción cultural, tuve el privilegio y el honor de estar en el norte del país. Ahí hubo un aprendizaje: un aprendizaje social, un aprendizaje antropológico. Pero luego te vas a la frontera sur. Es otro mundo, es otro México del mismo México.

En la frontera norte me topé con el desierto. En la frontera sur te topas con la cultura maya, que es una de las más grandes civilizaciones humanas. Es incomprensible hasta hoy la dimensión y la inmensidad de la cultura maya en lo que tú quieras, en la arquitectura, en la medicina, en las matemáticas, en la astronomía. Fueron capaces de todo. Además territorialmente los mayas son la civilización antigua que más territorio ocupó en el planeta Tierra. Todo es un aprendizaje y es un hecho de carácter científico. Entonces, mi relación con los científicos fue permanente. Por ejemplo, cuando fui presidente del Festival Internacional de la Cultura Maya, hicimos todo un encuentro de ciencias sobre las diferentes ciencias de los mayas y la ciencia de los mayas comparada con la ciencia contemporánea. Y



Fotografía compartida por Jorge Esma

la directora de este programa fue la doctora Rosaura Ruiz Gutiérrez, que hoy es la secretaria de Ciencias, pero en ese momento era la directora de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Entonces, junté a la Facultad de Ciencias de la UNAM con las universidades de la península e hicimos un evento con unos quince a veinte países donde eran científicos del orden antropológico, biológico, astronómico, y estaban conjugándose la promoción cultural, la ciencia y el misterio, porque son culturas misteriosas, ancestrales.

Editora: A veces creemos que la ciencia y la cultura están separadas. Pero, más bien hay un diálogo constante, como usted dice, desde el punto de vista de la creatividad.

Jorge Esma: Mira, es que, en la promoción cultural tú promueves seminarios, conferencias, encuentros culturales. En esos encuentros hay académicos, científicos, investigadores, artistas. Entonces, [la cultura] está siempre en diálogo permanente con el mundo de la ciencia. Al menos en mi caso, siempre fue una vocación el estar cerca de las ciencias, sobre todo de las ciencias sociales, la antropología social, la astronomía... La astronomía, con la que he tenido mucho contacto a lo largo de la vida.

Entonces, se conjuga en esta persona el interés de carácter científico, el carácter académico, por ejemplo:

yo soy un convencido, voy a morir convencido, de trabajar en la educación primaria con las niñas y los niños para despertar su creatividad; porque curiosidad la tienen. ¿Cómo hago que esa curiosidad se vuelva creativa? ¿Cómo hago que esa curiosidad se vuelva científica? Pues le encargo a los niños que me hagan trabajos de investigación. Pero ya que terminen su investigación, si le pido que busque cuántas especies de pájaros hay en Veracruz; aunque con la inteligencia artificial y todo lo que tienen a su alcance, pues te lo contestan antes de que tú termines la pregunta.

Pero si luego le dices: “Bueno, pues muy bien, te felicito, muy bien contestado. Pero ahora dime, ¿cómo es ese pájaro? Cuéntame. ¿A qué altura vuela ese pájaro? ¿De qué tamaño son las alas?”. Ya entró en ese momento el proceso de la imaginación, de la creación. De la investigación pasamos a la creación. Y si luego aparte le dices: “Ahora píntame a ese pájaro, dibújame cómo es en tu imaginación”. Es decir, empezaste con el trabajo científico y terminaste con el trabajo artístico. No sé si el ejemplo fue claro...

Editora: Sí, me parece que sí. En ese sentido, por la trayectoria que tiene, y por todo lo que ha hecho, quisiera preguntarle si la ciencia ha estado presente en alguna de sus obras dramáticas una en la que se haya acercado a la ciencia, explícita o implícitamente. ¿Cómo era ese Jorge Esma como dramaturgo?

Jorge Esma: La dramaturgia es un arte y una ciencia. Porque necesitas método, necesitas mucha investigación, mucha. Tienes que investigar mucho. Si yo te escribo una obra como *Mariposa Monarca*, con la que gané un premio nacional, o te escribo una obra que se llama *La noche de los payasos negros*, requiere mucha investigación porque, por ejemplo, *Mariposa Monarca* es un título metafórico y la obra trata de la tragedia de Luis Donaldo Colosio y Diana Laura.

Mariposa Monarca es una obra de un concepto metafórico, aunque trata un conflicto de orden social, humano, político, existencial. En *La burbuja vagabunda*, por ejemplo, el personaje central se llama Piquirrín Piquí Alcubill. Es un nombre científico. Y su nieto se llama Célula. Es un nombre científico. ¿Y a qué se dedica Piquirrín Piquí Alcubill? Se dedica a crear y a construir en su laboratorio científico un experimento del cual surge el toxoplasma del restauró... Entonces, haces que los niños vean a un científico inventando algo ficticio y haces que el niño que se llama Célula hable con términos científicos, aunque esté jugando.

Editora: Ese es un ejemplo del diálogo de la ciencia y el arte, en este caso a través de la dramaturgia. Y ¿esas obras todavía se han puesto en escena?

Jorge Esma: Sí, se han puesto en escena. Mira, cuando tú haces una obra, por ejemplo, y tu personaje tiene que decir algo relativo a su espacio espiritual, al cosmos, pues hablas con un astrónomo, un astrónomo con imaginación. Y este astrónomo te va a dar una visión científica. Y tienes las bases científicas, pero lo vuelves un diálogo existencial con imaginación, ya sea con emoción o con dolor, según lo que le esté pasando al personaje. Y ahí coinciden la ciencia, el arte y la dramaturgia.

Editora: Oiga, vámonos al presente. ¿En qué consiste su trabajo actual, ¿qué está haciendo en la Secretaría? ¿De qué se trata su trabajo, doctor Jorge?

Jorge Esma: Mira, el tema es que el promotor cultural tiene que construir una institución cultural, un proyecto cultural en el que interviene desde una biblioteca, un centro cultural, un museo, una escuela. El promotor cultural que está ligado a la construcción

de centros culturales, de escuelas, de bibliotecas, de museos, de encuentros, de trabajo intelectual, de trabajo con los escritores, con los académicos, con los maestros, pues te liga a todo el sistema educativo. Y te liga a todo el sistema académico, a todas las universidades. Las universidades hacen extensión cultural, extensión universitaria, y eso está en el marco de la promoción cultural. Entonces, en ese sentido, la secretaria de Ciencias, conversando con tu servidor, dice: “Bueno, vamos a hacer promoción cultural a través de las jornadas de la ciencia. Vamos a promover que los maestros se interesen por divulgar la ciencia desde la niñez y, sobre todo, ni siquiera pensando en las ciudades capitales, sino pensando en los lugares lejanos, donde el maestro tiene que ser promotor, maestro, orientador, hace de todo el maestro, porque esas niñas y esos niños tienen menos oportunidades.

La promoción cultural trabaja en esos territorios. En ese sentido, la Secretaría de Ciencias quiere llevar la promoción científica culturalmente hacia las niñas y niños de las poblaciones lejanas, inclusive para cuando bajen a las capitales, a las universidades, sepan un poco más que quieren, tengan más confianza en sí mismos, tengan más visión de sí mismos.

Deseamos que las infancias participen en excursiones de orden científico, en turismo científico, en juegos de orden científico desde el punto de vista cultural. Esto le da a las Jornadas un sentido más amplio, más profundo, más lúdico, menos riguroso, menos rígido y las hace más atractivas. Entonces, las Jornadas Nacionales para la Ciencia y las Humanidades entienden al humanismo como el eje del proyecto cultural y científico.





Y es donde las universidades de México, tanto públicas como privadas, juegan un papel prioritario y fundamental. Nosotros a través de las jornadas creamos motivación, primero de identidad, de orgullo. Tienes que tener orgullo de tu población, de tu familia, de tu país, de tu pueblo, por más pequeño que sea: un compromiso social, una unificación de esfuerzos.

Pero, ¿cómo humanizar la innovación?, ¿cómo despertar las vocaciones tempranas en un contexto humanista, como decíamos antes, con un acompañamiento intergeneracional, ¿no? Es un acompañamiento entre generaciones. El maestro es una generación, el padre es una generación, el abuelo es una generación, el niño es una generación, su hermano, si tiene un hermano mayor, puede ser de otra generación. Entonces, interviene el proceso intergeneracional, que tiene grandes desafíos. Establecer un discurso nacional de carácter científico para promover la ciencia a lo largo de los años, no de los meses ni de las semanas, a lo largo del espacio-tiempo, es un reto.

Esto que te acabo de decir, estos pensamientos que te acabo de decir en voz alta son la base conceptual, filosófica y metodológica para desarrollar las Jornadas.

Editora: Doctor, las Jornadas Nacionales es un proyecto ambicioso, porque abarca la ciencia, la tecnología, la innovación, pero además lo social. Porque tiene muchas implicaciones sociales.

Jorge Esma: Hasta ahorita tenemos inscritas a todas las universidades. Tenemos inscritos a los centros de investigación de todo el país. Tenemos inscritos tecnológicos, tenemos inscritos unidades de investigación de las universidades con otro tipo de divulgación científica de nivel superior. O sea, creo que el 8 de mayo vamos a hacer un esfuerzo muy, muy, muy grande. Y el primer viernes de junio, pues esperemos superarlo por lo menos igual, porque no nos esperábamos tanta respuesta.

El ejemplo de Veracruz es importante, el de Guanajuato, el de Quintana Roo, de esa respuesta que han dado los directivos y los maestros. Todos han respondido, aunque no es una obligación, no es una obligación que esté imponiendo la Secretaría de Educación Pública o la Secretaría de Ciencias y Humanidades. Es una convocatoria, es una invitación, es una recomendación.

Queremos sensibilizar a las universidades para que lo sientan como no una obligación, sino como una vocación, como una emoción, como una aportación a su país, a sus niños, a sus niñas, a su futuro. Es una contribución que va más allá de tu tarea formal de ser maestro.

Editora: Sí, porque es una responsabilidad del ciudadano, ¿no?

Jorge Esma: Exactamente eso que acabas de decir: se vuelve una responsabilidad ciudadana, un compromiso ciudadano.

Editora: Sí. Doctor, ¿qué mensaje les podría dejar a nuestros lectores para que se unan, continúen y no desistan en la divulgación?

Jorge Esma: Mira, a los lectores, si son ya profesionistas... Que hagan un examen interior y digan: "Bueno, todo mi conocimiento, ¿yo cómo lo comparto? ¿Cómo se lo transmito a los jóvenes o a los niños? ¿O cómo se lo comparto a nivel superior?". Si son docentes, investigadores, médicos, antropólogos, psicólogos, astrónomos, matemáticos, físicos, que se

pregunten ¿cómo comparto mi conocimiento con los demás? ¿Cómo comunicar creativamente, de manera sensible, que motive para que los jóvenes y las infancias no se vayan por otros caminos, sino para que se vayan por el camino del conocimiento, para que usen su pensamiento, para que se den cuenta que son todos muy inteligentes. Todos son muy inteligentes? El cerebro humano tiene mil funciones, las hace todas al mismo tiempo. El ser humano es una máquina perfecta.

Entonces, la invitación es a compartir el conocimiento, a motivar a los niños a que se interesen por el conocimiento, por su inteligencia, por su pensamiento, que se atrevan a pensar, que sean críticos, que desarrollen el sentido crítico del pensamiento y su conocimiento. Que no tengan miedo de aprender, que nunca dejen de aprender y que transmitan ese conocimiento. Es una tarea nacional, es una tarea humanista, es una tarea social. Más allá de la ciencia, más allá de lo científico. Es un compromiso con la vida. Dale a la vida parte de lo que la vida te dio. Sería el mensaje más grande.

Editora: Muchas gracias. Esperemos que nuestros lectores de verdad tomen esa estafeta. Que acepten la invitación.

Jorge Esma: Por supuesto.

Editora: Gracias, doctor.

Jorge Esma: Gracias.



El Doctorado en Artes Visuales de la Universidad Veracruzana y la Maestría en Producción Artística de la Universidad Autónoma del Estado de Morelos Invitan:

**1^{ER} COLOQUIO
EN ARTES VISUALES:**

**PROCESOS
CREATIVOS**



UA
EM F FACULTAD
ARTES

MAPAVISUAL
MAESTRIA EN PRODUCCION ARTISTICA

12-13 MARZO 26

Instituto de Artes Plásticas UV
Av. 1 de Mayo 21, Col. Obrera Campesina
Xalapa, Ver.

¡Guacamole!

Exposición colectiva de la 1^{era} Generación del Doctorado en Artes Visuales

Darío Alberto Meléndez Manzano

Esta muestra se integra por piezas de los ocho alumnxs del Doctorado en Artes Visuales, del Instituto de Artes Plásticas, se inauguró en el marco del 1er Coloquio de Artes Visuales “Procesos Creativos” que tuvo lugar el 12 y 13 de marzo de 2026. Fue un conjunto diverso de indagaciones matéricas, conceptuales y procesuales que revelan la heterogeneidad de intereses y metodologías en desarrollo dentro del programa, de ahí el título.

La exposición inicia con la pieza *Habitar la ausencia* de César Benítez, quien propone un abordaje de la migración desde una perspectiva singular: la mirada del que se queda. Desde ahí, la casa familiar se reconstruye desde las ausencias, proyectando su fantasma como un territorio poético y afectivo, lo cual se visibiliza por una maqueta de acrílico suspendida que recrea la estructura del hogar. Al lado, se encuentra la pieza *La muda* de Luis Gastelum, quien despliega el “cadáver” derivado de una acción performática: un saco elaborado en papel periódico que permanece como huella y evidencia del cuerpo ausente, de un cuerpo en tránsito que se enuncia y vocifera, pero que también caduca como el periódico y la vida misma.

En la segunda sala, Angie Cano exhibió *Cartografías corporales: archivo de chichis*, un muro gráfico compuesto por múltiples impresiones en tinta azul que reproducen pechos femeninos de habitantes de Xalapa, configurando un gesto serial que reflexiona sobre cuerpo, diversidad y representación. Tras esta pieza en apariencia silenciosa pero vibrante, nos encontramos con *Carta 01*, la apuesta en la que Vietnam García comparte un avance de su entrañable investigación de cine documental sobre cómo la

historia del zapatismo en la Xalapa de los años noventa afecta su propia historia familiar partiendo de cartas a su abuela.

En el muro del fondo, Sebastián Domínguez muestra *Mancha/Ruptura* una pieza que transita del dibujo a lo pictórico a partir de un acto de violencia ejercido sobre la propia superficie de la obra. Sus obras dan cuenta de un explosivo estado interior que aún está por revelarse. Flotando cerca de las huellas anteriores, Fernando Piña suspende la pieza *Verse de otro modo*, en ella, interviene soportes de plástico translúcidos con aplicaciones pictóricas que invitan utilizarlas como máscaras y espejos, donde los rastros pictóricos son a su vez identitarios.

Recargados contra el muro, los fragmentos del *Diccionario de la Sed* de Alfredo Ayala se presentan como una propuesta que convierte el alcohol en detonante creativo mediante un abecedario de bebidas espirituosas destiladas y servidas en pequeños y espesos soportes pictóricos, logrando una transubstanciación pasional entre preparados etílicos y pictóricos. Finalmente, Sergio Domínguez nos restriega en gran formato una evaluación docente quemada de 76.17, número que da título a la obra con lo que propone un necesario ejercicio incendiario para reestablecer los parámetros en la medición de la actividad universitaria.

En líneas generales, ¡Guacamole! constituye un punto de encuentro entre procesos, materiales y preguntas que emergen desde la práctica artística en formación doctoral, ofreciendo un cierto panorama del pensamiento visual contemporáneo en Xalapa.



Arriba:

Habitar la ausencia

César Benítez

Acrílico, acetato y luz

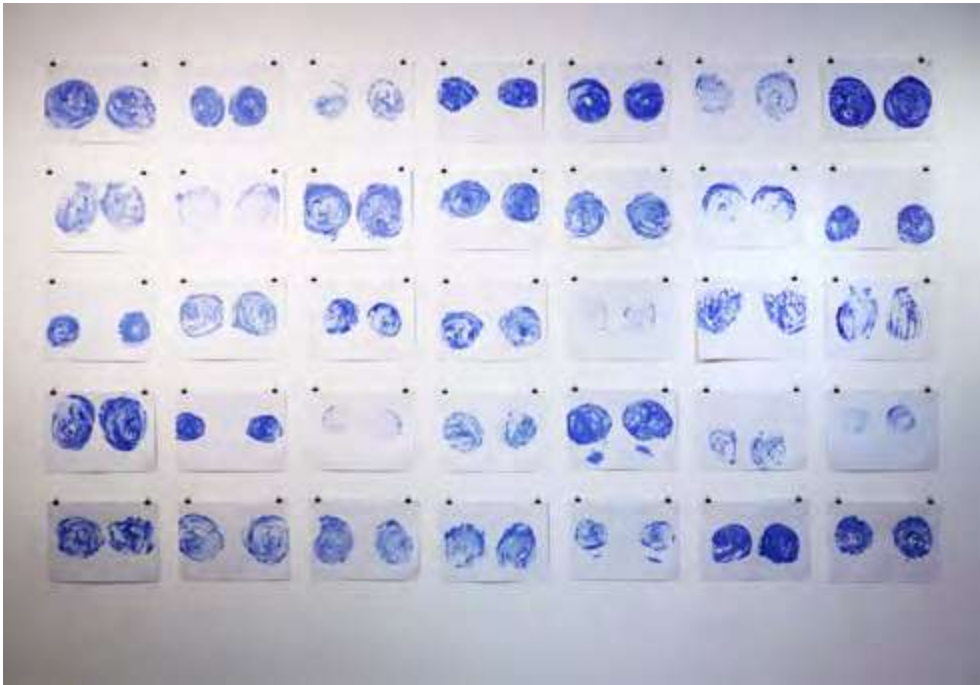
Abajo:

La muda

Luis Gastelum

Madera y papel periódico





Arriba:
Cartografías corporales:
archivo de chichis
Angie Cano
Chichis y tinta azul sobre papel

Abajo:
Carta 01
Vietnam García
Video 5'



Arriba:

Mancha / ruptura

Sebastián Domínguez Narinián

Papel bond, acrílicos negro y violeta,
humedad

Abajo:

Verse de otro modo

Fernando Piña Campos

Tintas base agua y gel sobre soporte
acrílico



Arriba:

"Diccionario de la sed"

Alfredo Ayala

Pinturas en pequeño formato, mueble de madera y botella de tequila

Abajo:

76.17

Sergio Domínguez

Impresión sobre PEGT, plástico y calor

[illegible]



Ciencia sin Fronteras: narrar para incluir

El Primer Concurso Universitario de Divulgación de la Ciencia 2025: "Ciencia sin Fronteras" se llevó a cabo en la Facultad de Ciencias Químicas (FCQ), Orizaba, el 3 de diciembre de 2025. Este concurso de cuentos científicos ilustrados para las infancias nació con una misión clara: convertir el conocimiento científico de nuestra facultad en historias accesibles y mágicas para los más pequeños.

Estudiantes de las licenciaturas en Química Industrial, Químico Farmacéutico Biólogo, Ingeniería en Biotecnología, Ingeniería Química, Ingeniería en Alimentos e Ingeniería Ambiental asumieron el reto de traducir la ciencia al lenguaje de la imaginación. Este proyecto no fue solo un ejercicio académico, sino un acto de inclusión; al integrar activamente la diversidad de género y la neurodiversidad, reafirmamos que la ciencia se enriquece con perspectivas únicas y talentos extraordinarios.

El camino hacia esta publicación enfrentó retos significativos: desde obtener el respaldo institucional para una iniciativa de origen estudiantil y diseñar bases que equilibraran la creatividad con el rigor científico, hasta motivar la participación de alumnos con timidez o barreras de comunicación, logrando que el proyecto trascendiera en nuestra facultad.

Para alcanzar estos objetivos, la iniciativa se presentó en los Diálogos para una Transformación Integral hacia la Excelencia, donde resonó ante la Rectoría al alinearse con los Ejes 2 y 3 del Programa de Trabajo 2025-2029 de nuestra Universidad.

El concurso superó todas las expectativas con la participación de 26 estudiantes. Gracias a la rigurosa evaluación de 35 académicos y académicas —miembros del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII)—, los cuentos seleccionados destacan por su gran calidad:

- **1er lugar:** "La aventura del maíz mágico", de Ángel Elisa Pérez Fuentes.
- **2do lugar:** "El viaje de H1N1 y H3N2: ¡Conoce la vacuna tetravalente contra la influenza!", de Luz del Carmen Escobar de los Santos.
- **3er lugar:** "La chispa elegida", de Kenan Joel Molina Murrieta e Ingrid Dubet Herrera Haro.
- **Cuento destacado:** "El niño científico", de David Ismael Hernández Tejeda.

Estas historias se publican en esta revista, *Pregones de Ciencia*. Asimismo, las versiones audiovisuales estarán disponibles en el canal de YouTube de la Dirección General de Investigaciones. Son un testimonio de que, al abrir las puertas a la creatividad y a la neurodiversidad, la ciencia se vuelve más humana, más bella y, verdaderamente, sin fronteras.

Este concurso demostró el impacto que una iniciativa estudiantil, guiada y apoyada por el personal académico, puede tener en nuestra institución. Con entusiasmo, esperamos que este sea el inicio de una nueva etapa de divulgación en el programa "Ciencia sin Fronteras" de la Facultad de Ciencias Químicas.

Dra. Anell Soto Contreras



La aventura del maíz mágico

Ángel Elisa Pérez Fuentes

Una tarde de primavera, en una casita de un pueblito estaba sentada a la mesa una nena de catorce años, su nombre era Eva, quien dibujaba en un cuaderno con los lápices de colores nuevos que le había regalado su abuelo el día de su cumpleaños. Mientras pintaba un complicado laberinto, su cabello rizado y negro caía sobre la hoja y el sol lo hacía brillar mucho.

Doña Elena, su abuela, que tenía una sonrisa dulce, estaba moliendo maíz cocido para preparar la masa de las tortillas que tanto le gustaban a Eva. La cocina se llenaba de ese sonido de metate y de los deliciosos olores de la comida que doña Elena había hecho desde muy temprano.

—¿Qué tanto dibujas, Evecita? —preguntó doña Elena mientras seguía moliendo el maíz.

Eva levantó la mirada, pensando aún en su dibujo.

—Es un laberinto, Abu. Pero no es para que la gente se pierda, es para que tengan una idea de encontrar su camino.

—¡Qué ideas tan raras tienes, hijita! ¿Y cuál es esa idea que hasta un mapa necesita?

Eva cerró su libreta y apoyando la barbilla en la mesa con un tono serio, dijo:

—Es sobre el maíz, Abu. Siempre decimos que el maíz lo es todo, ¿verdad? Que es la base de nuestra vida.

Doña Elena, orgullosa, asintió. —Porsupuesto: tortillas, atole, tamales... El maíz, es un regalo de la tierra porque es fuerte, rico en vitaminas, y nos ha mantenido para seguir trabajando.

—Sí, pero... —Eva arrugó la nariz —me di cuenta de que unos niños estaban cansados; jugaban lento, como si se agotaran con cada paso que daban. Mi maestra dice que a veces eso pasa porque les falta lo que llamamos “estrellas de vida”.

—¿Estrellas? ¿Te refieres a las vitaminas? —preguntó doña Elena con curiosidad.

—Algo así, son como súper-chispas que dan ánimos —le explicó Eva, mientras buscaba las palabras correctas. Mi padre lee muchos libros de agricultura, y me contó que el maíz tiene muchos almidones, ¡es gasolina para correr!, pero, no tiene muchas de esas “súper-chispas” que construyen nuestros músculos, y nos ayudan a crecer fuertes. Entonces, pienso que como que algo le falta al maíz, para ser perfecto.

Doña Elena dejó de moler. La expresión de su rostro paso de la duda al asombro y con una risa le contesto: —¡Pero si el maíz es perfecto, Eva!



Tiene miles de años alimentándonos, así como está.

—Ah sí, ya lo sé —respondió Eva con una lucecita en los ojos. —Pero imagina que un edificio está hecho con buenos cimientos, pero con poco cemento, ¿No sería mejor usar solo cemento extra fuerte? El maíz, es la base de muchos niños, que puede estar careciendo de ese componente extra.

Mostró la masa blanca y pegajosa que la abuela tenía sobre el metate. —Mira, Abu, imagina que esta masa es como una caja con muchas moneditas que te dan energía para correr, pero casi no tiene las que te ayudan a crecer fuerte. Si encontráramos la forma de que el maíz tuviera más de esas monedas especiales, sería como un tesoro que se puede comer. ¡Sería un súper alimento para los niños!

Doña Elena sonrió, moviendo la cabeza. —¡Ay, mi pequeña Eva! Deseas cambiar algo que la naturaleza ha hecho por siglos. Suena a brujería.

—Quizás la ciencia sea una forma de magia —dijo Eva, tomando un poco de la masa de la abuela. La moldeó como plastilina en forma de un pequeño grano de maíz y le explicó a su abuela: —No le podemos poner directamente las chispitas de la fuerza ¡Sería carísimo e inútil! tendrían que estar ya dentro del grano, desde que nace y crece.

La abuela se rio suavemente. —Bueno, si un día logras que este chulo maíz tenga más “chispitas de ánimos” que un filete de res, yo te hago el tamal más grande del mundo.

Eva apretó el muñequito de masa en su mano y lo botó sobre la mesa.

—El problema, Abu —dijo Eva, viendo su libreta con incertidumbre —es que los granos que naturalmente tienen un poco más de esas cositas no saben tan ricos o son muy pequeños. Parece que estuvieran arrugados, como si estuvieran tristes y apagados.

—¡Ay, no! El maíz debe ser bello, grande y de buen sabor —dijo doña Elena, poniendo las manos en la cintura, algo molesta y con tono poco optimista.

—Exacto. La idea es: ¿cómo le pido a la naturaleza, con muchísima paciencia y sin trucos raros, que combine la belleza y el sabor de un maíz normal con las súper-estrellas del maíz triste y arrugado?

El laberinto que Eva dibujaba en la libreta ya no era solo líneas. Había pequeños círculos que representaban diferentes tipos de semillas de maíz y de varios colores. Ella se imaginó haciendo cientos de pruebas, buscando esa combinación perfecta.

En ese momento, entró al patio un joven llamado Manolo, dejando su bicicleta en la entrada de aquella casita. Él era un repartidor de semillas en ese pueblo e iba cargando un morralito algo a viejo con semillas y agua para mantenerse hidratado.

—¡Buenas tardes, doña Elena! Vengo a dejar las semillas para la siembra de la semana que viene.

—Pásale, Manolo. ¡Justo a tiempo para comer con nosotros! —dijo la abuela.

Manolo dejó la bolsa y se acercó a Eva, quien seguía concentrada en sus círculos.

—¿Qué haces, futura ingeniera de laberintos? —se burló Manolo cariñosamente.

—Estoy resolviendo un enigma —dijo Eva, sin levantar la cabeza. —Imagina que tienes una canica roja muy fuerte y una canica azul muy brillante. Necesitas una canica que sea fuerte y brillante, pero la naturaleza solo te da rojas fuertes y azules brillantes. ¿Cómo la haces?

Manolo se rascó la cabeza. —las podría pintar.— Soltó una risa burlona— ¿no?

Eva suspiró, frustrada. —¡No, eso no les va dar la característica que necesito! Quiero que la nueva canica nazca ya fuerte y brillante, de forma natural, sin pintura. Hay que ser paciente, como si la naturaleza fuera una artista. Hay que ayudarla a mejorarla y así será aún mejor para nuestro crecimiento.

—¡Ah, ya entendí! Como si los padres de la canica fuerte y los padres de la canica brillante tuvieran un bebé canica que hereda lo mejor de los dos.

Eva sonrió. —¡Exacto! Pero el problema es que, cuando unes a los “padres” de las semillas, no siempre sale el «hijo» perfecto. Tienes que plantar miles, miles y miles de veces, y luego revisar cada uno, una por una, tardaríamos años y años en lograr encontrar el adecuado.

Manolo silbó y suspiro. —¿Revisar cada grano? Tendrías que tener un buen ojo y la paciencia de un maestro cuando todos andan gritando. Y aparte ¿cómo sabrías cuál de esos miles de granos es el que tiene lo que tú buscas y, a la vez, que sea grande y bonito?

Eva se hizo “bolita”, pero en un momento se levantó entusiasmada y les dijo: —¡Ahí está la parte divertida, la clave para lograr esto será la ciencia! No tengo que probar grano por grano, hay formas de preguntarles a los granos, sin dañarlos, si tienen las estrellitas extra que necesitamos para que sean perfectos. ¡Usamos químicos especiales para que nos den una señal! Es como si los granos que tienen las súper-chispas se pintaran de un color diferente, solo un poquito, para que mis ojos los puedan distinguir. Así, de miles de semillas, solo selecciono las que “contestaron” la pregunta de si son las mejores, ahorramos tiempo y esfuerzo.

—¿Y luego? —preguntó Manolo, fascinado.

—Luego repito la prueba. Y otra, y otra vez, con las semillas que ganaron, hasta que, después de muchísimos intentos, ¡logro que la naturaleza me regale el maíz perfecto!

El que tiene la energía, el buen sabor y, lo más importante, ¡las “estrellitas” para que ningún niño de este mundo tenga problemas para crecer fuerte!

Doña Elena, que había estado escuchando en silencio, se acercó a la mesa, secándose las manos en el delantal manchado de masa.

—Eva, eso ya no suena a magia, suena a trabajo duro y a muchísima dedicación. Querer ayudar a los demás con lo que aprendes, eso es nobleza. Ojalá, Eva, que algún día logres ese objetivo. Sería una gran cosa para la humanidad, más grande que cualquier tamal.

Eva abrazó a su abuela y miró a Manolo.

—Lo haré, Abu. No sé cuándo, ni cómo, pero voy a estudiar y a trabajar con la tierra y con los químicos para encontrar esa canica perfecta, ese maíz mágico que no es mágico, sino pura ciencia. Un maíz que le dé a todos los niños lo que necesitan y les hace falta para ser tan fuertes y grandes como el amor que le ponemos a estas deliciosas tortillas.



Eva tomó un trozo de masa y, con una sonrisa como la de una futura científica, lo aplanó con sus manitas, imaginando que, en cada tortilla, habría la posibilidad de un futuro mejor y más fuerte para los demás. El laberinto en su libreta se sentía menos complicado ahora, ella veía una solución. Sabía que el camino sería largo, pero la meta era clara: un súper-maíz para un mejor mundo.

El olor a maíz tostado y la promesa del tamal gigante que la abuela le había hecho a Eva de aquella tarde se sentían cálidas en el aire. Eva se había quedado sola un momento luego de comer, el pedazo de masa que había aplanado aún en lo tenía cerca de su mano, la textura áspera y suave a la vez le recordaba la tierra y el trabajo. El sonido de la bicicleta de Manolo que se iba desapareciendo le recordó que la siembra se acercaba.

—¡A estudiar, Eva! —se dijo a sí misma, con la seriedad y enfocada en que solo una misión importante era la que puede inspirar a lograr aquella honesta meta.

A partir de ese día, la vida de Eva se dividió entre las labores cotidianas de la casa y ese proyecto.

Eva se pasaba las tardes en la biblioteca del pueblo, un pequeño cuarto que le pertenecía a la familia de uno de los primeros maestros que llegaron a trabajar a ese pueblo. El lugar estaba lleno de libros viejos con olor a humedad y papel amarillento, pero seguían en buen estado. Su padre, que trabajaba la tierra, le conseguía revistas de agricultura sobre el mejoramiento de las cosechas y técnicas de siembra.

Lo que Eva llamaba “las súper-chispas” se tradujo en el complicado término de “aminoácidos esenciales”, y su “maíz triste y arrugado” era, sin duda, una especie con alto contenido de Triptófano y Lisina, cruciales para el desarrollo muscular

Su cuaderno donde dibujo aquel laberinto se transformó en un diario de observaciones de las ideas que iba teniendo y lo que aprendía de sus lecturas:

Cada día, su curiosidad crecía más, y su cuaderno comenzó a llenarse de notas, dibujos y pensamientos sobre lo que iba descubriendo.

Día 17: “Las buenas cosechas deben ser trabajadas desde el estado del suelo, buscando de lo que carece para ayudarlo a mejorar.”

Día 23: “El maicito amarillo que mi abuela llama ‘criollo’ es muy resistente al gusano, pero tiene muy poca Lisina. Es como una pared fuerte con una base débil.”

Doña Elena la veía con una mezcla de orgullo y preocupación. A veces encontraba a Eva con los ojos rojos, no de tristeza, sino por leer hasta tarde a la luz de una lámpara que a la larga les haría daño a sus ojos.

—Mi Eva, estás estudiando más que un futuro abogado. No olvides que la tierra también necesita que la mires con el



corazón, no solo con la ciencia —le aconsejaba su abuela, mientras le servía un plato de frijoles con arroz caliente.

Unos meses después, Eva convenció a su padre para que le dejara trabajar un pequeño espacio no más grande que un baño del campo en el que el cultivaba para la venta del maíz a ganaderos cercanos. La abuela le dio unas semillas criollas y, con la ayuda de Manolo, consiguió unas semillas de ese maíz “triste” que Eva tanto estudiaba para mejorarlo.

El proceso era agotador. Manolo le explicó los ciclos de la polinización, cómo el viento lleva el polen (el “papá”) de una planta a otra (la “mamá”). Eva tuvo que levantarse antes de que saliera el sol para poder realizar este proceso y empezar sus pruebas. Con un pincel suave y una precisión de cirujana, tomaba el polen de los “pelitos” del maíz “fuerte” y lo pasaba a la seda del maíz “nutritivo”.

Cuando la cosecha llegó, Eva estaba nerviosa. Recolectó las mazorcas, las abrió, vio los granos y, siguiendo el manual de la biblioteca, preparó su mezcla de un material que le consiguió un químico del pueblo vecino.

El momento de la verdad llegó en la cocina, con Doña Elena observando en silencio. Eva aplicó unas gotas de la solución a los granos. Algunos se quedaron blancos, otros se pintaron de un tono azul-morado intenso, la señal de que la Lisina estaba presente.

Eva saltó de emoción: —¡Funcionó, Abu!

Pero al examinarlos, el rostro de Eva se entristeció. La mayoría de los granos que cambiaron de color eran pequeños y al cocinarlos, su sabor era amargo.

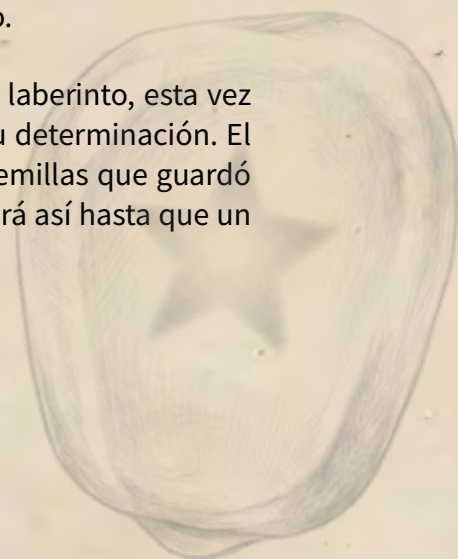
—Mira, Eva —dijo Doña Elena, tocando un grano perfectamente redondo y grande que no cambió de color: —La naturaleza es sabia, pero no es tonta. Te dio la fuerza en un lado y la nutrición en el otro. Tienes que convencerla de que te dé ambas cosas juntas.

Eva entendió que el laberinto era más profundo de lo que pensaba. En el primer cruce los granos habían heredado las características, pero la combinación perfecta de fuerza, sabor y nutrición, aún necesitaba ser trabajada.

—No importa —dijo Eva, tomando un puñado de los granos perfectos (grandes, redondos y sabrosos, aunque sin las súper-chispas) y otro puñado de los nutritivos (pequeños y azules).

—El camino de la ciencia es como el del maíz. Necesita muchas temporadas para madurar. Este año usé mis ojos sanos para seleccionarlos. El próximo año usaré mi paciencia para volver a cruzar las semillas que sobrevivieron y hacerlas darme lo que necesito. Repetiré el laberinto, una y otra vez, hasta que la ciencia me regale el maíz mágico.

El sol se ocultaba y Eva se dirigió a su cuaderno. Dibujó un nuevo laberinto, esta vez con más vueltas, pero con la palabra “Perfecto” al final, escrita con su determinación. El futuro no estaba en el maíz de la olla, sino en la pequeña bolsa de semillas que guardó cuidadosamente para la siembra del año siguiente. Su aventura seguirá así hasta que un día lo logre y pueda compartirlo con el mundo.





El viaje de H₁N₁ y H₃N₂: ¡Conoce la vacuna tetravalente contra la influenza!

Luz del Carmen Escobar de los Santos

Hace mucho tiempo, cuando las enfermedades se extendían sin control y los hogares vivían con miedo ante los virus invisibles, los humanos comprendieron que necesitaban aliados para protegerse. Fue entonces cuando, con la ayuda de científicos, médicos y personal de salud, descubrieron a unos pequeños y valientes guardianes llamados antígenos.

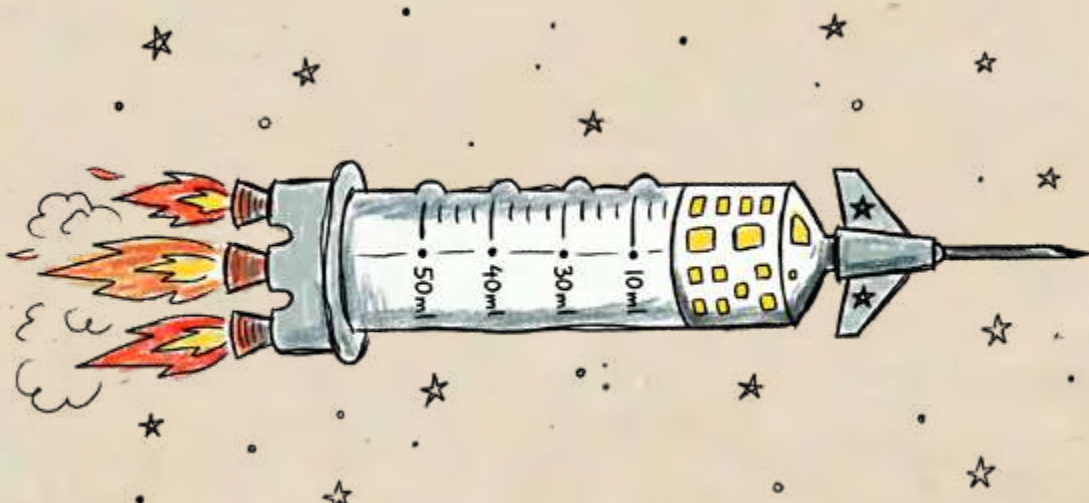
Estos diminutos héroes viajaban dentro de las vacunas, atravesando territorios y fronteras, para fortalecer el sistema inmune de las personas y ayudarlas a defenderse de los virus malvados. Desde ese momento, la historia cambió para siempre: ya no estábamos solos, pues los antígenos se unieron a nosotros para cuidarnos.

En el cuartel general, conocido como laboratorio, todos los antígenos esperaban ansiosos su próxima aventura de protección. Nada les daba mayor alegría que luchar contra las enfermedades. Su felicidad era proteger a todos y todas, pero cuidar de los niños les brindaba un honor especial. Por eso, con ayuda de sus líderes —científicos, químicos y personal especializado— preparaban cada misión para mantener la salud en la población.

Entre todos aquellos guardianes vivían dos pequeños hermanos de corazón, Wiscon y Thai, quienes formaban parte de las familias H₁N₁ y H₃N₂, respectivamente. Estas familias eran muy importantes, pues estaban especializadas en combatir la influenza. Por años habían apoyado al sistema inmune para reconocer ese virus, entrenándolo para defenderse rápida y eficazmente.

A Wiscon y Thai los acompañaban sus fieles gatitas: Vicky y Yamy, pequeñas criaturas brillantes que los ayudaban en su tarea de enseñanza al sistema inmune gracias a su habilidad para imitar, jugar y guiar.

Cada año los cuatro se preparaban para viajar a diversos lugares, especialmente donde hubiera niños por proteger. A pesar de la experiencia adquirida, todavía sentían un poco de nervios por el viaje que estaba por comenzar, pues algunos pequeños temían a las jeringas; sus naves viajeras con puntas afiladas que abrían el portal hacia el interior del cuerpo. Esa punta les permitía atravesar la piel y llegar, a través de la fuerza, hasta el músculo.



Aun así, los antígenos sabían que era necesario: sin ese portal, nunca podrían entrar a trabajar. De pronto, sonaron las alarmas del laboratorio.

El tiempo se acababa: debían partir lo antes posible para llegar a sus destinos.

—¡A sus posiciones! —ordenó una voz lejana.

A cada equipo se le asignaba un frasco transportador, su primera “estación” antes de abordar la nave.

Un químico llamó a los dos pequeños:

—Wiscon, Thai: ingresen al frasco transportador LOT T2025A041. —Ambos obedecieron enseguida.

Al entrar, observaron con admiración el interior. Había asientos cómodos y un ventanal al frente que les permitía ver el exterior. Ellos podían ver hacia afuera, pero nadie podía verlos desde fuera.

El ambiente era cálido y silencioso, pero pronto escucharon voces.

—Mucho gusto, pequeños —dijo un compañero sonriente—. Soy Sorbitol y me encargaré de que se mantengan estables durante su viaje.

—Nosotrossomos Sallyy Fosfy —dijeron casi al mismo tiempo. Sally, la alegre representante del cloruro de sodio, parecía exasperada cuando Fosfy hablaba primero, y viceversa.

—Soy cloruro de sodio, no lo olviden —añadió Sally, dándole un empujoncito a Fosfy.

—Mucho gusto —respondió Thai, sonriendo—. Agradecemos su apoyo.

—Yo soy Tiomersal —intervino otra voz calmada—. Estaré aquí en una cantidad muy pequeña para mantener todo limpio y seguro dentro del frasco. No causamos daño; solo protegemos para que puedan aplicarse muchas dosis.

Los pequeños antígenos se miraron entre ellos, aliviados. Les alegraba contar con una tripulación confiable.

De pronto apareció otra figura cristalina:

—¡No se preocupen! —dijo—. Me llamo Agua estéril. Seré su conductor, el encargado de llevarlos hasta el lugar donde trabajarán dentro del cuerpo.

—¿Qué significa eso? —preguntó Thai, curiosa.

—Quiere decir que fui preparado especialmente para guiarlos por el cuerpo humano sin dañarlo. Viajarán conmigo hasta el músculo donde empezará su misión.

Wiscon y Thai agradecieron a los excipientes. Todo el equipo tomó sus lugares dentro del frasco.



Un humo blanco comenzó a invadir el lugar. Era algo que pasaba siempre antes de cada viaje: era una señal de que debían dormir.

El ambiente se volvió frío, y poco a poco, los pequeños antígenos y su tripulación se quedaron profundamente dormidos, preparados para la travesía.

Los frascos fueron colocados en cajas blancas junto a otros, donde esperaban su turno. Dentro, todo era silencio.

En una escuela cercana, el ambiente de tranquilidad se rompió cuando una niña gritó:

—¡No puede ser, están llegando las enfermeras!

—¿Maestra, nos van a vacunar? —preguntó un niño al ver las hieleras que traían.

La maestra sonrió.

—Sí, pequeños. El clima se vuelve más frío y necesitamos protegernos contra la influenza estacional. Vacunarse nos protege de enfermarse gravemente.

Los niños se miraron con nervios. Algunos respiraron profundo. Dentro del frasco, los antígenos empezaron a despertar lentamente.

Thai se frotó los ojos y vio a Wiscon estirarse.

—¿Ya llegamos? —preguntó con sueño.

—Creo que sí —respondió Wiscon. Agua estéril los observó.

—Prepárense. Estamos a punto de abordar la nave.

A lo lejos, escucharon pasos. Luego sintieron que el frasco se abría. Una luz fuerte los envolvió. Vicky y Yamy se erizaron de emoción.

—¡Atención equipo! —exclamó Agua—. Mantengan sus lugares.

La enfermera tomó el frasco y cargó el contenido en la jeringa. Los antígenos sintieron cómo eran aspirados.

—Uno... La enfermera tiene nuestra nave lista —narró Agua.

—Dos... Tenemos contacto con la superficie... La aguja atravesó el frasco.

—Tres... ¡Salud, aquí vamos!

Fueron succionados por completo a la jeringa. La enfermera dio unos ligeros golpecitos a la nave para asegurarse de que todos estuvieran dentro.

Luego, con suavidad, limpió el brazo de un niño con algodón.

—Ponte flojito para que no duela —dijo.



El niño apretó la boca, nervioso. Sus ojos brillaron de ansiedad. Thai susurró:

—Pequeño, déjanos entrar. Venimos a cuidarte.

Y aunque el niño no podía escucharla, pareció calmarse. Respiró hondo y asintió.

—Aquí viene... —dijo la enfermera—. Eso fue todo.

El niño exhaló con alivio. No había sido tan doloroso como temía.

La nave entró por su piel. El viaje fue tan rápido que los antígenos apenas sintieron el desplazamiento. Al poco tiempo llegaron al interior del músculo, un lugar rosado y tibio lleno de fibras que se movían suave. La nave disminuyó la velocidad y se detuvo sin causar daño.

—Hemos llegado —dijo Agua con solemnidad.

Las puertas se abrieron y los antígenos salieron, junto con Vicky y Yamy. La nave regresó a la superficie. No habían avanzado mucho cuando...

¡PUM!

Frente a ellos apareció un enorme guardián. Era redondo, fuerte, con expresión seria. Los rodeó con su imponente figura.

—¡Alto! ¿Quiénes son ustedes? —preguntó con voz grave. Thai dio un paso adelante.

—Hola, somos antígenos de la vacuna contra la influenza H1N1 y H3N2. Venimos a ayudar al cuerpo, no a hacer daño.

El guardián los observó con atención. Sus ojos parpadearon lentamente.

—Hmm... No parecen peligrosos. El guardián se llamaba Macro.

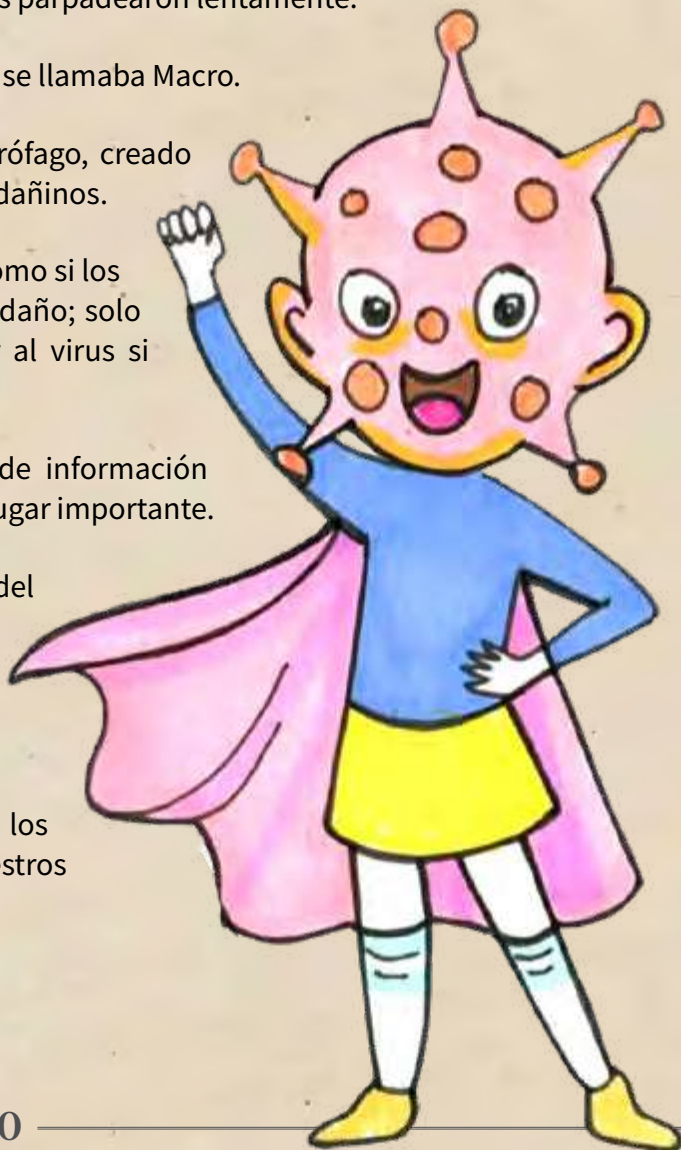
Era una célula del sistema inmune, un macrófago, creado para defender al cuerpo de virus y microbios dañinos.

Macro los tomó con cuidado en sus brazos, como si los abrazara para conocerlos mejor. No les hizo daño; sólo quería aprender cómo eran para reconocer al virus si llegaba.

Después de estudiarlos, guardó pedacitos de información sobre ellos y se preparó para viajar hacia un lugar importante.

Se movió muy rápido por caminos interiores del cuerpo, como si cruzara túneles luminosos, hasta llegar a un sitio lleno de otras células guardianas: el ganglio linfático, el cuartel general del sistema inmune.

Cuando llegó, presentó la información a los linfocitos T, células sabias que parecían maestros con largas capas brillantes.



Los linfocitos T tocaron los fragmentos de información.

—Veamos...

¡Oh! Estos pequeños no vienen a dañar. ¡Vienen a enseñar!, Las demás células se emocionaron.

Por fin podrían aprender cómo defenderse mejor contra los virus de influenza H1N1 y H3N2.

—¡Bienvenidos! —gritaron—. ¡Gracias por venir! Wiscon y Thai sonrieron.

Su misión apenas comenzaba.

Los antígenos fueron guiados a una gran sala dentro del ganglio. Allí los esperaban muchas células jóvenes y curiosas.

Había dos grupos principales:

Linfocitos B, estudiantes listos para aprender Linfocitos T, protectores en entrenamiento.

Thai habló con voz clara:

—¡Bienvenidos! Vamos a enseñarles cómo defender al cuerpo si algún día llega el virus real. Los antígenos mostraron imágenes del virus, como dibujos brillantes.

Los linfocitos B prestaron mucha atención, estudiando cada detalle.

—Con esto —explicó Wiscon— aprenderán a fabricar anticuerpos, llaves especiales que se pegan al virus para evitar que cause daño.

Los linfocitos B comenzaron a trabajar.

Algunos se transformaron en células plasmáticas, pequeñas fábricas de anticuerpos capaces de producir miles de ellos rápidamente.

Mientras tanto, los linfocitos T entrenaban intensamente.

Aprendían a reconocer si alguna célula del cuerpo estaba siendo atacada. El maestro Timo, un linfocito T muy sabio, habló:

—Algunos de ustedes serán células de memoria.

Su misión será quedarse a vivir aquí durante mucho tiempo, recordando lo aprendido. Así, si el virus vuelve... ¡seremos rapidísimos para defendernos!

Los antígenos se alegraron.

El cuerpo estaba listo para protegerse.

Habían cumplido su misión principal: enseñar, cuidar y fortalecer.

Unos días después, mientras Wiscon y Thai conversaban en el ganglio, notaron algo extraño: sus compañeros de viaje —los excipientes— comenzaban a verse ligeros y brillantes, como

si estuvieran por desvanecerse. Sorbitol se acercó, radiante.

—Pequeños antígenos, nuestra misión aquí también ha terminado. Yo los protegí durante el viaje, pero ahora el cuerpo me está eliminando sin causar daño.

—¿También se van? —preguntó Thai. Cloruro de sodio asintió amistoso.

—Yo ayudé a mantener el equilibrio. Ahora el cuerpo me está enviando a mis rutas habituales para desaparecer sin problema.

Fosfy giró divertido.

—Yo mantuve todo en armonía. Y ahora que completé mi labor, seguiré mi camino. Sally hizo una reverencia elegante.

Tiomersal habló último.

—Estuve aquí en una cantidad pequeñísima, solo para mantener todo limpio. Como ya no soy necesario, el cuerpo me está eliminando con cuidado.

Agua estéril se acercó.

—Mi tarea era traerlos hasta aquí. Ahora seguiré fluyendo como siempre. Uno por uno, comenzaron a brillar con suave luz.

Sus bordes se volvieron traslúcidos.

—¡Adiós, amigos! —dijeron todos—. ¡Gracias por la misión! Y lentamente desaparecieron.

Wiscon respiró profundo.

—Ellos también cumplieron su labor. Thai asintió, conmovida.

—Gracias a ellos pudimos llegar. Pasaron algunos días.

Thai miró a su compañero.

—Creo que ya hicimos nuestro trabajo.

—Sí —respondió Wiscon—. Las células ya aprendieron. Ahora debemos regresar al cuartel. Macro se acercó, agradecido.

—Gracias por todo lo que enseñaron. Sin ustedes, no sabríamos cómo defendernos. El maestro Timo los miró con cariño.

—No se preocupen, amigos. Aunque se vayan, los recordaremos. Sus enseñanzas vivirán en nuestras células de memoria.

De pronto, Wiscon sintió un cosquilleo. Thai también. Su color comenzó a volverse muy brillante, lleno de chispitas de luz. Se veían borrosos, como nubes de colores.



—¡Hasta pronto! —gritaron.

La luz los cubrió por completo... Y entonces desaparecieron.

Habían sido eliminados naturalmente por el cuerpo después de entrenarlo. Pero su enseñanza permanecía ahí. De forma mágica, los antígenos reaparecieron simbólicamente en el laboratorio, donde fueron recibidos con alegría.

—¡Bienvenidos de vuelta! —gritó Sorbitol—. Sabíamos que lo lograrían. Agua aplaudió.

—Descansen. Muy pronto saldremos de nuevo.

Los antígenos se acomodaron en sus sillones dentro del frasco transportador, soñando con su próxima aventura, mientras disfrutaban el tiempo con sus compañeras de viaje.

Un día, un virus de influenza intentó entrar al cuerpo. No sabía lo que le esperaba.

Las células ya estaban entrenadas gracias a Wiscon, Thai y la vacuna. Apenas apareció, los anticuerpos se pegaron a él para impedir que causara daño. Los linfocitos T llegaron enseguida para ayudar. Todo fue rápido, ordenado y eficaz. El virus fue eliminado sin causar enfermedad. El cuerpo celebró: ¡la misión de la vacuna había funcionado!

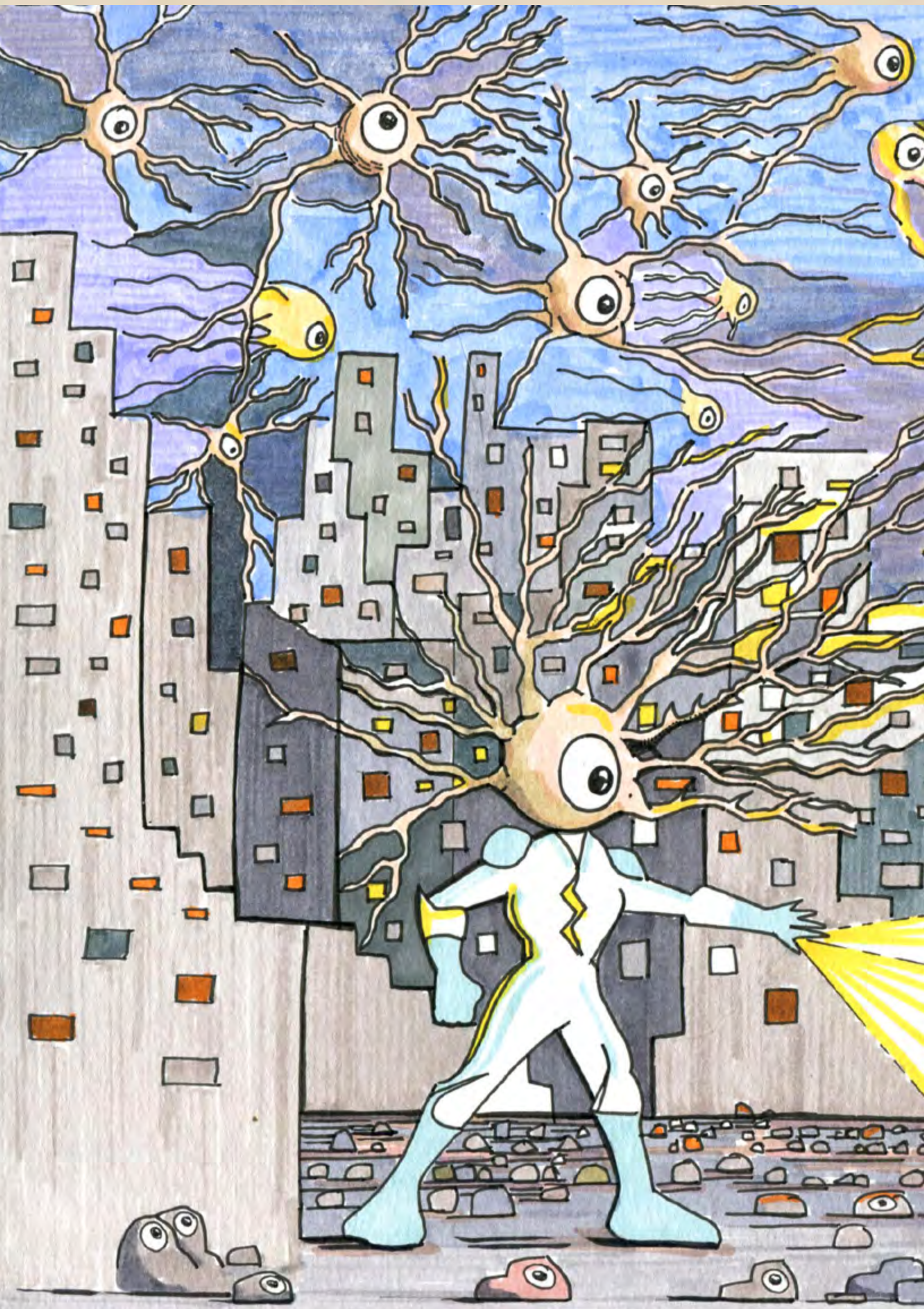
Y es por esta razón que las vacunas son nuestros aliados. Permíteles entrar a tu cuerpo para que enseñen a tus células a defenderse. Muy pronto, Wiscon y Thai podrían visitarte en la escuela o en tu comunidad, incluso en un futuro podrías trabajar con otros antígenos para fabricar las vacunas que nos protejan de las nuevas enfermedades.

FIN.

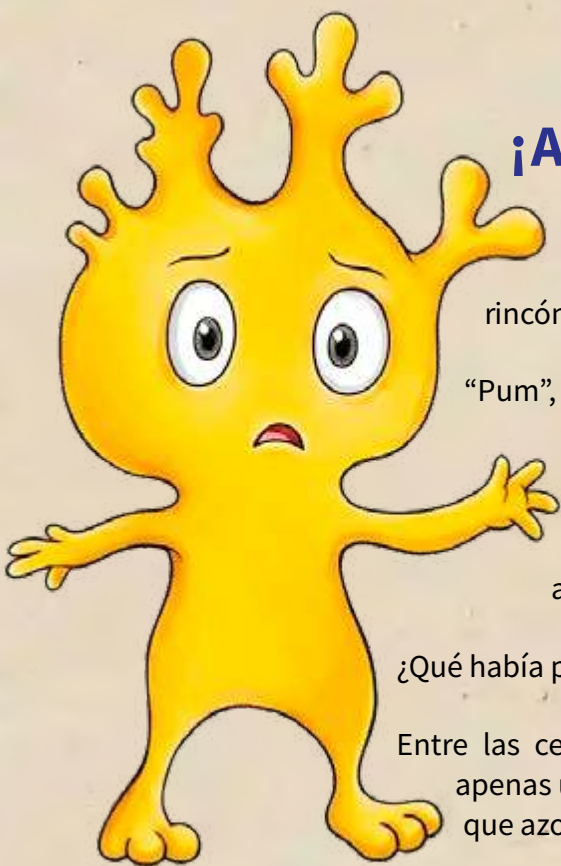


La chispa elegida

Kenan Joel Molina Murrieta e Ingrid Dubet Herrera Haro







¡Alerta! ¡Alerta! ¡Alerta!

Se escuchaba una voz gritando en la lejanía, mientras que las luces destellaban sin cesar y los chirridos inundaban hasta el rincón más profundo de la ciudad Celulosa.

“Pum”, “Capum”, “Pum”.

Un fuerte estruendo, acompañado de un rugido del suelo que recorrió la espina de cada habitante, seguido del silencio que, con su manto, cubrió todo a su paso y la oscuridad que apagó aquellos rastros de vida.

¿Qué había pasado? ¿Por qué todo estaba en ruinas? ¿Era este el fin?

Entre las cenizas una pequeña neurona se asomaba. Era Neuronilo, de apenas un par de horas, quien había sobrevivido a la tormenta eléctrica que azotó a su pequeña metrópolis.

—¿Alguien me escucha? —exclamó con la voz temblorosa.

Entre los escombros, apenas se percibía un leve quejido, un murmullo que se desvanecía con el viento.

—Mito... Mitocond... busca a las mitocondrias, chico —el quejido de un viejo ribosoma.

Sin embargo, fuera de la ciudad, en el mundo real, Guillermo estudiaba mientras el sol salía por su ventana. Con cada lectura, su cuerpo se adormecía, su pecho se hundía y sus ojos se debilitaban, mientras su cabeza se desvanecía. Nadie lo sabía, pero en lo más profundo de su cerebro, millones de orgánulos estaban al borde del colapso.

Neuronilo comprendió al instante que debía convertirse en un héroe. Sin embargo, su cuerpo temblaba, sollozos le brotaban de los labios y los escalofríos detenían su marcha, pero eso no iba a impedir que averiguara qué había pasado con la energía que alimentaba su pequeño mundo.

Debía emprender su camino hacia la Ciudad Mitocondrial. Las mitocondrias eran la clave para resolver los problemas. Así que Neuronilo respiró hondo y emprendió su viaje. Las neuronas no respiraban como las personas, pero Neuronilo podía sentir la necesidad de oxígeno en cada parte de su cuerpo. El aire en la atmósfera era pesado y el mundo parecía contener la respiración. Los impulsos eléctricos ya no se transmitían por la red neuronal; el centro de comandos estaba en completa oscuridad...

—Ciudad Mitocondrial no debe estar lejos —murmuró Neuronilo. —si logro llegar, restableceré la fuente de energía.

Y así, con pasos temblorosos, Neuronilo se aventuró por los túneles del sistema axonal, el cuerpo de la gran neurona. En el pasado, millones de mensajes luminosos viajaban a velocidades incalculables en ese mismo sitio; ahora solo se encontraban restos de destellos que titubeaban débilmente y se apagaban poco a poco, como luciérnagas desgastadas que habían olvidado cómo brillar.

—Todo estará bien —susurró Neuronilo a una pequeña chispa que posaba sobre su pecho, antes de que esta se desvaneciera. —Te prometo que volverán a brillar... volveremos a brillar.

A medida que avanzaba, podía escuchar los ecos lejanos del corazón de Guillermo, un estruendo grave y constante que vibraba a través de las paredes celulares. Cada latido desprendía un aire de fe, como si toda Ciudad Mitocondrial respirara al unísono.

“Pum...Pum...Pum”.

Ese pulso era lo único que mantenía vivo a Guillermo y la esperanza que Neuronilo tenía de salvar a su mundo.

Guillermo, completamente exhausto, intentaba seguir leyendo y evitar a toda costa quedarse dormido, pero le resultaba casi imposible. Había pasado toda la noche en vela estudiando para su examen de biología celular; amaba imaginar cómo cada célula trabajaba sin descanso dentro de él, una ciudad viva llena de criaturas microscópicas.

De repente, algo extraño le sucedió: las letras comenzaron a danzar sin titubear, moviéndose como si quisieran llamar su atención, tratando de avisarle del peligro en el que se encontraba.

—Necesitas comida —vociferaron los libros al mismo tiempo.

Para Guillermo, estas palabras no significaban nada; llevaba rato sin tener sentido de lo que ocurría a su alrededor. Su respiración se volvió pesada; el oxígeno que le entraba por la nariz ya no alcanzaba para nutrir a todas sus células. Sin previo aviso, su visión se volvió borrosa; su cabeza golpeó suavemente la mesa y un sueño demasiado profundo, casi forzado, lo arrastró consigo mismo.

Mientras tanto, dentro de su cerebro, otro sacudón azotó a la ciudad. Las paredes celulares vibraron, mientras que algunos túneles colapsaban alrededor de Neuronilo, provocando que tormentas de polvo citoplásmico nublaran su vista. Aun así, prosiguió caminando por horas, o al menos así lo percibió, hasta que, a lo lejos, vio una débil luz anaranjada que apenas brillaba. Neuronilo había llegado.

Ciudad Mitocondrial estaba en ruinas. Las enormes fábricas que antes gozaban de energía, luminosidad y, lo más importante, vida, ahora permanecían frías y silenciosas. Las turbinas internas que producían ATP —la molécula, o la parte importante, que da fuerza al cuerpo— estaban apagadas y detenidas.

Entre las ruinas, Neuronilo encontró una figura débil, acurrucada en el piso. Era Condrita, una joven mitocondria con la membrana rota y los ojos apagados, como si la vida se le apagara.

—¿Condrita? ¿Qué ocurrió aquí? —pregunta Neuronilo, temeroso.

—El suministro de glucosa y oxígeno se ha agotado —suspiró cansada.

—No te entiendo. ¿cómo es posible? —su voz tembló y su mirada perdió el poco brillo que le quedaba.

Condrita movió la cabeza, asintiendo con una mueca. Cada movimiento provocaba que las grietas en su frágil cuerpo se extendieran.

—Se acabaron, Neuronilo. Hasta la última gota se usó —sollozo, cansada. —Sin ellos no podemos producir más ATP, la energía de la célula; es nuestro fin. Las demás mitocondrias... ellas no resistieron.



Neuronilo tragó saliva; el silencio se prolongaba por toda la sala.

—¿Qu-qué está ocurriendo allá arriba? —susurró.

Condrita cerró los ojos, tratando de recordar lo que había sucedido.

—Guillermo lleva horas sin comer... sin descansar su cuerpo —murmuró. —Todas las demás células... ya no hay de dónde obtener energía... Neuronilo, todo el sistema está colapsando. Metió la cabeza entre las manos. El oxígeno y la glucosa, que nos dan vida, dejaron de fluir.

Neuronilo apretó los dientes; no podía creer lo que estaba escuchando. “No puede ser, no justo ahora... No puede acabar todo así”, pensó.

Un crujido atravesó lo que quedaba de la ciudad, como si un monstruo se levantara de un largo descanso, un rugido tan profundo que Neuronilo pudo sentir cómo cada una de sus dendritas se erizaba. Las ruinas temblaron mientras fragmentos membranosos caían despedazados, como si de una lluvia se tratara. —Oh, no —dijo Neuronilo—, ¿serán las segundas reservas energéticas? —se preguntó Neuronilo.

Condrita puso los ojos como platos mientras retrocedía.

—No... no puede ser —balbuceó.

—¿Qué sucede? ¿Qué pasará ahora? —preguntó Neuronilo entre escalofríos.

Entre las profundidades del complejo mitocondrial comenzó a emerger, entre un resplandor rojizo casi enfermizo, una figura retorcida, hecha de todos los descartes celulares, de los errores que no debían existir. Una bestia creada por filamentos oscuros, chispas eléctricas descontroladas y con ojos que ardían como carbones en una fogata. Las ruinas parecían encogerse ante su presencia...

Esa cosa abrió la boca y un rugido salió disparado, profundo y seco, como si una bomba hubiera estallado en ese instante. Inundando las paredes que aún sostenían el peso con gases.

—Condrita, ¿Qué es eso? —cuestionó nerviosamente.



—Es... Eso es —la voz de Condrita apenas era audible. —Es la criatura que nace cuando ya no queda nada por hacer; este es nuestro fin, Neuronilo. Nuestro mundo está al borde del apagón total. Condrita se sentó en el piso, a la espera de su fin.

El monstruo avanzó con pasos torpes, pero cada uno de sus pasos hacía vibrar los cimientos del complejo mitocondrial. Neuronilo sintió una fuerte presión, un mal presentimiento del fin.

Cuando el cuerpo no recibe nutrientes durante un largo rato, susurró mientras retrocedió con miedo, se genera un desbalance horrible. La glucosa se agota y el oxígeno no es suficiente. Entonces, los desechos se acumulan, se fusionan y se transforman en eso.

—Pe-pero... ¿aún debe haber algo que podamos hacer, ¿verdad? —preguntó sin apartar la vista de la enorme criatura.

—Neuronilo... si él destruye lo que queda del núcleo energético —Condrita apartó la mirada. —si lo hace, este sería el final para todos. Guillermo podría ya no despertar y nosotros desapareceríamos para siempre...

Con el miedo escalando por sus dendritas, Neuronilo no tuvo más opción que tragar saliva. Su cuerpo temblaba, pero ya había llegado tan lejos como para detenerse. Tenía que salvar a su pueblo de la catástrofe, así que respiró profundamente y dio un paso hacia el frente.

—No dejaré que eso suceda jamás —vociferó—, no mientras siga de pie para impedirlo.

Su mente se llenó de un solo pensamiento: “Tengo que salvar a la ciudad; debo salvar a Guillermo.” La chispa que había sentido por la mañana volvió a recorrer su cuerpo para así encender su pecho.

—¿Hay alguna forma de detenerlo?

Condrita dudó durante unos segundos hasta que finalmente asintió con la cabeza, ligeramente.

—Sí... aunque muy pocos lo han logrado con éxito. —su voz se desvanecía con cada palabra. —Necesitarás despertar al impulso vital.

—¿El qué...? —Neuronilo abrió los ojos.

—Aparece cuando una célula se aferra a la vida, incluso cuando ya no hay mucho por hacer. —Miró al monstruo que se acercaba con pasos torpes. —Si logras activarla, puedes restaurar la energía para que podamos sobrevivir un poco más.

—¿Qué debo hacer? —dijo Neuronilo decidido.

—El impulso vital solo se manifiesta en quienes tienen la esperanza y la fe de que todo mejorará. —Neuronilo tragó saliva con dificultad, mientras algo dentro de él comenzó a latir con gran intensidad. En su mente se reprodujo una vieja frase, el lema de la ciudad. “Mientras quede una chispa de energía, la vida seguirá brillando.”

Su pecho se volvió de un azul tan intenso como el del cielo resplandeciente; sentía cómo la electricidad recorría cada membrana de su frágil cuerpo. Con cada pisada que Neuronilo daba al monstruo, la energía que desprendía revitalizaba a los orgánulos que lo rodeaban.

—No me daré por vencido —gritó Neuronilo mientras corría hacia donde se encontraba la bestia.



La bestia soltó un rugido; no tenía intención de rendirse sin luchar. Una nube negra se desató como si de un tornado se tratara. Sin embargo, la energía que desprendía Neuronilo era tan fuerte que el ATP que brotaba de su cuerpo comenzó a esparcirse como si pequeñas turbinas de avión estuvieran pegadas a su cuerpo.

Condrita observaba todo asombrada.

—¡Está funcionando! La cadena de flujo se está recargando; vamos a lograrlo. Saltó Condrita con alegría.

—No... no lograrás detenerme, niño. —gruñó la criatura mientras se tambaleaba.

—Yo no soy quien te está deteniendo —respondió Neuronilo con frialdad—. Tú sobras aquí.

Hizo un último intento desesperado por aferrarse a la vida, agotando así la poca energía que aún le quedaba. Un halo de luz envolvió a toda la ciudad, formando un domo brillante, como si alguien hubiese encendido un pequeño sol dentro de las ruinas. Neuronilo tuvo que apartar la vista; la luz se sentía como un cálido abrazo... un último latido desesperado.

Las mitocondrias se despertaron con un chasquido, girando furiosamente como si quisieran extraer energía de sí mismas. Las membranas vibraron, los complejos enzimáticos chispearon y, por un instante, Ciudad Mitocondrial volvió a vivir.

—Lo lograron. Jadeó una mitocondria. ¡Aún queda un poco de energía residual!

La falla rugió, un rugido tan grave que quebró columnas enteras. Su cuerpo se retorció bajo la luz, como si lo estuviera quemando desde adentro. Se arqueó, aulló y lanzó una embestida contra el domo que resonó por todo su eje.

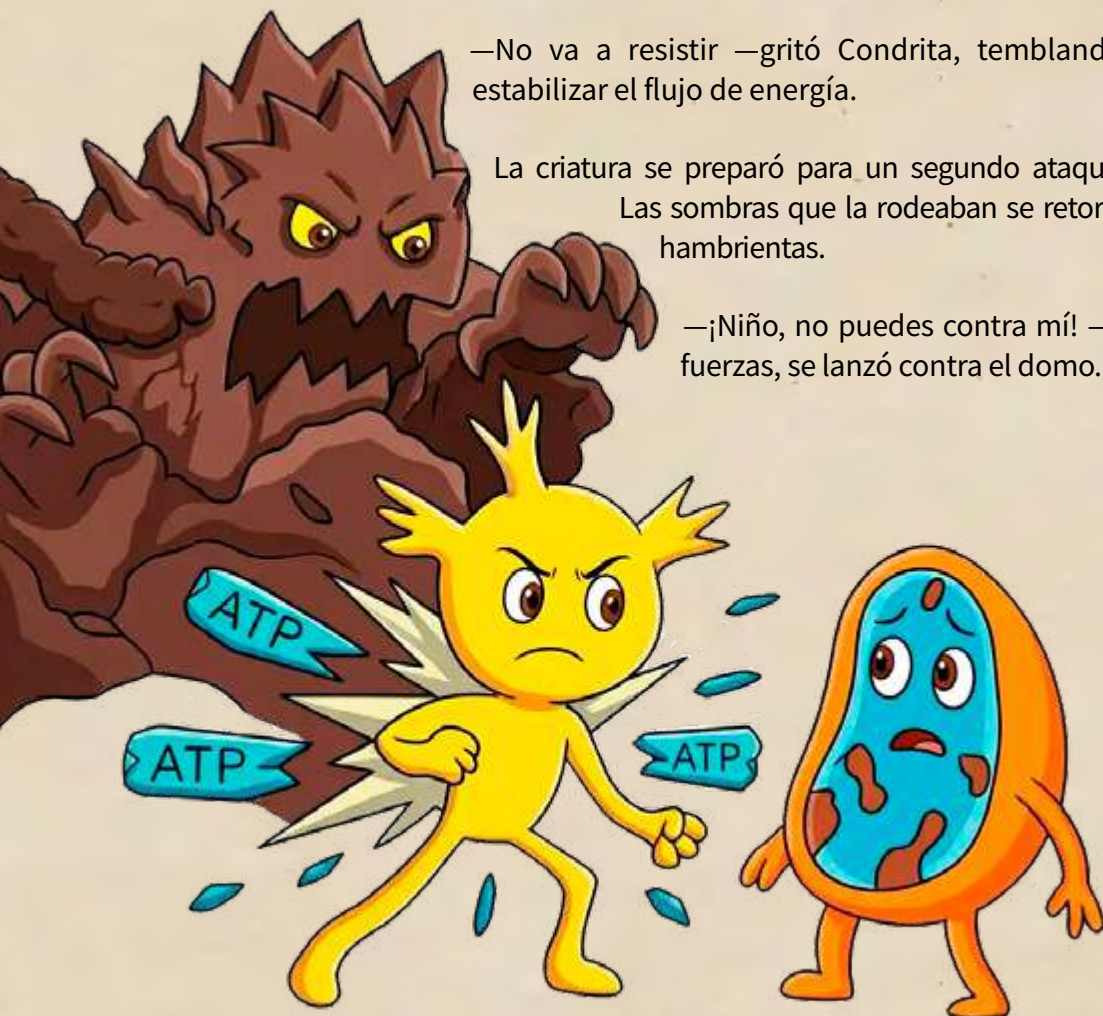
¡Kboooooom!

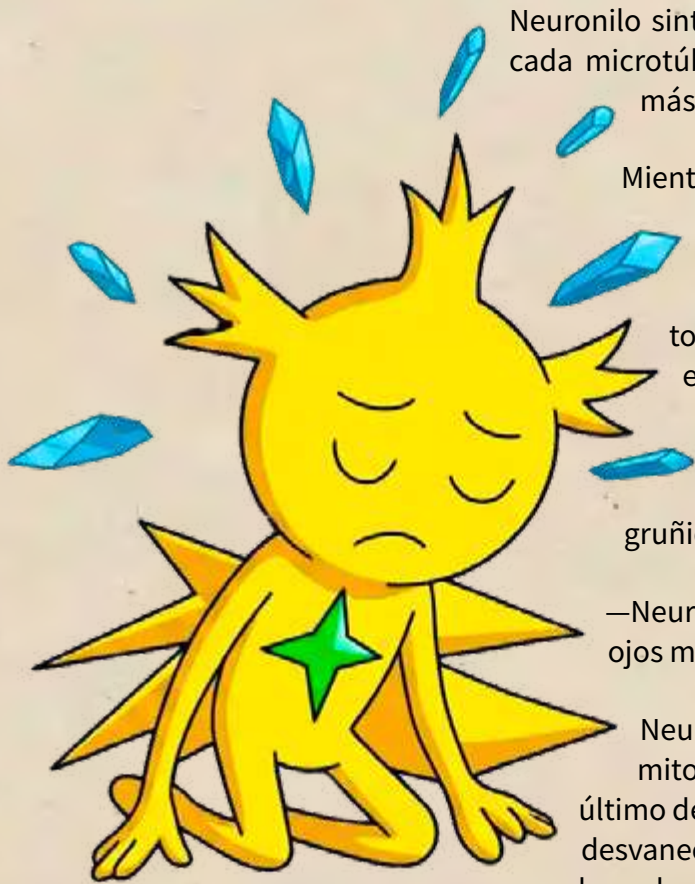
El domo tembló y se formó una ligera grieta en el centro.

—No va a resistir —gritó Condrita, temblando mientras intentaba estabilizar el flujo de energía.

La criatura se preparó para un segundo ataque, mucho más grande. Las sombras que la rodeaban se retorcieron como serpientes hambrientas.

—¡Niño, no puedes contra mí! —rugió y, con todas sus fuerzas, se lanzó contra el domo.





Neuronilo sintió cómo el terror le subía por el axón, helándole cada microtúbulo. Pero debajo de todo ese miedo ardía algo más, algo que había sentido antes.... esperanza.

Mientras quede una chispa, susurró, como si el lema fuera un conjuro, la vida seguirá brillando.

Las ondas de energía salieron disparadas por todo su cuerpo e inundaron la ciudad con un flujo eléctrico que olía a vida, esperanza y fe.

La criatura fue repelida varios metros, chocó contra una columna colapsada y emitió un gruñido de dolor.

—Neuronilo, tú lo estás alimentando. —Condrita abrió los ojos maravillada.

Neuronilo cayó de rodillas y, en ese instante, todas las mitocondrias moribundas se unieron a él para soltar un último destello de poder, un impulso vital puro. La bestia se desvaneció en una lluvia de partículas negras, volviéndose el eco de un mal recuerdo.

—Lo... lograste —susurró.

A través del techo membranoso podía sentirse el corazón de Guillermo que volvía a tomar ritmo, empujaba oxígeno, entregaba vida.

—Él... —murmuró con una sonrisa débil —está despertando.

Muy lejos, en una habitación poco iluminada, Guillermo abrió los ojos con sobresalto y tomó aire profundamente.

—Qué sueño tan raro —dijo mientras bostezaba.

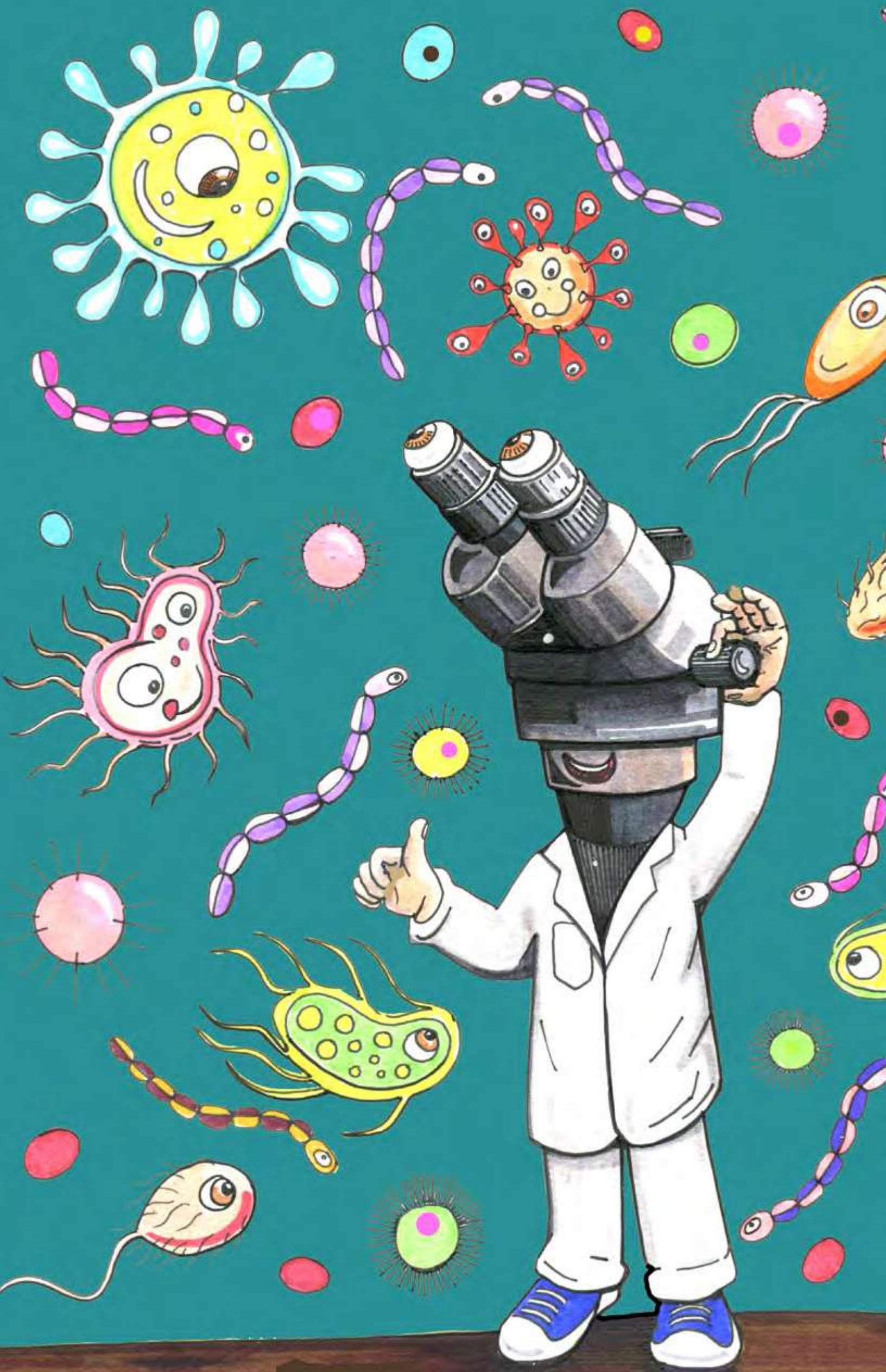
Y en el silencio, Neuronilo se permitió sentirse orgulloso de ser la chispa elegida.

Conclusión

Cada célula de nuestro cuerpo está haciendo un esfuerzo enorme por mantenernos vivos.

Las neuronas y las mitocondrias, los héroes no reconocidos detrás de escena, son quienes nos permiten pensar, soñar, movernos y respirar. Cuando comemos bien, bebemos agua, respiramos profundamente y dormimos bien, se produce una molécula: ATP.

Cuidar del cuerpo para cuidar de su mundo. Porque en los espacios más oscuros, incluso allí, de alguna manera, la vida puede renacer desde el mismo corazón de la nada, y luego todo comienza a arder con un fuego interior como si se hubiera encendido en su totalidad.



El niño científico

David Ismael Hernández Tejeda

Había una vez hace mucho tiempo, una pareja muy pobre, ellos estaban enamorados desde que eran jóvenes, la pareja únicamente se podía ver en la preparatoria porque ahí era el lugar donde todos estudiaban su carrera juntos con la ayuda de los maestros y docentes. La pareja solo podía estudiar la preparatoria ayudando a sus padres en sus trabajos y aunque era algo muy difícil, el amor entre ellos era más que suficiente, con el paso del tiempo la pareja de novios pensaban en su futuro al graduarse de la preparatoria, por lo que pensaron en unir sus vidas de la mejor manera: el matrimonio, así fue cómo la pareja continuó estudiando y trabajando con sus padres para terminar sus estudios y así casarse lo más pronto posible. Un tiempo después los estudiantes estaban listos para graduarse incluyendo a la pareja de enamorados, al llegar el día de la graduación los padres y maestros felicitaban a los estudiantes por haberlo logrado.

Luego de la graduación la pareja estaba lista para casarse y unir sus vidas para formar su propia familia; con el apoyo de sus amigos y padres, la boda de la pareja se estaba organizando poco a poco hasta convertirse en un sueño hecho realidad. Al llegar el día del compromiso la pareja estaba alegre, porque finalmente unirían sus vidas en matrimonio y todos sus seres amados estaban acompañándolos, era un hermoso y soleado día para la boda; al llegar el momento todos los invitados vieron llegar a la pareja y el cura empezó a dar su discurso sobre el amor de la pareja y todo sobre cómo tener una buena relación de casados, cuando llegó el momento de decir sus votos matrimoniales la pareja comenzó a declarar su unión jurando amarse, respetarse y cuidarse durante todos los días por el resto de sus vidas, así que el cura bendijo a la pareja. Finalmente, los declaró como marido y mujer permitiendo que la pareja se uniera en sagrado matrimonio, haciendo que todos se pusieran muy felices por ellos. A diferencia de los cuentos antes escritos, esta historia de amor pronto produciría un niño con capacidades especiales, que se convertiría en uno de los científicos más famosos del siglo XXI.

Durante la celebración del matrimonio, los amigos y familiares comenzaron a decir unos discursos motivadores sobre todo lo que pasaron para cumplir su sueño de casarse y así formar su propia familia; al terminar la celebración la pareja comenzó a disfrutar de su noche de bodas y así consumaron todo su amor juntos como tanto habían deseado y querido.



Después de un tiempo la pareja disfrutaba de su vida de casados, comenzaron a trabajar para comprar su propia casa, finalmente lograron ahorrar todo el dinero y compraron la casa para vivir allí juntos y comenzar a formar su propia familia.



Luego de comprar su casa, la pareja empezó a vivir muy feliz en su comodidad y así su matrimonio fue convirtiéndose en un hermoso cuento de hadas. Después de un tiempo llegó el mejor momento en la vida de casados de la pareja, ellos tendrían un hijo muy pronto. La pareja se sentía feliz porque finalmente tendrían a su hijo y comenzarían a formar su propia familia, durante ese tiempo la pareja estaba organizando todo para recibir a su hijo y darle una excelente y alegre vida.

Un tiempo después de haber preparado todo, la pareja estaba muy alegre porque tendrían a su hijo y así fueron al hospital. Al llegar, los doctores y médicos empezaron a atender a la esposa para tener a su hijo, durante ese tiempo el esposo estaba un poco preocupado por su esposa y por su hijo hasta que los doctores dijeron que todo salió bien y que ya nació su hijo en buena salud y podían ir a verlo, la pareja se sintió muy feliz.

Durante los siguientes años la pareja cuidaba a su hijo con mucho amor y cariño, le enseñaron al pequeño sobre cómo leer, escribir, hablar y durante las noches le contaban algunos cuentos para que así su pequeño y hermoso niño se quedara dormido.

Con el paso del tiempo el hijo de la pareja fue creciendo en buen estado; lo llamaron Louis, en sus primeros años el pequeño Louis comenzó a desarrollar una gran inteligencia y un gran potencial ante sus padres y ellos comenzaron a sentirse orgullosos del talento que tenía su hijo. Al cumplir cinco años el pequeño Louis fue enviado al lugar de aprendizaje “la escuela”, Louis estaba muy feliz y también un poco temeroso de cómo sería su primer día en la escuela, pero sus padres le dijeron que no tendría nada de qué preocuparse porque comenzaría a aprender, divertirse y también a interactuar y socializar con otros niños, por lo que comenzó a sentirse feliz por la motivación de sus padres y lo llevaron a su escuela.



Al llegar a la escuela los padres de Louis le deseaban lo mejor y que disfrutara de su primer día, así que Louis se despidió de sus padres y se fue a su salón de clases para hacer amigos. Una vez en el salón de clases el director comenzó a recibir a todos los niños con amabilidad, cariño y respeto, también comenzó a presentar a los profesores quienes serían los encargados de enseñarles a los niños todo acerca sobre la educación, el aprendizaje, así como el bienestar de todos en la escuela para así convivir con amor, educación y honestidad. Luego llegó el turno de los niños de presentarse con los profesores y con los demás niños, le tocó a Louis presentarse ante todos y aunque se sintió un poco nervioso, Louis reunió mucha valentía y se presentó ante todos con tranquilidad, al terminar de presentarse todos los niños junto con los académicos comenzaron a aplaudir, felicitar y honrar a Louis por su buena actitud.

En sus tiempos libres Louis iba a la biblioteca de la escuela para leer algunos libros y así estudiar un poco. Lo que más le gustaba de su escuela era aprender, leer y estudiar para los exámenes y así obtener buenas calificaciones, cuando terminaban las clases todos los niños incluyendo a Louis regresaban a sus hogares acompañados de sus padres; al llegar a su casa, Louis les enseñaba sus calificaciones a sus padres por lo que ellos se sentían muy felices y orgullosos por la inteligencia y el talento que tenía su hijo en la escuela.

Con el paso del tiempo, Louis seguía estudiando, aprendiendo y haciendo más amigos, durante las clases demostraba tener una gran inteligencia cuando pasaba a exponer algún proyecto, también al resolver algunos problemas en el pizarrón. Al tener diez años Louis se graduó de la escuela primaria con buenos honores y también con excelentes calificaciones, los padres de Louis se sentían muy felices y orgullosos con él por todo su rendimiento escolar que había logrado, Louis y sus padres comenzaban a darle las gracias al director y los profesores también se ponen muy felices y felicitan a Louis junto con los demás estudiantes por todo su rendimiento escolar y les deseaban que cumplieran sus sueños y tuvieran mucho éxito en lograr sus objetivos.

Luego de graduarse de la escuela primaria, los padres de Louis lo inscribieron a la secundaria para que así continuara con sus estudios, al llegar el primer día de escuela Louis estaba muy feliz y también un poco nervioso de cómo sería su nueva escuela, pero sus padres le dijeron que no tendría nada de qué preocuparse por qué ahí comenzaría a hacer nuevos amigos y también aprendería nuevas cosas, algo que puso muy feliz y aliviado a Louis ya que empezaría un nuevo capítulo en su vida; así fue como los padres de Louis lo llevaron a la secundaria, deseando que le fuera bien y que tuviera un buen primer día de clases.

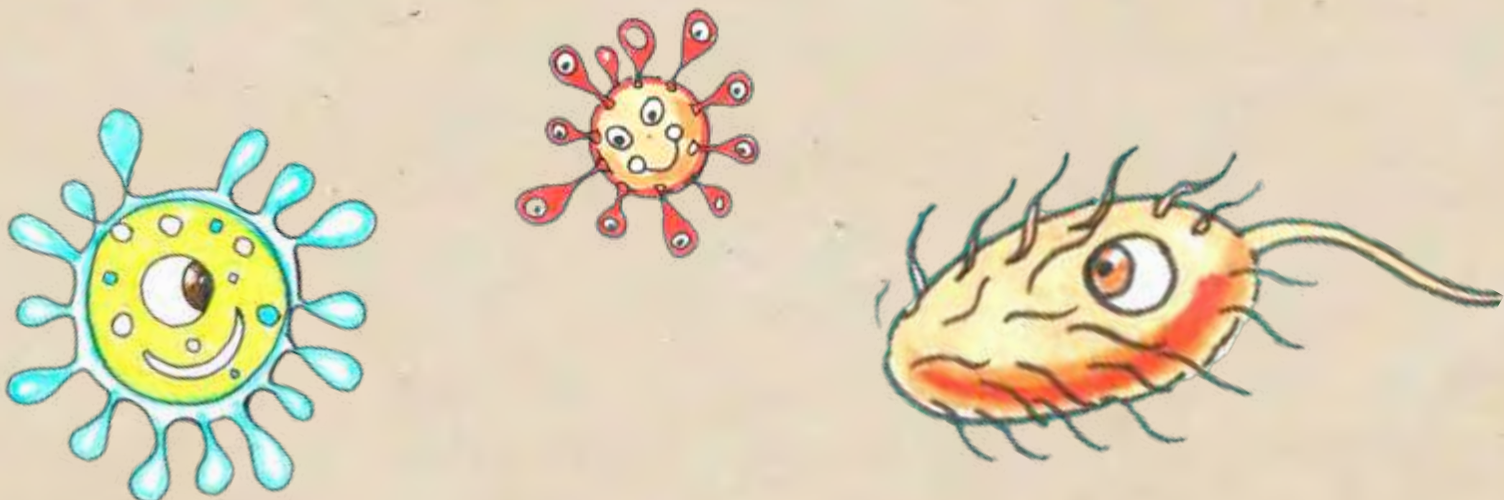


Una vez en su nueva escuela Louis comenzó a conocer poco a poco la secundaria junto con los nuevos estudiantes, los nuevos profesores y también al director de la secundaria, durante las primeras clases los profesores se presentaban ante los estudiantes y viceversa. Comenzaron contando cuáles eran sus mayores sueños, al llegar el turno de Louis de presentarse ante todos y de contarles cuál es su mayor sueño Louis se sintió un poco nervioso, pero se calmó, empezó a presentarse ante los profesores y los demás estudiantes, les contó que su mayor sueño era ser un científico y que haría todo lo posible para lograrlo por medio del estudio junto con la ayuda de los profesores, los estudiantes comenzaron a aplaudir y felicitar a Louis por contar su sueño.

Durante las primeras semanas de clases los estudiantes tenían que elegir qué carrera tendrían que tomar para así cumplir sus sueños, Louis decidió que la carrera que le gustaría era la carrera de la Química a través de las clases y también por cursos de verano. Al llegar a su casa les contó a sus padres sobre la carrera que quería estudiar en la secundaria y ellos dijeron que esa era una buena carrera para estudiar. Louis comenzó la carrera de Química con otros compañeros que también eligieron estudiar aquella carrera y así también empezó a hacer nuevos amigos, los profesores les enseñaban todo acerca sobre la Química por medio de las ecuaciones, las fórmulas, las reacciones y los compuestos químicos, también sobre el reglamento de cómo manejar con cuidado los compuestos químicos, de cómo trabajar en equipos en el laboratorio y llegar a tiempo a todas las clases de laboratorio.

A los 12 años Louis continuaba con su carrera de Química junto con sus compañeros de laboratorio, cuando la escuela secundaria decidió hacer una feria de ciencias para ver el talento y el potencial de todos los estudiantes, al escuchar esto Louis junto con sus amigos se pusieron muy felices por esta noticia. El director de la secundaria anunció la pronta feria de ciencias para evaluar su desarrollo como estudiantes, así que les dijo a todos los estudiantes que tendrían que elegir y hacer algunos proyectos para la feria de ciencias y al estudiante que presentara el mejor proyecto de ciencias sería el ganador de un trofeo y de una beca escolar, algo que puso muy feliz y emocionados a Louis y a todos los demás estudiantes.

Al llegar a su casa Louis les contó a sus padres la noticia sobre la feria de ciencias en su escuela y también sobre el premio al ganador al mejor proyecto de ciencias, algo que puso muy emocionados y felices a los padres de Louis por su gran interés en las actividades escolares. Con el paso de las siguientes semanas, todos los estudiantes de la secundaria estaban trabajando en sus proyectos de la feria de ciencias para ganar el premio, por otra parte, Louis no sabía cuál proyecto podría hacer y presentarlo para la feria de ciencias hasta que sus padres le dijeron que él podría encontrar algo que le gustara y sea interesante, así que Louis siendo motivado por sus padres se le había ocurrido una gran idea para su proyecto de ciencias. Al llegar el día de la feria todos los estudiantes estaban listos junto



con sus proyectos, el director junto con los profesores y algunos inspectores que venían de otras escuelas eran los jueces y encargados de ver y revisar los trabajos de todos los estudiantes. Louis llegaba a la feria de ciencias junto con su proyecto y se sintió un poco nervioso de cómo los jueces verían su proyecto de ciencias, pero se calmó, repasó toda su presentación de su proyecto y esperó a que llegara su turno de exponer. Cuando le tocó exponer comenzó con calma, contándole a todos que su proyecto de ciencias que eligió fue el de las bacterias sobre cómo son, cómo están estructuradas, por qué algunas bacterias son peligrosas y cómo prevenir enfermedades de algunas bacterias.

Luego de que los jueces terminaron de ver y calificar todos los proyectos tuvieron que tomar una decisión un poco difícil sobre quién sería el ganador del trofeo y de la beca escolar pero finalmente había llegado el momento que todos estaban esperando, el ganador de la feria de ciencias de la escuela era Louis por su proyecto acerca de las bacterias, todos comenzaron a felicitarlo y aplaudirlo por su esfuerzo. Louis se sintió muy feliz por haber ganado y sus padres estaban ahí para felicitarlo con mucho amor y cariño, luego de que todo acabó Louis al igual que sus padres le agradecieron al director y a los profesores por haberlo ayudado en su carrera de química, a lo que respondieron que había sido todo un placer.

Durante los siguientes años, Louis siguió estudiando hasta terminar su carrera de Química con la ayuda de sus padres, profesores, amigos y se fue a la universidad para seguir con su carrera universitaria de química para así convertirse en un científico; por medio de las becas escolares finalmente se graduó con excelentes calificaciones de la universidad.

Luego de graduarse de la universidad, Louis se convirtió en un brillante científico que se dedicó a investigar todo acerca sobre la Química de posibles curas para las personas, así fue cómo su futuro fue construyéndose poco a poco, también se convirtió en un hombre muy importante que empezó a ayudar a muchas personas todo gracias al apoyo de sus padres, de sus compañeros de escuela y de los directores Louis se convirtió en un buen hombre así como también en uno de los mayores científicos del mundo y todos vivieron felices para siempre.



Directorio

1. La ciencia de datos en la detección de diabetes

Diego Alexis Morales Martínez
Facultad de Estadística e Informática
Universidad Veracruzana
zS22013011@estudiantes.uv.mx

Iván Andrés Burgos Castro
Doctorado en Ingeniería de la Construcción y el Hábitat
Facultad de Ingeniería de la Construcción y el Hábitat
Universidad Veracruzana

Pedro Javier García Ramírez
Instituto de Ingeniería
Universidad Veracruzana

2. El rostro silenciado: las emociones y expresiones

Ana Gloria Gutiérrez García
Instituto de Neuroetología
Universidad Veracruzana
angutierrez@uv.mx

Nemarie Montserrat Correa Toral
Facultad de Psicología
Universidad Veracruzana

Evelin Naomi Díaz Meléndez
Facultad de Psicología
Universidad Veracruzana

3. La jubilación celular: entre azúcar y tiempo

Natalia Reyes Vallejo
Maestría en Ciencias en Farmacología
Instituto Politécnico Nacional
reyes.natalia4@gmail.com

Jessica Elena Mendieta Wejebe
Doctorado en Investigación en Medicina
Instituto Politécnico Nacional

4. Enemigo invisible: detectives del cáncer

Irving Alán Martínez Leal
Instituto de Salud Pública
Universidad Veracruzana
zs19005134@estudiantes.uv.mx

María Teresa Álvarez Bañuelos
Instituto de Salud Pública
Universidad Veracruzana

Claudia Paola Reyes Zamora
Facultad de Medicina
Universidad Veracruzana

Andrés Bocardo Santos
Facultad de Medicina
Universidad Veracruzana

5. Cuida tu mente, envejece mejor y feliz

Jennifer Viridiana Sánchez Camacho
Maestría en Ciencias de la Acupuntura.
Clínica Integral Universitaria.
Universidad Estatal del Valle de Ecatepec
jennifer.sanchez@uneve.edu.mx

Emma López Espinosa
Clínica Integral Universitaria
Universidad Estatal del Valle de Ecatepec
clinicauneve@uneve.edu.mx

María Dolores Ferré Quintero
Maestría en Ciencias de la Acupuntura
Universidad Estatal del Valle de Ecatepec
ma.doloresferre@uneve.edu.mx

6. Las hojas fósiles que cuentan el clima perdido de Tlaxcala

Carlos Castañeda Posadas
Laboratorio de Paleobiología
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla
carlos.castaneda@correo.buap.mx

Francisco Uriel Bellosó Gámez
Maestría en Ciencias de la Tierra
Facultad de Ciencias Biológicas
Benemérita Universidad Autónoma de Puebla

7. Desprendimiento de bloques de hielo en glaciares marino terminales: Ice Calving

Víctor Hugo Soto Molina
Centro de Ciencias de la Tierra
Universidad Veracruzana
visoto@uv.mx

8. Paisaje ritual y conocimientos indígenas de la Huasteca

Yuyultzin Pérez Apango
UV Intercultural Sede Regional Huasteca
Universidad Veracruzana Intercultural
yuyuperez@uv.mx

9. De plantas medicinales a nanotecnología: viaje del pasado al futuro

Pablo Villegas Moreno
Facultad de Medicina
Universidad Veracruzana
zS22006704@estudiantes.uv.mx

Candelaria Galván Colorado
Unidad de Servicios de Apoyo en Resolución Analítica
Instituto Politécnico Nacional

Rosa Virginia García Rodríguez
Doctorado en Ciencias Biomédicas
Centro de Investigaciones Biomédicas
Universidad Veracruzana

10. ¿Por qué las lenguas se miden por niveles?

Marion Alain Meunier Colula
Doctorado en Estudios del Lenguaje y Lingüística
Aplicada
Facultad de Idiomas
Universidad Veracruzana
mmeunier@uv.mx

11. Claves para atravesar la pérdida: un mapa del duelo

Luz Karina Cortéz Guzmán
Facultad de Psicología
Universidad Veracruzana
zS22007136@estudiantes.uv.mx

León Felipe Beltrán Guerra
Instituto de Investigaciones Psicológicas
Universidad Veracruzana

12. ¿Existe un último llanto? Reflexión sobre la neurobiología del duelo y la empatía

Saraí Pulido Trujillo
Maestría en Salud Pública
Instituto de Salud Pública
diluepulido@gmail.com
Universidad Veracruzana

13. La magia de las papayas: un cuento de crecimiento y equilibrio

David Sósol Reyes
Facultad de Ciencias Agrícolas
Universidad Veracruzana
dsosol@uv.mx

14. Por los rumbos de Tecolutla: memorias de una lechuza

Diana Gissell Juanz Aguirre
Posgrado en Biología Integrativa
Instituto de Investigaciones Biológicas
Universidad Veracruzana
venadajuanz@gmail.com

Angelina Ruíz Sánchez
Facultad de Biología
Universidad Veracruzana

Christian A. Delfín Alfonso
Instituto de Investigaciones Biológicas
Universidad Veracruzana

Alberto Hernández Lozano
Unidad de Manejo para la Conservación de la
Vida Silvestre

Eduardo Morteo Ortiz
Instituto de Investigaciones Biológicas
Universidad Veracruzana

José Luis Pérez Chacón
Instituto de Investigaciones y Estudios Superiores
Económicos y Sociales
Universidad Veracruzana

Ernesto Ruelas Inzunza
Instituto de Biotecnología y Ecología Aplicada
Universidad Veracruzana

16. El ser humano es una máquina perfecta

Entrevista a Jorge Esma Bazan
Coordinador de las Jornadas Nacionales por las
Ciencias y las Humanidades, de la Secretaría de Ciencia,
Humanidades, Tecnología e Innovación

15. ¡Guacamole! Exposición colectiva de la 1era Generación del Doctorado en Artes Visuales

Darío Alberto Meléndez Manzano
Instituto de Artes Plásticas

Dossier: Ciencia sin Fronteras

La aventura del maíz mágico

Ángel Elisa Pérez Fuentes
zS25004867@estudiantes.uv.mx

El viaje de H1N1 y H3N2: ¡Conoce la vacuna tetravalente contra la influenza!

Luz del Carmen Escobar de los Santos
zS21005454@estudiantes.uv.mx

La chispa elegida

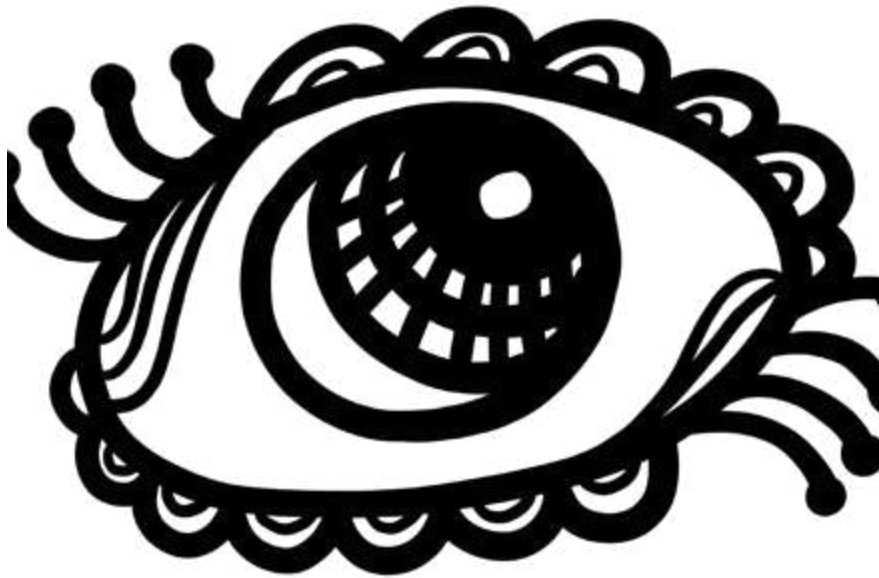
Kenan Joel Molina Murrieta
zS25004900@estudiantes.uv.mx

Ingrid Dubet Herrera Haro
zS23022388@estudiantes.uv.mx

El niño científico

David Ismael Hernández Tejeda
zS24005064@estudiantes.uv.mx

En portada, cartel de José Manuel Morelos Villegas. Collage digital y fotografía, 2026, Xalapa, Ver.



Pregones de Ciencia. Por una cultura científica común / Revista multidisciplinaria de ciencia y arte, No. 9, una publicación semestral enero-junio de 2026, 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 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. Todos los derechos y responsabilidades de los contenidos de esta revista pertenecen a las y 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, lo 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/> Escríbenos a 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. Esta revista se terminó de editar y publicar en junio de 2026.



Universidad Veracruzana