



UASLP
Universidad Autónoma
de San Luis Potosí

UNIVERSITARIOS POTOSINOS

Revista de
Divulgación
Científica

AÑO 23
NÚMERO 287
ISSN-1870-1698



La **edad** de
las **rocas**:
datando con
microfósiles

Protagonista de
la INGENIERÍA
ELECTRÓNICA
**ISELA
BONILLA
GUTIÉRREZ**

**Ciudades
fractales**
en la
sustentabilidad

La **sequía** en
**San Luis
Potosí**



Diseño de portada:
Catalina Esqueda

LATINDEX: 24292



Editorial

Queridos lectores de *Universitarios Potosinos*, llegamos al número 287 y con ello nuestro artículo principal a cargo de Hiram Ocampo y colaboradores, quienes nos adentran en la edad de las rocas, mediante los fósiles, ya que permiten estudiar y comprender su evolución.

Por otra parte, el doctor Eduardo Jiménez aborda la geometría fractal como una planificación urbana que tiene que ver con lo económico, ambiental, social y cultural; y aunque desafían los modelos tradicionales, ofrecen soluciones innovadoras ante el crecimiento poblacional. Mientras tanto, el doctor Samuel Rodríguez nos pone en perspectiva la sequía en San Luis Potosí y sus recomendaciones para poder evaluar con mayor precisión los comportamientos climáticos.

Desde la Universidad de Colima, el doctor Javier Alamilla, nos detalla acerca de los ritmos circadianos y sus efectos en la tercera edad. Y para concluir, la doctora Silvia Romero abunda sobre la importancia de la psicopedagogía a 12 años de instaurarse como carrera dentro de la Institución.

Como protagonista, tenemos a la doctora Isela Bonilla Gutiérrez, catedrática e investigadora de la Facultad de Ciencias, quien no solo nos habla sobre la parte profesional como formadora de estudiantes en el área robótica, sino también de sus aficiones más personales.

Esperamos que estos trabajos y las secciones que conforman esta edición, sean de su total agrado.

Revista de divulgación científica. *Universitarios Potosinos* es una publicación mensual fundada en 1993, editada por la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, a través de la Dirección de Comunicación e Imagen, su objetivo es divulgar y difundir el conocimiento generado por la investigación científica y tecnológica de la UASLP y de otras instituciones nacionales y extranjeras, e informar sobre los avances y descubrimientos en las diversas áreas del conocimiento.

Reservas de Derechos al Uso Exclusivo núm. 04-2022-120714274300-102, otorgado por el Instituto Nacional del Derecho de Autor, licitud de Título núm. 8702 y licitud de contenido núm. 6141, otorgados por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación.

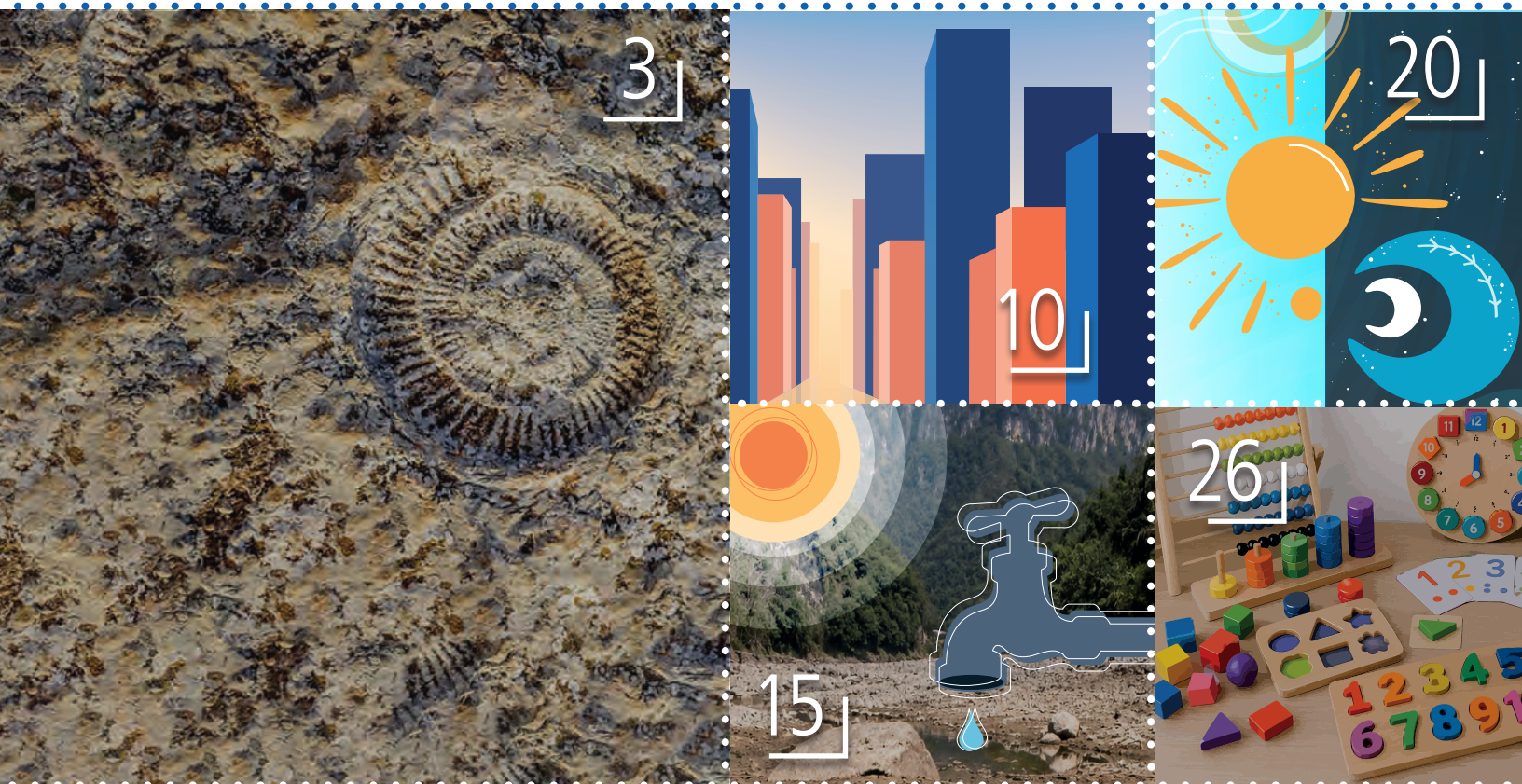
Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal, Latindex, folio: 2429. [UP](#)

Artículos

- 3 **La edad de las rocas: datando con microfósiles**
HIRAM HUNAHPU OCAMPO MARTÍN
- 10 **Ciudades fractales en la sustentabilidad**
EDUARDO JIMÉNEZ LÓPEZ
- 15 **La sequía en San Luis Potosí**
SAMUEL RODRÍGUEZ FLORES
- 20 **Los ritmos circadianos de la ancianidad**
JAVIER FRANCISCO ALAMILLA GONZÁLEZ
- 26 **Psicopedagogía disciplinar en la UASLP: doce años de innovación educativa**
SILVIA ROMERO CONTRERAS

Secciones

- 31 **DIVULGANDO** MIRADOR DE LA CIENCIA
DANIEL ULISES CAMPOS DELGADO
- 33 **PROTAGONISTA** DE LA INGENIERÍA ELECTRÓNICA
ISELA BONILLA GUTIÉRREZ
- 35 **UN SHOT DE CIENCIA**
HUITLACOCHÉ - LA TRUFA MEXICANA
- 36 **CIENCIA RANDOM**
¿POR QUÉ LOS PERROS TIENEN BIGOTES?
- 37 **CIENTÍFICO DEL MES**
EMILIO LLUIS RIERA
- 38 **OCIO CON ESTILO** CINE
EL MONSTRUO MÁS HUMANO



Recibido: 5.03.2025 • Aceptado: 30.04.2026

Palabras clave: microfósiles, microfósiles, cinco reinos, edad de las rocas.

La edad de las rocas: datando con microfósiles

HIRAM HUNAHPU OCAMPO MARTÍNEZ

hiramhuna33@gmail.com

INSTITUTO CARL ROGERS, S.L.P.

GUILLERMO ALVARADO VALDÉZ

alvarado@uaslp.mx

ÁREA DE CIENCIAS DE LA TIERRA, FACULTAD DE INGENIERÍA, UASLP

YAM ZUL ERNESTO OCAMPO DÍAZ

yamzul.ocampo@gmail.com

ÁREA DE CIENCIAS DE LA TIERRA, FACULTAD DE INGENIERÍA, UASLP

¿Te imaginas un mundo en el que sólo existieran bacterias? Hace miles de millones de años, la vida en la Tierra era así, pero, con el paso del tiempo, esos organismos microscópicos evolucionaron hasta dar origen a la increíble diversidad de plantas, animales, organismos unicelulares y hongos que conocemos.

Los fósiles, como evidencia de la vida pasada, nos permiten estudiar y comprender los vestigios de esa evolución. Algunos fósiles son grandes y fáciles de ver, como los esqueletos de dinosaurios; pero otros son tan pequeños que sólo pueden observarse con el microscopio: se les denomina microfósiles. En este trabajo, se explica cómo los microfósiles ayudan a los paleontólogos a determinar la edad de las rocas y a comprender cómo ha cambiado la vida en nuestro planeta a lo largo del tiempo. ¡Acompáñanos en este viaje al pasado a través de los microfósiles!

Cuando hablamos de la edad, solemos pensar en la nuestra (pocos años) o referirla al nacimiento de Cristo. Sin embargo, cuando se habla de la edad de las rocas, los paleontólogos la expresan en millones de años (Ma), es decir, en muchas generaciones humanas. Considerando que la presencia de los humanos en nuestro planeta es efímera, debemos señalar que otros organismos, como las bacterias, las plantas y los hongos, han existido en la Tierra desde hace muchos millones de años; por lo tanto, sus restos permiten determinar la edad de las rocas.

Recordemos que los seres que habitan el planeta están divididos en los reinos Plantae, Protista, Animalia, Monera y Fungi, siendo los protistas y los animales los más abundantes (Whittaker, 1969). El registro paleontológico indica que el reino Monera apareció entre 3 700 y 3 500 Ma, según estromatolitos de Australia, Canadá y Sudáfrica, respectivamente (Figuras 1 y 2A). Casi 2 000 millones de años después aparecieron los reinos Animalia,

Plantae y Protista (Turner, 2021). Por último, hace aproximadamente 1 000 Ma surgieron los hongos, documentados en el Ártico de Canadá por Loron et al. (2019) (Figura 1).

Según las evidencias paleontológicas, la presencia del ancestro más antiguo del hombre ocurrió entre los 7 y 5 Ma en Etiopía, África, llegando a América probablemente a los 26 500 años, como lo documenta Ardelean et al. (2020), en la cueva del Chiquihuite, Zacatecas, México.

Los fósiles proporcionan edades relativas, mientras que las obtenidas mediante métodos radiométricos se consideran absolutas. Los métodos radiométricos destacan por su eficiencia operativa y rapidez, pero su precisión está condicionada por la resolución analítica de la instrumentación. En contraste, aunque requieren más tiempo de trabajo en la preparación de las muestras, la identificación de los fósiles guía y la determinación de sus especies permiten determinar las edades relativas.

Es importante señalar que, al igual que los métodos radiométricos, el análisis paleontológico también presenta limitaciones, como la preservación de los organismos y su reconocimiento, por lo que es necesario contar con una preparación sólida.

Este trabajo describe las características de los fósiles índice empleados en la paleontología para determinar la edad de las rocas, enfatizando los abundantes organismos unicelulares, denominados microfósiles, que han habitado la Tierra desde hace millones de años hasta el día de hoy.

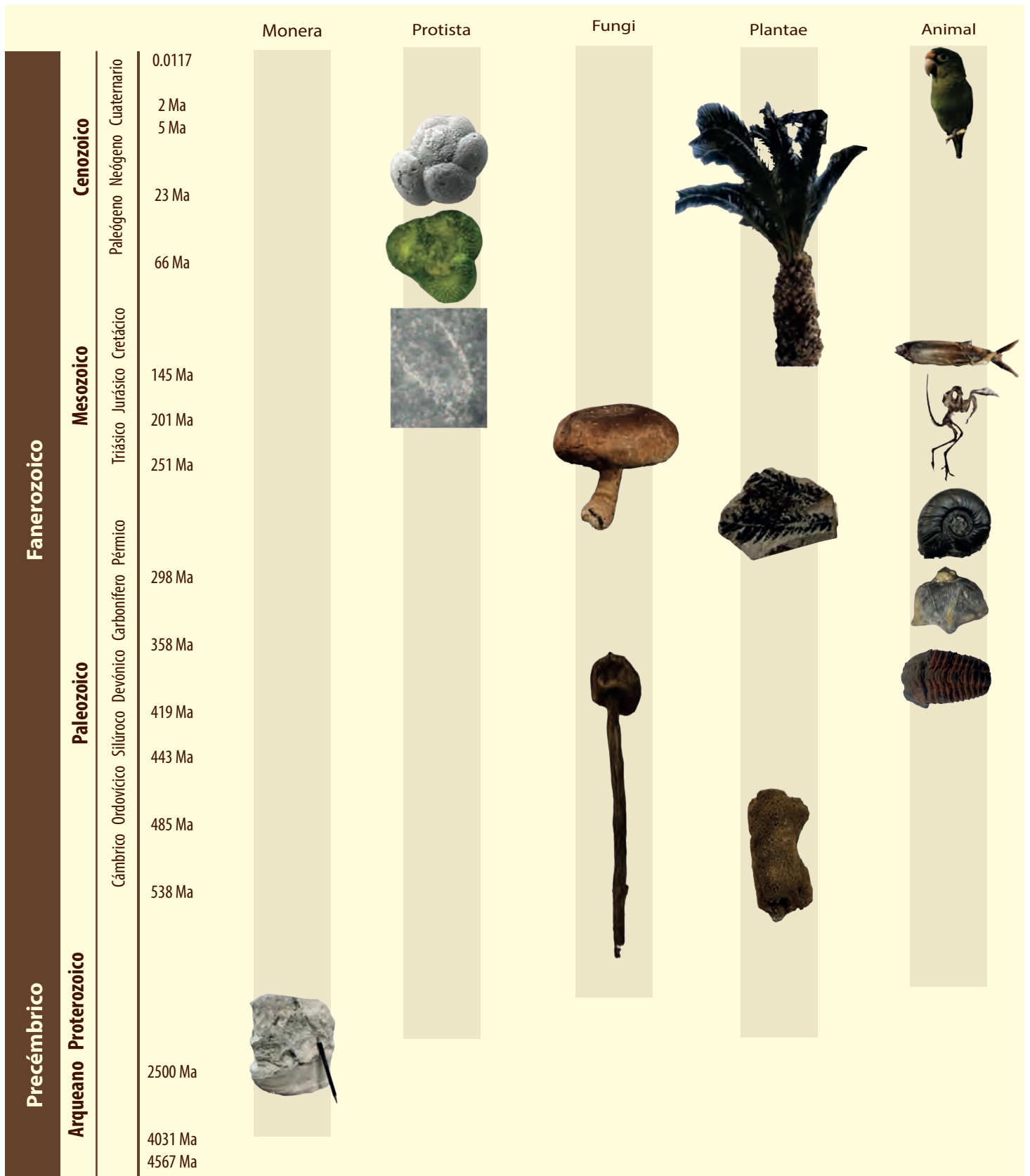


Figura 1.
Aparición cronológica de cada uno de los reinos considerando su registro paleontológico.
Las barras grises marcan su rango de aparición.

¿Qué es un fósil?

Los fósiles son restos de plantas, animales u organismos unicelulares conservados durante millones de años en las rocas, lo que permite conocer la historia de la evolución de la vida en la Tierra. La mayoría de los organismos pueden convertirse en fósiles, siempre y cuando los procesos de fosilización permitan su preservación parcial o completa. No todos

los fósiles son útiles para determinar la edad de las rocas: sólo aquellos denominados fósiles guía cumplen esta función.

Fósiles guía o índice: ejemplos

Para que un fósil sea considerado índice o guía (macrofósil o microfósil), debe ser fácilmente reconocible, tener una amplia distribución biogeográfica, ser abundante, tener un rango de vida corto y una evolución rápida, y ser útil para correlacionar unidades geológicas, definir límites en la escala del tiempo geológico y determinar la edad relativa de las rocas.



Figura 2.

a) Estromatolitos de 3 500 Ma en Sudáfrica. b) trilobite del género *Calyheme* sp. (Ordovícico al Silúrico; 480-409 Ma) de Marruecos. c) Amonite del género *Perisphinctes* de hace 140 Ma. d) Braquiópodo de tipo spheriferido del Devónico (499 Ma) de China. e) *Archaeopteryx* del jurásico en Alemania. f) Pterodáctilo del Jurásico de Alemania.

Fotografías a, e y f, cortesía de Rubén López Doncel. e y f fueron tomadas en el Jura-Museum en Alemania.

Como ejemplos de microfósiles guía, se pueden mencionar los trilobites (Figura 2B), artrópodos marinos que vivieron hace 269 Ma. Los amonites (Figura 2C), cefalópodos que poblaron la Tierra desde hace 250 Ma y cuyo representante actual es el Nautilus. Los braquiópodos documentados en rocas de hace 250 Ma hasta el presente (Figura 2D) son buenos fósiles guía para las rocas del Paleozoico. Macrofósiles muy conocidos son el *Archaeopteryx* (Figura 2E) y los pterodáctilos, que habitaron el planeta hace 150

Ma (Figura 2F). Aunque los macrofósiles son excelentes fósiles guía y permiten dataciones precisas, su limitada preservación favorece el uso de microfósiles, que son más abundantes.

Microfósiles guía: ejemplos

Los microfósiles son organismos unicelulares del reino Protista, con tamaños que varían entre 1/6 y 1/2 milímetro, estudiados mediante microscopio óptico o electrónico de barrido. Debido a sus procesos metabólicos, secretan conchas de carbonato de calcio (calcita o aragonita) o de sílice (Bollí *et al.*, 1985). Los microfósiles permiten conocer las condiciones paleoambientales y paleocológicas, así como la edad de las rocas. Ejemplos de microfósiles guía son los foraminíferos, calpionelidos, ostracodos y radiolarios.

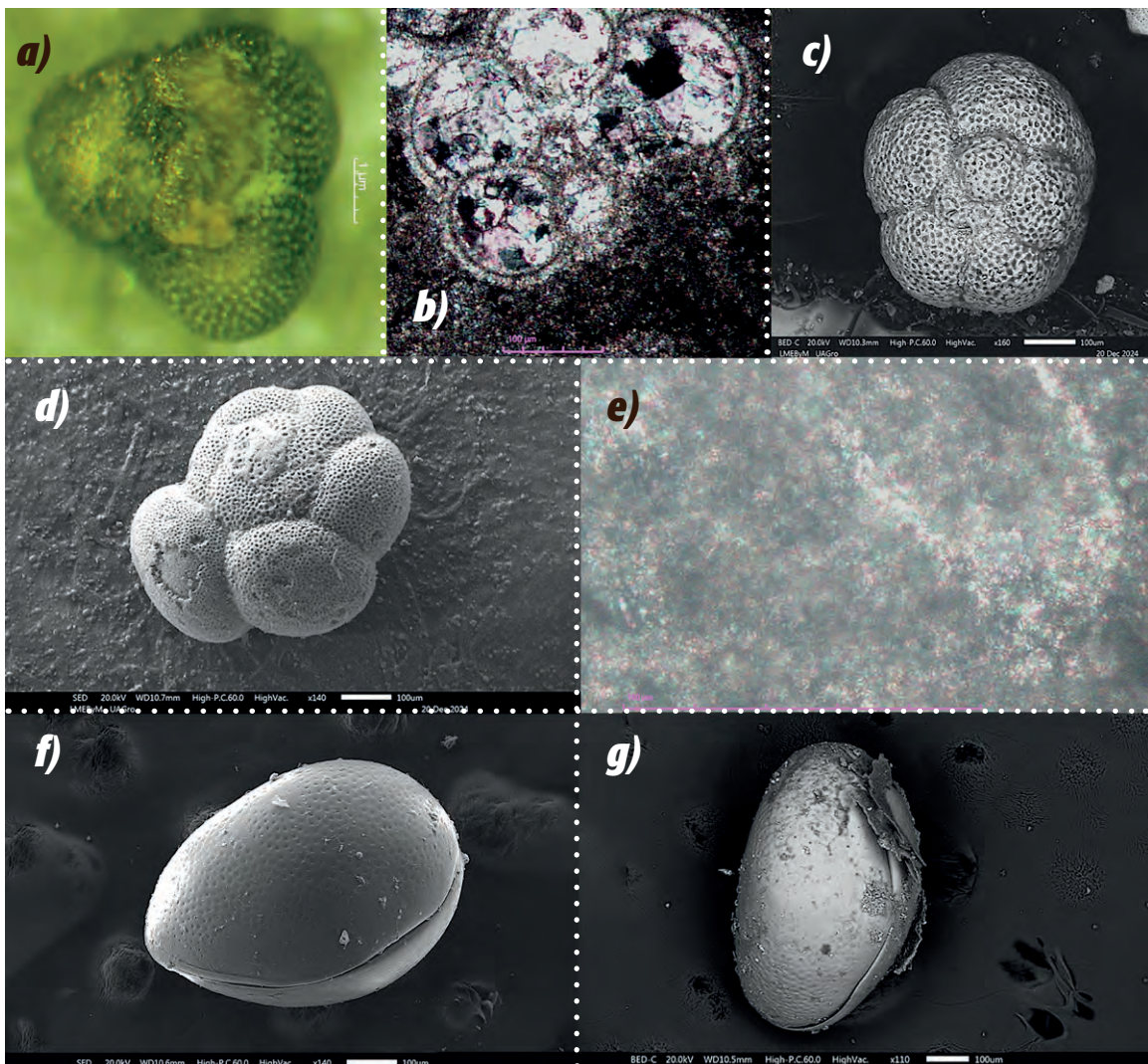
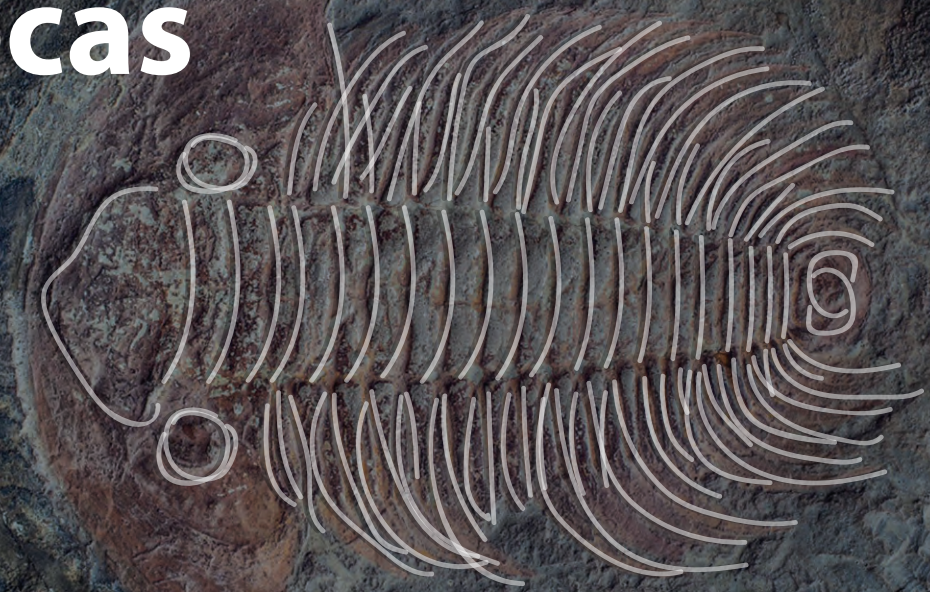


Figura 3. *a)* Foraminíferos planctónicos del tipo *Globigerina*. Vista en microscopio estereoscópico. *b)* Vista en microscopio petrográfico. *c)* Vista en microscopio electrónico de barrido. *d)* Foraminíferos planctónicos del tipo *Globigerina*. Vista en microscopio electrónico de barrido. *e)* Calpionelidos del Jurásico del noreste de México. *f)* y *g)* Ostracodos de Ciudad del Maíz, S.L.P.

La edad de las rocas



Los fósiles, como evidencia de la vida pasada, nos permiten estudiar y comprender los vestigios de esa evolución. Algunos fósiles son grandes y fáciles de ver, como los esqueletos de dinosaurios; pero otros son tan pequeños que sólo pueden observarse con el microscopio: se les denomina microfósiles.



Cuando hablamos de la edad, solemos pensar en la nuestra (pocos años) o referirla al nacimiento de Cristo. Sin embargo, cuando se habla de la edad de las rocas, los paleontólogos la expresan en millones de años (Ma), es decir, en muchas generaciones humanas.



La asombrosa diversidad de la vida en nuestro planeta, desde los gigantescos dinosaurios hasta los microscópicos protistas, ha dejado una huella imborrable en el registro geológico. Los macrofósiles, como las aves, capturan nuestra imaginación, pero su preservación es limitada.



Los fósiles proporcionan edades relativas, mientras que las obtenidas mediante métodos radiométricos se consideran absolutas. Los métodos radiométricos destacan por su eficiencia operativa y rapidez, pero su precisión está condicionada por la resolución analítica de la instrumentación.



Su abundancia en el registro estratigráfico los convierte en indicadores cronológicos precisos, esenciales para determinar la edad de las rocas y reconstruir la historia de la Tierra. Además, los microfósiles proporcionan información valiosa sobre las condiciones climáticas y ambientales del pasado.

Estudiante del tercer año de secundaria en el Instituto Carl Rogers en San Luis Potosí. Colabora como asistente en el Laboratorio de Paleontología de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP). Actualmente trabaja en el Escaneo 3D de la colección paleontológica del Laboratorio de Paleontología de la Facultad de Ingeniería de la UASLP.



Los foraminíferos, del latín *Foraminifera*, que significa “portadores de orificios”, son organismos marinos de vida libre que excretan una concha de calcita o aragonito. Se clasifican como planctónicos cuando flotan y son transportados por las corrientes oceánicas, y como bentónicos cuando viven fijos o adheridos al sustrato; por ello, son buenos indicadores batimétricos (Bolli *et al.*, 1985). Los foraminíferos planctónicos se determinan según las características morfológicas y microestructurales de su concha, la cual puede presentar diferentes formas de enrollamiento, así como una o múltiples cámaras globulares que les permiten flotar. Algunos son globulares (esféricos), denominados globigerinas (Figura. 3A-D), y otros son alargados, llamados rotalínidos.

Los foraminíferos bentónicos son organismos eucariotas unicelulares que realizan su ciclo vital desde los sedimentos de las zonas costeras hasta las aguas marinas profundas, con conchas de morfologías alargadas u ovaladas de carbonato de calcio. Como se puede apreciar en la figura 3E, los calpionelidos, excelentes fósiles guía del Jurásico superior al Cretácico inferior, son protistas alveolados unicelulares caracterizados por un caparazón de calcita de forma oval o alargada (forma de U o V) (Bolli *et al.*, 1985). Los ostrácodos son artrópodos milimétricos o micrométricos, presentes en sistemas acuáticos desde hace 500 Ma hasta hoy, caracterizados por un par de valvas de calcita, de aspecto similar al de una almeja (Figuras 3F-G).

Los radiolarios son protistas planctónicos con esqueletos de sílice muy elaborados y complejos, de apariencia opalina, que les permiten habitar en profundidades superiores a los 3 500 metros. Son buenos fósiles guía en rocas del Jurásico al Cretácico (201-66 Ma) (Bolli *et al.*, 1985) y abundantes en las rocas denominadas pedernal.

Conclusiones

La asombrosa diversidad de la vida en nuestro planeta, desde los gigantes dinosaurios hasta los microscópicos protistas, ha dejado una huella imborrable en el registro geológico. Los macrofósiles, como las aves, capturan nuestra imaginación, pero su preservación es limitada. Por ello, los microfósiles, restos de organismos protistas unicelulares, son herramientas indispensables para los paleontólogos.

Su abundancia en el registro estratigráfico los convierte en indicadores cronológicos precisos, esenciales para determinar la edad de las rocas y reconstruir la historia de la Tierra. Además, los microfósiles proporcionan información valiosa sobre las condiciones climáticas y ambientales del pasado, lo que nos permite comprender mejor la evolución de la vida en nuestro planeta. ^{UP}

Agradecimientos

A Jazmín López Díaz y a Oscar Talavera Mendoza, del LMEBM-UAGro, por las facilidades para la adquisición de imágenes de SEM. A Margarita Martínez Paco, Damaris Yáñez Carraro y Juanilyeli García Romero por la revisión crítica del manuscrito.

Referencias bibliográficas:

- Ardelean, C., F., Becerra-Valdivia, L., Pedersen, M., Winther, Schwenninger, J.-L., Oviatt, C. G., Macías-Quintero, J.I., Arryo-Cabral, J., Sikora, M., Ocampo-Díaz, Y. Z. E., Rubio-Cisneros, I.I., Watling, J. G., de Medeiros, V.B., De Oliveira, P.E., Barba-Pingarón, L., Ortiz-Butrón, A., Blancas-Vázquez, J., Rivera-González, I., Solís-Rosales, C., Rodríguez-Ceja, M., Willerslev, E. (2020). Evidence of human occupation in Mexico around the Last Glacial Maximum. *Nature*, 584(7819), 87-92. <https://doi.org/https://doi.org/10.1038/s41586-020-2509-0>
- Bolli, H. M., Saunders, J.B., & Perch Nielsen, K. (Eds.). (1985). *Plankton Stratigraphy*. Cambridge University Press.
- Loron, C.C., François, C., Rainbird, R.H., Turner, E.C., Borensztajn, S., & Javaux, E.J. (2019). Early fungi from the Proterozoic era in Arctic Canada. *Nature*, 570(7760), 232-235. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1217-0>
- Turner, E.C. (2021). Possible poriferan body fossils in early Neoproterozoic microbial reefs. *Nature*, 596(7870), 87-91. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03773-z>
- Whittaker, R.H. (1969). New concepts of kingdoms of organisms. *Science*, 163, 150-160.

Recibido: 25.02.2025 • Aceptado: 30.04.2026

Palabras clave: ciudades fractales, sustentabilidad, planificación urbana, autosimilitud, sistemas complejos.

Ciudades fractales en la sustentabilidad

EDUARDO JIMÉNEZ LÓPEZ

ejimenezl@uaemex.mx

CENTRO DE INVESTIGACIÓN Y ESTUDIOS AVANZADOS DE LA POBLACIÓN, UAEM

RICARDO ELIU LOZOYA PONCE

ricardo.lp@chihuahua.tecnm.mx

TECNOLÓGICO NACIONAL DE MÉXICO - CAMPUS CHIHUAHUA, CHIHUAHUA

LUIS JAVIER ONTAÑÓN GARCÍA PIMENTEL

luis.ontanon@uaslp.mx

COORDINACIÓN ACADÉMICA REGIÓN ALTIPLANO OESTE, UASLP

La geometría fractal, desarrollada por Benoît Mandelbrot, describe patrones naturales autosimilares, como árboles o montañas, donde cada parte refleja la estructura del todo. Esta teoría, aplicada a la planificación urbana, propone diseñar “ciudades fractales” para alcanzar la sustentabilidad. Estas ciudades integran cuatro pilares: ambiental, económico, social y cultural, equilibrando recursos y equidad intergeneracional. Su diseño sigue principios como autoorganización, diversidad y reflexividad, adaptándose dinámicamente a las necesidades urbanas. Ejemplos como Singapur muestran estructuras en anillo que equilibran espacios construidos y naturales, optimizando el transporte y reduciendo el impacto ambiental. Las ciudades fractales mejoran la eficiencia energética, resuelven problemas de vivienda y transporte, y promueven la interdisciplinaria entre academia e industria. Aunque desafían los modelos urbanos tradicionales, ofrecen soluciones innovadoras ante el crecimiento poblacional y la crisis climática, al integrar complejidad natural en entornos urbanos.

En el siglo pasado, un matemático llamado Benoît Mandelbrot menciona que “las formas que nos rodean por la naturaleza generalmente no están regidas por una geometría euclidiana”, por lo cual nombró una nueva geometría: El fractal (Mandelbrot 2004). El descubrimiento y desarrollo de esta teoría matemática despertó un gran interés por su originalidad, ya que parecía alejado de la percepción común de los seres humanos. Con sus fórmulas se pudieron modelar paisajes y entornos naturales como nubes, ríos, montañas, límites de países, distribución y tamaño de estrellas de las galaxias, entre otros.

Se convirtió en una teoría fundamental en la actividad científica, al permitir el uso de los fractales para modelar

fenómenos que, de otro modo, serían enormemente complejos. Mediante términos matemáticos relativamente simples, ajustados a las condiciones concretas, es posible describir sistemas de alta complejidad. Con este descubrimiento se constató una relación oculta entre los elementos de la naturaleza que comparten ciertas fórmulas conocidas, como el llamado conjunto de Cantor. Este describe conjuntos de líneas de longitud de uno, en los cuales, en cada iteración se elimina sólo un tercio de la línea en su parte central. En la figura 1 se muestran seis iteraciones verticales del conjunto de Cantor, donde cada nivel divide los segmentos en tres partes y elimina el tercio central. La autosimilitud, (segmentos que se duplican y longitudes que decrecen exponencialmente) ilustra cómo reglas simples generan complejidad.

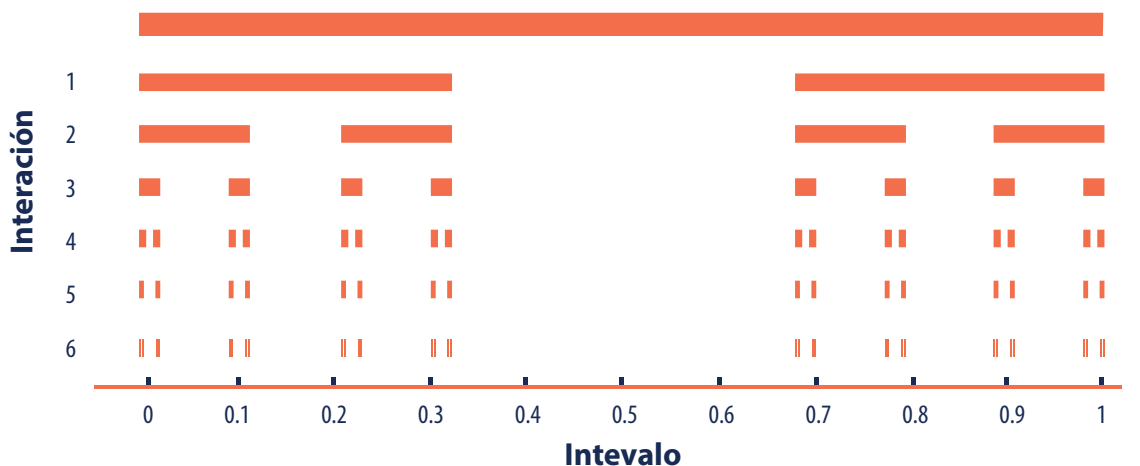


Figura 1.
Conjunto de Cantor fractal con seis iteraciones



Imagen 1.
Fractales en la naturaleza

La geometría fractal se basa en irregularidades que, a pesar de su complejidad, guardan relación entre sí y generan formas similares. La clave de esta geometría es la auto semejanza que describe muchos aspectos de la realidad e intenta concentrar la atención en ciertos patrones de comportamiento.

Fractales: ¿Qué son?

La palabra "fractal" implica que cada parte contiene una estructura similar al todo. Un ejemplo claro de esto es un árbol, cuyas ramas replican su forma general. Estos patrones tienden a repetirse indefinidamente, aunque con variaciones. La belleza fractal radica en su irregularidad, que puede terminar siendo visualmente extraña para las personas que están acostumbradas a formas geométricas convencionales. Las deformaciones fractales generan el vértigo estético asociado a la proximidad de lo real (imagen 1).

El fractal puede definirse como patrones naturales basados en el entrelazamiento aparentemente desordenado de ciertas estructuras. Es importante mencionar que la integración del concepto de fractalidad con el de sustentabilidad se refiere a las propiedades que los rasgos físicos de la figura presentan.

Fractalidad urbana

A nivel urbano, los fractales se manifiestan en formas presentes en edificios, en conjuntos arquitectónicos, en las tramas urbanas y en el crecimiento y evolución de las ciudades a lo largo del tiempo. Una propiedad fractal clave es la autosimilitud, según la cual los patrones se asemejan al original tras ciertas transformaciones. Estas propiedades también se manifiestan en formas más simples, como líneas rectas o círculos, en condiciones ambientales limitadas.

Las ciudades fractales han sido propuestas por diversos teóricos (Batty & Longley 1994). Se trata de entornos contruidos en los que las estructuras presentan patrones geométricos no convencionales, es decir, alejados de la escala arquitectónica habitual. Un ejemplo de esto se aprecia en el hotel Morpheus, en la ciudad de Macao, (imagen 2).

Los fractales estudian la dimensión, la forma, la posición, la dispersión y la ubicación de los objetos, así como su relación con el espacio donde se encuentran. En el análisis espacial se realizan estudios detallados geo-socioestadísticos en donde se propone la implicación para modelar fenómenos urbanos y su relación con las

ciudades fractales para la sustentabilidad (Garrocho *et al.*, 2021).

En la toma de decisiones sobre el desarrollo urbano, es crucial considerar la sustentabilidad, basada en cuatro pilares fundamentales: ambiental, económico, social y cultural. Estos se encuentran en equilibrio constante dentro de un complejo engranaje que interactúa en el concepto original. Alcanzar dicho equilibrio beneficia tanto a las generaciones presentes como a las futuras, al garantizar la conservación de los recursos que el planeta pone a disposición del ser humano, optimizando su aprovechamiento y velando por la justicia y la equidad entre todas las partes.

Son numerosos los beneficios asociados a las ciudades fractales. Su aplicación favorece formas urbanas más libres y orgánicas, alejadas de la planificación mecanicista tradicional, caracterizada por espacios monótonos y rígidos. En cambio, se promueve la simulación de paisajes completos y dinámicos. En las obras civiles, por ejemplo, los estudios de tráfico sensibles a las leyes fractales podrían mejorar la estética, el confort personal y la conducción, mientras permiten ahorros significativos en energía en el terreno.

Los problemas relacionados con la vivienda, los servicios y la infraestructura de transporte han impulsado el desarrollo de las ciudades fractales. Los barrios fractales buscan responder a estas problemáticas mediante los complejos habitacionales funcionales a las necesidades ciudadanas.

Considerar una ciudad fractal permite identificar y evaluar sus necesidades, como la conectividad, las jerarquías y los usos. Singapur es una ciudad sostenible que ha logrado este objetivo a través de la gestión del agua, la protección de la biodiversidad, la instalación de sensores para monitorear el consumo energético y la generación de residuos. La geometría fractal en ciudades permite la descentralización de la urbanización y la equidad en el acceso a servicios, áreas verdes, transporte, aire limpio y agua.

A medida que la población urbana aumenta, también lo hacen los problemas asociados, especialmente ligados al transporte, la energía y los residuos, entre otros. Por otra parte, crece la preocupación mundial por la manufactura sustentable en el ámbito de la salud humana y la salud global del ambiente. Entendemos que las ciudades fractales pueden constituir un medio ambiente propicio para el desarrollo de más estudios que permitan



Imagen 2.

a) Hotel Morpheus diseñado por los arquitectos Zaha Hadid. Imagen de Dllu. b) Gardens by the bay, Singapur. c) Estructura fractal en edificio en Singapur.



EDUARDO JIMÉNEZ LÓPEZ


Maestro y doctor en Ciencias Aplicadas por la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, además de Ingeniero Electrónico por la Facultad de Ciencias de misma institución. Cuenta con reconocimiento como Investigador Nacional Nivel I en el Sistema Nacional de Investigadores. Actualmente se desempeña como Profesor-Investigador en la Universidad Autónoma del Estado de México en el Centro de Investigación y Estudios Avanzados de la Población (CIEAP). Trabaja actualmente en el proyecto crecimiento de ciudades con modelos matemáticos y análisis espacio-temporal de envejecimiento en México.

entender las variables que intervienen. La industria aplicará este conocimiento, cuando sea posible, al diseño de procesos y servicios asociados a la sustentabilidad a través del diseño de sistemas e innovación, contribuyendo a la solución de problemas tales como la ubicación de hospitales y del tipo de actividades que se asientan en barrios específicos, la delimitación de polígonos industriales, la evaluación de programas de mejoramiento, la densificación e incorporación de servicios y comercio en núcleos o puntos de actividad y la planificación en general a través de la integración de factores pobremente analizados e inserción de la sustentabilidad en la planificación para desarrollar la forma del transporte, establecer y localizar nuevos servicios y disminuir el consumo de energía y la generación de residuos.

Las ciudades fractales tienen un gran potencial de aplicación en diversas áreas, como el estudio del comportamiento humano, la planificación urbana, el diseño de organizaciones agrícolas y empresariales, la arqueología, la ecología y la arquitectura, desde sus dimensiones constructiva, funcional y estructural. La tendencia de la planificación de ciudades es avanzar hacia campos emergentes; las ciudades fractales poseen un importante potencial en la sustentabilidad, en el desarrollo, en el incremento de la interdisciplina entre la academia y núcleos de vanguardia en las industrias a las que su enfoque pueda ofrecerle ventajas competitivas (Figura 3b-c).

Conclusiones

La geometría fractal ofrece al urbanismo un marco operativo con base cuantitativa (variables como la dimensión *box-counting* permiten evaluar la morfología urbana más allá de los indicadores euclidianos convencionales, tal como respaldan Batty & Longley [1994] y Zhang *et al.* [2024]) y aporta a la sustentabilidad algo que los cuatro pilares convencionales no capturan de forma aislada: la

capacidad de escalar soluciones eficientemente desde el barrio hasta la metrópolis. Sin embargo, su aplicación enfrenta dos limitaciones concretas: la escasez de datos urbanos longitudinales para validar los modelos a escala, y los marcos normativos latinoamericanos contruidos sobre lógicas de zonificación regular que dificultan su adopción institucional. Avanzar en este campo exige orientar la investigación hacia la medición fractal en ciudades con crecimiento informal, las simulaciones con autómatas celulares que integren variables socioeconómicas y morfológicas, y la conformación de equipos interdisciplinarios, impulsados desde la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, capaces de traducir estos modelos en indicadores operativos para la planeación urbana real. 

Agradecimientos

L.J. Ontañón-García agradece al Consejo Potosino de Ciencia y Tecnología (COPCYT) por el apoyo otorgado en el proyecto Fideicomiso 23871 de la Convocatoria 2023-01.

Referencias bibliográficas:

- Mandelbrot, B. B., Evertsz, C. J., & Gutzwiller, M. C. (2004). *Fractals and chaos: the Mandelbrot set and beyond* (Vol. 3). New York: Springer.
- Batty, M., & Longley, P. A. (1994). *Fractal cities: a geometry of form and function*. Academic press.
- Zhang, C., Ping, X., Fan, Q., & Li, C. (2024). Measurement of 2D and 3D Fractal Features of Urban Morphology from an Architectural View and Its Influencing Factors. *Fractal and Fractional*, 8(3), 138.
- Garrocho, C., Chávez, T., & Jiménez, E. (2021). Autómata Celular Metro-NASZ: laboratorio experimental de expansión urbana. CONAPO, *La situación demográfica de México*, 149-175.

Recibido: 27.03.2023 • Aceptado: 18.05.2026

Palabras clave: agua, clima, precipitación, spi, sociedad.



La sequía en San Luis Potosí

SAMUEL RODRÍGUEZ FLORES

samueldzf9@gmail.com

INSTITUTO MEXICANO DE TECNOLOGÍA DEL AGUA (IMTA)

La sequía es un fenómeno que provoca grandes afectaciones en los ecosistemas y en la sociedad, lo que incrementa la vulnerabilidad de la población y de los sistemas (como el abastecimiento público de agua, la salud humana, la seguridad alimentaria, la biodiversidad, entre otras), así como en las actividades económicas (entre ellas la producción de energía, la agricultura y la industria). Uno de los primeros pasos para reducir las afectaciones derivadas de este fenómeno es su caracterización como base para el diseño y la implementación de medidas de gestión y mitigación.

La sequía es un fenómeno natural que se presenta de manera recurrente y depende de las características climáticas de una región. Puede ocurrir en cualquier parte del planeta con distinta intensidad, duración y frecuencia. En general, esta problemática hídrica se relaciona directamente con una menor precipitación a la esperada durante cierta época del año, lo que resulta en menos agua disponible y provoca alteraciones en los ecosistemas (Campos-Aranda, 2018; UNDRR, 2021).

El análisis de la sequía debe considerar sus efectos en la atmósfera, el suelo, el agua y la economía. Este fenómeno suele iniciar con la disminución de la lluvia (sequía meteorológica) y, a medida que su duración se prolonga, puede propagarse en el territorio, dando lugar a diferentes tipos de sequía según el sector o componente ambiental afectado (Figura 1). La sequía genera distintos impactos con un alto costo económico y social, ocasionando pérdidas de miles de millones de dólares (Ortega-Gaucin, 2013; CONAGUA, 2022).

Además, este fenómeno climático es uno de los desastres con menor ocurrencia en los últimos 20 años, en comparación

con otros (inundaciones, terremotos, huracanes, incendios, deslaves, etcétera). Sin embargo, es el que ocasiona mayores costos económicos, debido a que sus efectos se reflejan en la baja producción agrícola, la pérdida de ganado, la escasez de agua, los brotes de enfermedades, la migración y la degradación de ecosistemas (UNDRR & CRED, 2020).

Gran parte de México ha sido afectada de alguna manera por la sequía meteorológica. El periodo de 2011 a 2013 fue uno de los más importantes debido a que se presentó un déficit de precipitación de gran magnitud que cubrió el 90 % del país. Esto puso de manifiesto la importancia de monitorizar y evaluar los impactos de este fenómeno para disminuir sus efectos.

En alianza con Estados Unidos y Canadá, México participa en el "Monitor de Sequía de América del Norte (MSAN)", que analiza de manera continua las condiciones climáticas en los tres países. Este sistema permite identificar los impactos de la sequía a corto y largo plazo (CONAGUA, 2022); no obstante, a nivel estatal o municipal no existe una caracterización detallada.

En San Luis Potosí, la precipitación promedio anual es de 853 milímetros, con una recarga de acuíferos menor a la esperada, lo que indica que el agua empleada en distintos sectores de mayor agua disponible anualmente (CONAGUA, 2022). En el estado, el agua se utiliza principalmente en el sector agrícola (67%), seguido del abastecimiento público (29%), la industria (2%) y la generación de energía (2%). En la zona metropolitana de la capital, el sector industrial requiere el 37% del agua disponible, mientras que el abastecimiento público demanda 15.4% (CONAGUA, 2022). Lo anterior es de suma preocupación, ya que el incremento del uso de agua puede afectar tanto a los ecosistemas como al bienestar de la población.

En este contexto, la sequía meteorológica representa uno de los principales factores que agravan la problemática hídrica del estado. En San Luis Potosí, este fenómeno se ha presentado en temporadas prolongadas a lo largo del tiempo, lo que hace necesaria una caracterización que permita mitigar sus impactos en los ecosistemas y la sociedad. Por ello, el objetivo de este trabajo fue caracterizar la variabilidad temporal de la sequía meteorológica en

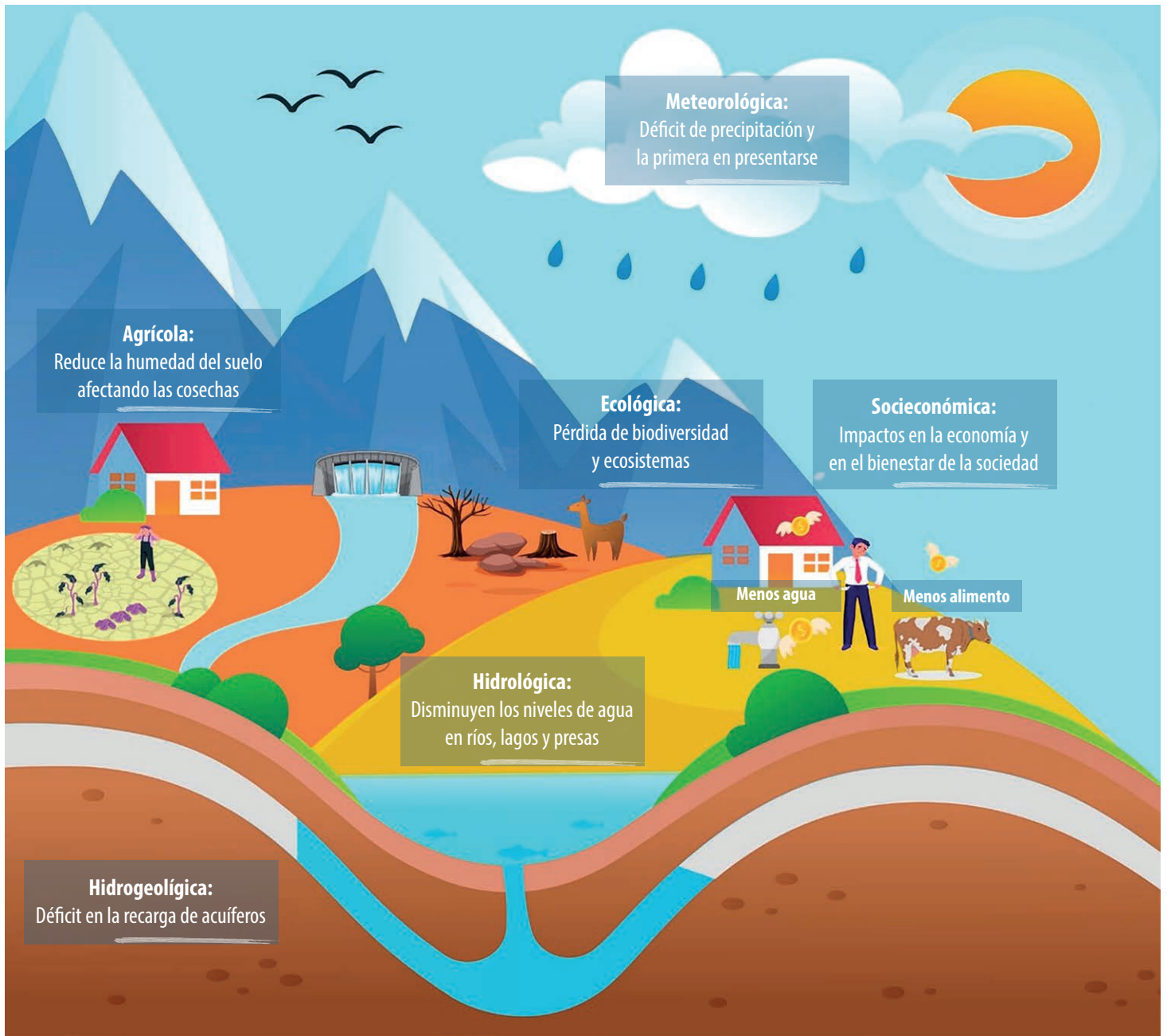


Figura 1.
Tipos de sequía y sus principales efectos (UNDRR, 2021)

el estado mediante un índice de precipitación estandarizado, con la finalidad de identificar sus tendencias históricas.

Caracterización de la sequía

Los índices son una de las herramientas más utilizadas para analizar la severidad de la sequía meteorológica. Además, permite comunicar a la población de las

condiciones o el déficit del recurso hídrico, así como realizar comparaciones y dar seguimiento a la aplicación de medidas de respuesta en tiempo real.

En particular, el Índice Estandarizado de Precipitación (SPI, por sus siglas en inglés) se emplea debido a su sencillez de aplicación, ya que sólo requiere de datos

de precipitación y posee su sustento científico sólido.

Para analizar la sequía meteorológica en el estado se utilizaron datos provenientes de 67 estaciones meteorológicas de la Comisión Nacional del Agua, correspondientes al periodo de 1961 a 2010. Con estos datos se calculó el SPI-12,

correspondiente a 12 meses de precipitación acumulada para cada estación y posteriormente se elaboraron mapas.

Sequía meteorológica en el Estado

El análisis muestra que el estado puede presentar sequías de distinta intensidad y duración (Figura 2). En la mayor parte de la zona metropolitana, el déficit de precipitación es severo y de larga duración (mayor a 12 meses), mientras que los municipios de Rioverde y Ciudad Fernández

presentan, en su mayoría, sequías severas de duración media (de 3 a 6 meses) y larga.

En la región del Altiplano predominan las sequías severas con duración media y larga, aunque en los municipios de Cedral, Matehuala y Villa de la Paz los eventos más frecuentes son sequías moderadas de corta duración (de 1 a 3 meses). La Zona Centro presenta principalmente sequías severas de duración media

y larga, aunque también existen áreas con sequías moderadas de corta duración, como en Cerro de San Pedro. En la Zona Media predominan igualmente las sequías severas de duración media y larga; sin embargo, en municipios como El Naranjo y parte de Rioverde se observan eventos moderados de corta duración.

Por último, en la región Huasteca se observan grandes áreas donde predominan las sequías moderadas de corta duración;

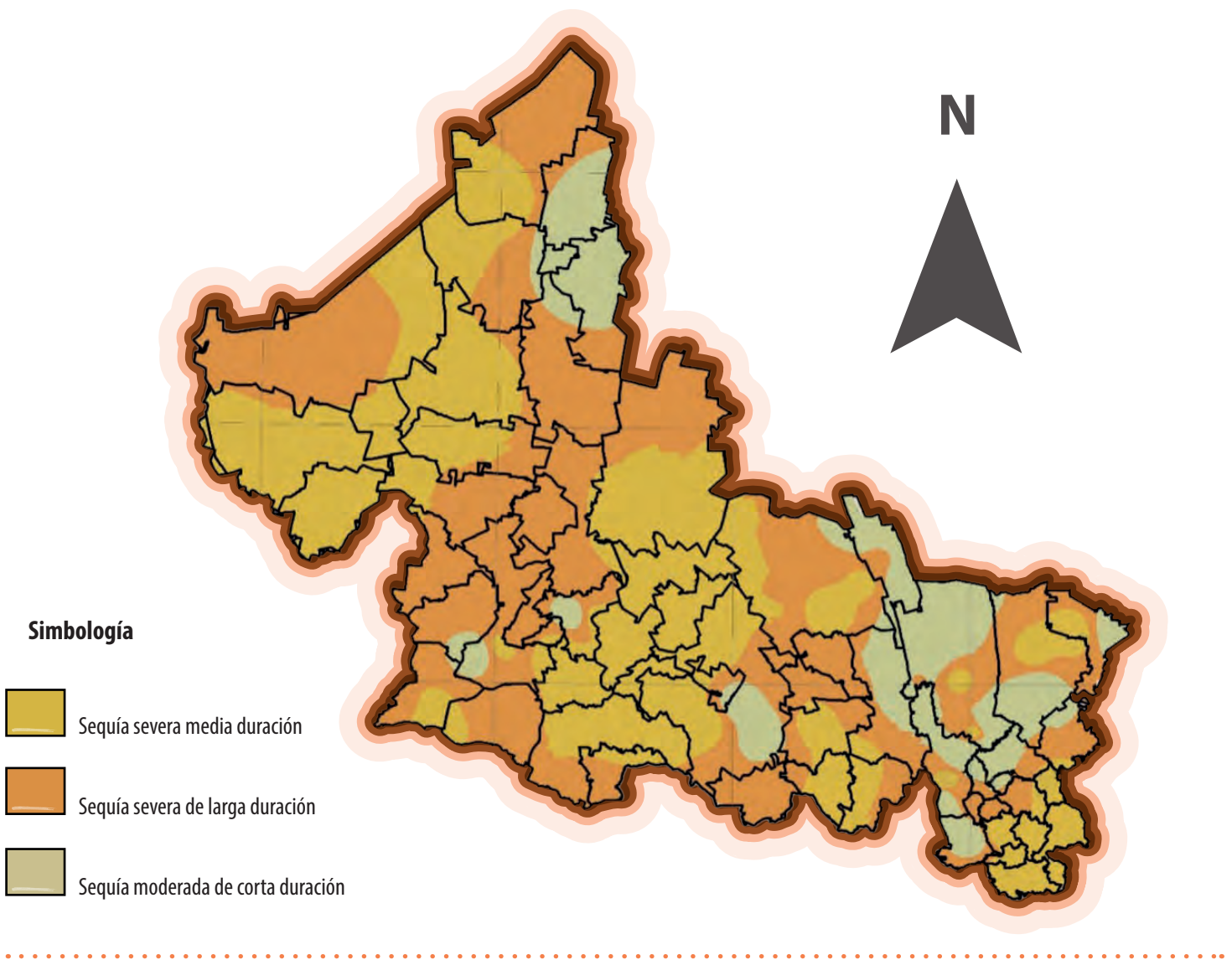


Figura 2. Intensidad y duración de las sequías meteorológicas predominantes en el estado de San Luis Potosí

Doctor en Ciencias Ambientales del Posgrado Multidisciplinario en Ciencias Ambientales (PMPCA) de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Se desempeña como Tecnólogo del Agua "A" titular, en el Instituto Mexicano de Tecnología del Agua (IMTA). Actualmente trabaja en el proyecto "Diseño de obras hidráulicas en el Programa Nacional de Tecnificación de Riego.



sin embargo, también se presentan algunas áreas severas de larga duración en Aquismón, Ébano, Ciudad Valles, Huehuetlán, Lagunillas, Tamasopo y Tamuín.

Posibles causas y efectos de la sequía

En general, las causas de la sequía pueden agruparse en dos categorías: las de origen natural y las de origen humano. Las causas de origen natural se relacionan con modificaciones atmosféricas asociadas al fenómeno El Niño/Oscilación del Sur. Estas alteraciones ocasionan variaciones en la radiación solar y las interacciones océano-atmósfera, lo que provoca cambios en la temperatura, la presión de aire y la precipitación.

Por otra parte, las causas de origen humano derivan de la quema de combustibles fósiles (petróleo, gas natural y carbón), la deforestación, el aumento de gases de efecto invernadero, entre otros factores que modifican las condiciones climáticas y pueden contribuir a la ocurrencia de sequías.

Estas alteraciones climáticas, tanto de naturales como antropogénicas, tienen repercusiones económicas y sociales, ya que afecta la producción de bienes y servicios y, en ocasiones, pueden provocar hambruna, migración y una reducción del bienestar y la calidad de vida (Ortega-Gaucin, 2013). Por esta razón, los estudios y tecnologías relacionadas con la sequía han crecido en

los últimos años, impulsados por la necesidad de cuantificar este fenómeno y evaluar sus efectos en distintas escalas (nacional, estatal y municipal).

Finalmente, el conocimiento sobre las condiciones de sequía en San Luis Potosí debe conducir a la creación de políticas de gestión, manejo y gobernanza que aseguren el bienestar social y de los ecosistemas del estado.

Conclusiones

La sequía es un fenómeno natural que se presenta de manera paulatina y recurrente. Se caracteriza por iniciar con un déficit de precipitación en un periodo determinado y puede prolongarse y agravarse por factores naturales o antropogénicos.

Con base en datos históricos, el estado de San Luis Potosí puede presentarse, bajo condiciones extremas, sequías severas de duración media a larga en gran parte de su territorio, con algunas zonas moderadas de duración corta distribuidas en todas las regiones del estado, principalmente en la región Huasteca. Esto demuestra que este fenómeno puede presentarse en cualquier región climática, incluyendo las regiones húmedas.

Por ello, es necesaria la investigación y desarrollo de nuevas tecnologías que permitan establecer un sistema de seguimiento de la sequía y la valoración

de sus efectos con la finalidad de anticipar y diseñar estrategias de gestión y mitigación para las zonas y actividades económicas más susceptibles.


Por último, es recomendable realizar futuras investigaciones que aborden este tema mediante imágenes satelitales y modelos predictivos que permitan evaluar con mayor precisión el comportamiento y la evolución de la sequía bajo distintos escenarios de cambio climático. ^{UP}

Referencias bibliográficas:

- Campos-Aranda, D. F. (2018). Statistical analysis of the occurrence of annual meteorological droughts according to climate type in the state of San Luis Potosí, Mexico. *Tecnología y Ciencias Del Agua*, 9(3), 213–236. <https://doi.org/10.24850/j-ty-ca-2018-03-10>
- CONAGUA. (2022). *Estadísticas del Agua en México 2021* (Comisión Nacional del Agua, Ed.).
- Ortega-Gaucin, D. (2013). Sequía: Causas y Efectos de un Fenómeno Global. *Ciencia UANL*, 61, 8–15. <https://www.researchgate.net/publication/260163188>
- UNDRR. (2021). *GAR Informe Especial sobre la Sequía 2021: Resumen para responsables de políticas* (Oficina de las Naciones Unidas para la Reducción del Riesgo de Desastres, Ed.). <https://www.undrr.org/es/contactenos>
- UNDRR, & CRED. (2020). *Human cost of disasters. An overview of the last 20 years, 2000–2019*. UN Office for Disaster Risk Reduction and Center for Research on the Epidemiology of Disasters.

Recibido: 10.03.2025 • Aceptado: 06.05.2026

Palabras clave: cronoterapia, circadiano, sueño, vigilia, reloj.

The background features a stylized illustration of a sun on the left and a moon on the right. The sun is a large orange circle with several orange rays of varying lengths extending outwards. The moon is a white crescent shape inside a larger blue circle, with a white path of stars or constellations arching over it. The background is split into a light blue upper half and a dark blue lower half, with white dots representing stars. The title text is overlaid on the sun and moon.

Los ritmos circadianos de la ancianidad

JAVIER FRANCISCO ALAMILLA GONZÁLEZ

alamilla78@gmail.com

CENTRO UNIVERSITARIO DE INVESTIGACIONES BIOMÉDICAS, UNIVERSIDAD DE COLIMA

ELOY GERARDO MORENO GALINDO

eloy@ucol.mx

CENTRO UNIVERSITARIO DE INVESTIGACIONES BIOMÉDICAS, UNIVERSIDAD DE COLIMA

Los ritmos circadianos son procesos conductuales y fisiológicos que varían de manera cíclica con una duración cercana al día (circadiano = cerca de un día). Están presentes en casi todos los organismos y son fundamentales para la adaptación biológica a las diferentes fases del día, ya que permiten anticipar los cambios que ocurren a lo largo de este. En los animales diurnos, incluidos los humanos, la actividad disminuye durante la noche y aumenta durante el día, un proceso regulado por la liberación de ciertas hormonas que favorecen estos periodos de sueño y vigilia. La importancia de los ritmos circadianos se hace evidente cuando se alteran, como ocurre al viajar a zonas con distinta zona horaria, en la transición al horario de verano o al padecer insomnio, lo que afecta el bienestar general del organismo. Con el envejecimiento, los ritmos circadianos pueden sufrir modificaciones que impactan la salud. Aunque no es posible evitar por completo estos cambios, la adopción de ciertos hábitos puede ayudar a regularlos, contribuyendo así a una mejor calidad de vida en los adultos mayores.

Los ritmos circadianos son procesos fisiológicos y conductuales de los seres vivos, que tienen una duración cercana a las 24 horas (por lo cual de ahí se deriva su nombre, circadiano = cercano a un día). Se cree que su origen se remonta al inicio de la vida en la Tierra, ya que esta se desarrolló en un ambiente con variaciones periódicas de luz y oscuridad, como el día y la noche. Estos procesos biológicos confieren importantes ventajas adaptativas a los organismos, como la previsibilidad en su fisiología o funcionamiento interior (Mohawk y cols., 2012).

En los animales diurnos, incluidos los humanos, los ritmos circadianos que mantienen los estados de vigilia y de descanso o sueño están acoplados al día y la noche, respectivamente. Sin embargo, en muchas ocasiones, los procesos fisiológicos responsables de las variaciones en dichos estados de actividad son desconocidos. Por ejemplo, al inicio de la noche ocurre una disminución del nivel de actividad, favoreciéndose el sueño, durante el cual se liberan algunas hormonas, como la melatonina (necesaria para la conciliación del sueño profundo) y la hormona de crecimiento (que repara los tejidos); además se observa una disminución de la temperatura corporal, de la frecuencia cardíaca y de la respiración (Figura 1).

Al final del período nocturno, previo al despertar de las personas, comienza la liberación de cortisol, hormona necesaria para el mantenimiento y la consolidación del

estado de alerta; de tal manera que un cambio en el orden o la eliminación de uno de estos factores puede resultar en una sensación de cansancio. Un buen ejemplo de ello es el fenómeno de descomposición horaria, o *jet lag*, que se presenta cuando se viaja a otro lugar con un huso horario diferente y que puede incluir síntomas como fatiga, insomnio, irritabilidad, dificultad para concentrarse e incluso problemas digestivos. Cuanto mayor sea la diferencia horaria entre el lugar de origen y el de destino, los síntomas serán más intensos.

Por otro lado, todas las personas que han experimentado el cambio de horario debido al horario de verano saben de la incomodidad que puede presentarse durante las primeras semanas esta modificación. En México, el horario de verano se implementó desde 1996 hasta 2022 en todo el país, aunque todavía se aplica en los estados fronterizos del norte y en muchos otros países. Asimismo, pueden mencionarse las molestias asociadas al insomnio. Es en este tipo de casos (*jet lag*, horario de verano o insomnio) cuando se toma consciencia de la importancia de los ritmos circadianos: cuando funcionan adecuadamente, el estado general de salud suele ser óptimo; cuando no, es común experimentar un sensible deterioro que puede repercutir en diversos aspectos. Tanto es así que las personas que trabajan de noche tienen mayores probabilidades de padecer problemas metabólicos, trastornos del estado de ánimo e incluso cáncer.

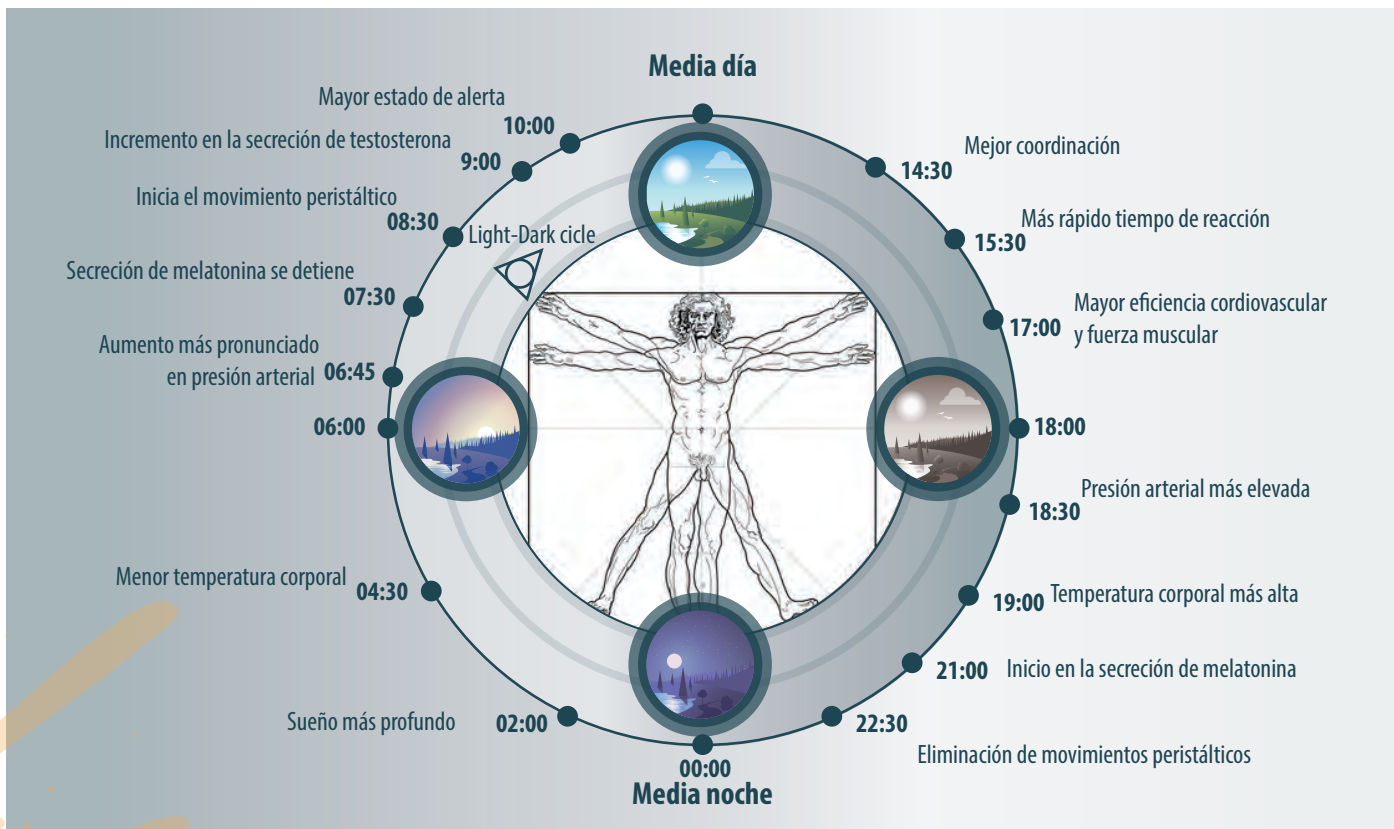


Figura 1.
Los ritmos circadianos en humanos.

El mal funcionamiento de los ritmos circadianos está relacionado con un envejecimiento complicado o enfermizo, mientras que su adecuada función usualmente conlleva a una vejez más saludable y longeva. Aunque existe un deterioro de los ritmos circadianos durante la ancianidad, es posible mitigar dicho impacto.

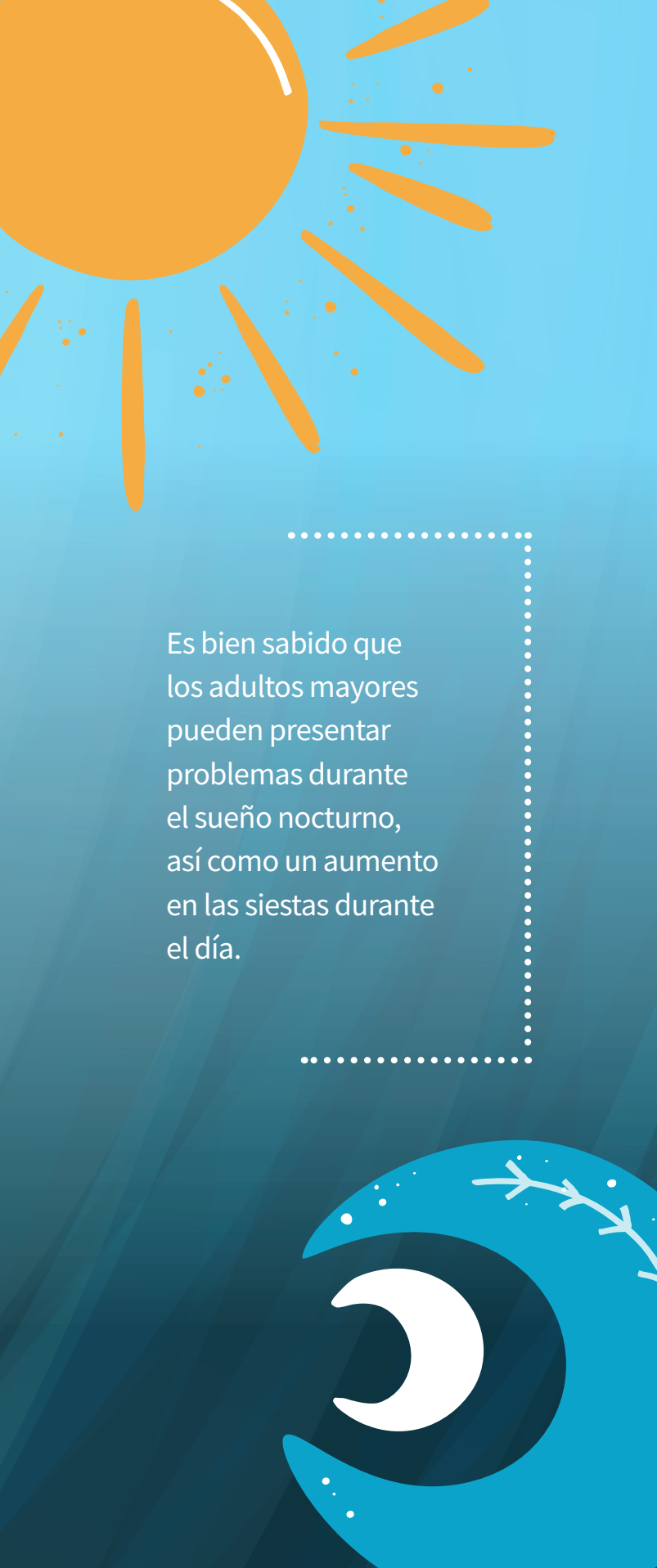
El reloj biológico en mamíferos: el núcleo supraquiasmático

La estructura encargada de la regulación de los ritmos circadianos en mamíferos es el núcleo supraquiasmático (NSQ) del hipotálamo, ubicado en el cerebro. La lesión del NSQ en animales de laboratorio produce la eliminación de los ritmos circadianos, mientras que su trasplante los restaura (Lehman y cols., 1987).

Los ritmos circadianos son endógenos, lo que significa que son controlados de manera involuntaria por los propios organismos y que no dependen directamente del día o la noche. Experimentalmente, se ha confirmado este hecho al someter a sujetos a condiciones constantes de oscuridad, como una cueva o un refugio subterráneo, donde

continúan presentando ritmos circadianos de actividad y reposo. Sin embargo, el inicio de la actividad (o fase) se presenta cada día un poco más tarde o más temprano que el día anterior, ya que los ritmos circadianos entran en un fenómeno conocido como libre corrimiento (Aschoff, 1981). Este fenómeno es el resultado de que los ritmos circadianos no duran exactamente 24 horas, sino un período cercano a este, y que es un poco diferente en cada individuo.

Este resultado destaca la importancia del ajuste de los ritmos circadianos a la luz ambiental en un proceso conocido como sincronización. Esta ocurre a través de la activación luminosa de un tipo de células ganglionares intrínsecamente fotosensibles, las cuales contienen un pigmento conocido como melanopsina. Este pigmento es diferente del presente en los conos y bastones, células características de la retina responsables de la vista. La activación de las células ganglionares intrínsecamente fotosensibles provoca la liberación de un neurotransmisor excitatorio, el glutamato, en las neuronas del NSQ lo que constituye el mecanismo mediante el cual la retina informa al NSQ si es de día o de noche (Figura 2).



Es bien sabido que los adultos mayores pueden presentar problemas durante el sueño nocturno, así como un aumento en las siestas durante el día.

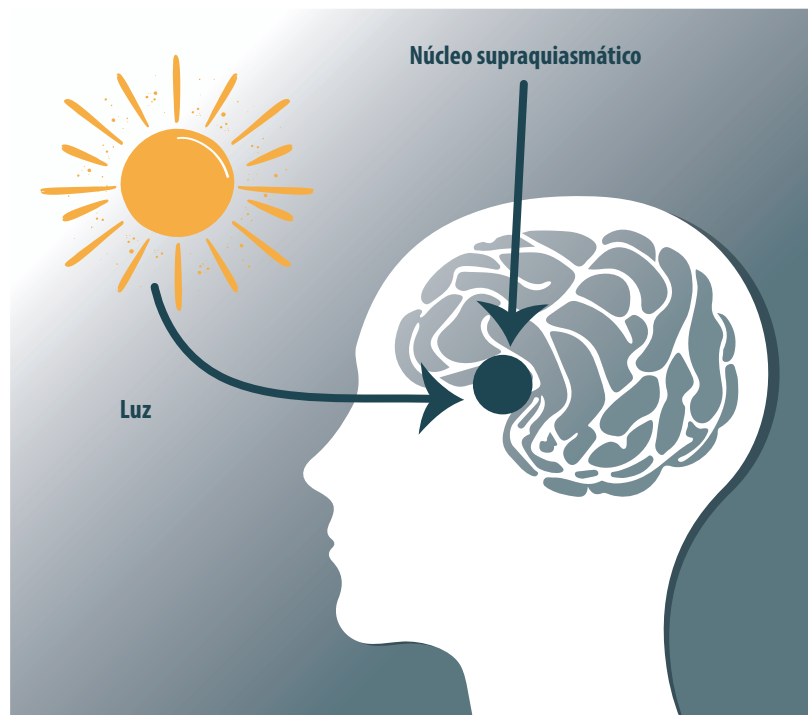


Figura 2. Ubicación del reloj biológico en humanos.

Los ritmos circadianos en la ancianidad

Los ritmos circadianos sufren modificaciones en las personas ancianas. Es bien sabido que los adultos mayores pueden presentar problemas durante el sueño nocturno, así como un aumento en las siestas durante el día. Además, hay una disminución en la cantidad de hormonas liberadas durante el sueño nocturno, posiblemente como resultado de alteraciones del sueño, como el sueño entrecortado o de mala calidad, incluso de un mal funcionamiento del "reloj biológico".

Desde un punto de vista experimental, en la vejez se han observado cambios en la fisiología del NSQ, como una disminución en la intensidad de los ritmos y un acortamiento en la duración de su variación rítmica a lo largo del día. Interesantemente, un mal funcionamiento de los ritmos circadianos suele asociarse a con un proceso de envejecimiento complicado o enfermizo, mientras que las personas mayores en la que estos ritmos funcionan adecuadamente tienden a presentar una vejez más sana y prolongada (Figura 3). Asimismo, el trasplante experimental del NSQ de roedores jóvenes a otros ancianos mejora el funcionamiento de sus ritmos circadianos y prolonga el tiempo de vida (Hurd y Ralph, 1998).



Figura 3.
El buen funcionamiento de los ritmos circadianos en la vejez conlleva a un estado saludable y viceversa.
Creative Commons

El proceso de la sincronización de los ritmos circadianos a la luz también se ve afectado en los ancianos, tanto en animales como en humanos, lo que puede provocar un deterioro en su funcionamiento y, en consecuencia, un desgaste general de la salud que podría aumentar las afecciones relacionadas con la ancianidad. Entre los cambios observados se encuentra una disminución en el número de conexiones provenientes de la retina que envían información luminosa al NSQ. De manera consistente, en un estudio reciente de nuestro grupo se observó que la neurotransmisión glutamatérgica hacia el NSQ se encuentra alterada en ratones envejecidos; hay indicios, por un lado, de una menor cantidad de fibras nerviosas y, por otro, la presencia de adaptaciones funcionales en las conexiones nerviosas, así como la reubicación y concentración del sistema de almacenamiento del neurotransmisor glutamato. Todo ello podría

constituir mecanismos compensatorios para mitigar la pérdida de terminales nerviosas en los animales viejos (Herrera-Zamora y cols., 2024).

¿Cómo podemos minimizar el impacto de la vejez sobre los ritmos circadianos?

Aunque la luz es el principal sincronizador de los ritmos circadianos, no es el único. Otros sincronizadores importantes son la alimentación, la actividad física y la interacción social, entre otros. Estos pueden utilizarse para regular los ritmos circadianos de las personas de la tercera edad.

Una estrategia que podría seguirse con este objetivo es que la persona que experimente problemas en sus ritmos circadianos haga esfuerzo por levantarse a una determinada hora y a realizar de inmediato una actividad (como las mencionadas como sincronizadores) para indicar al reloj

Doctor en Neurociencias por el Instituto de Fisiología Celular de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Es investigador por México en el Centro Universitario de Investigaciones Biomédicas de la Universidad de Colima. Actualmente trabaja en el proyecto "Estudio de las propiedades antidepressivas de la capsaicina" (CONAHCYT CBF 2023-2024-5037).



Figura 4.
Importancia de la realización de actividades en sintonía con los ritmos circadianos.
Creative Commons.

biológico que es hora de levantarse (Figura 4). También se recomienda evitar, en la medida de lo posible, las siestas, ya que pueden afectar la cantidad y calidad del sueño nocturno. Finalmente, es conveniente acostarse y tratar de dormir a la misma hora cada noche, evitando la exposición a luces intensas y bebidas o alimentos estimulantes.

Hasta el momento, no es posible eliminar por completo los efectos del envejecimiento en el funcionamiento de los ritmos circadianos. Sin embargo, los hábitos de una persona pueden mejorar significativamente la calidad de estos ritmos y, por ende, contribuir a una mejor salud en general. **UP**

Referencias:

- Mohawk, J. A., Green, C. B. y Takahashi, J. S. (2012), "Central and peripheral circadian clocks in mammals", *Annual Review of Neuroscience*, 2012, 35: 445-462. <https://doi.org/10.1146/annurev-neuro-060909-153128>.
- Lehman, M. N., Silver, R., Gladstone, W. R., Kahn, R. M., Gibson, M. y Bittman, E. L. (1987), "Circadian rhythmicity restored by neural transplant. Immunocytochemical characterization of the graft and its integration with the host brain", *Journal of Neuroscience*, 7(6): 1626-1638. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.07-06-01626.1987>.
- Aschoff, J. (1981), "Freerunning and entrained circadian rhythms", en Aschoff, J. (ed) *Biological Rhythms*. Boston, MA, Springer, pp. 81-93. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-6552-9_6.
- Hurd, M. W. y Ralph, M. R. (1998), "The significance of circadian organization for longevity in the golden hamster", *Journal of Biological Rhythms* 13(5): 430-436. <https://doi.org/10.1177/074873098129000255>.
- Herrera-Zamora, J. M., Osuna-Lopez, F., Reyes-Méndez, M. E., Valadez-Lemus, R. E., Sánchez-Pastor E. A., Navarro-Polanco, R. A., Moreno-Galindo, E. G., Alamilla, J. (2024), "Increased glutamatergic neurotransmission between the retinohypothalamic tract and the suprachiasmatic nucleus of old mice", *Journal of Neuroscience Research*, 102(4): e25331. <https://doi.org/10.1002/jnr.25331>.

Recibido: 20.02.2025 • Aceptado: 19.05.2026

Palabras clave: psicopedagogía, lengua, matemáticas, ciencias, formación docente.

Psicopedagogía disciplinar en la UASLP: doce años de innovación educativa

SILVIA ROMERO CONTRERAS

silvia.romero@uaslp.mx

FACULTAD DE PSICOLOGÍA, UASLP

GABRIELA SILVA MACEDA

gabriela.silva@uaslp.mx

FACULTAD DE PSICOLOGÍA, UASLP

Hace doce años, en la Facultad de Psicología de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP), pusimos en marcha un programa de Psicopedagogía disciplinar en lengua, matemáticas y ciencias —único en México y, probablemente, en el mundo—. Frente a los resultados modestos del alumnado mexicano en evaluaciones internacionales como el Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes (PISA, por sus siglas en inglés) y el Estudio Regional Comparativo y Explicativo (ERCE), y convencidas de que, sin docentes bien formados, ninguna reforma curricular transforma el aula, apostamos por la disciplinariedad: formar profesionales que dominen la pedagogía, la psicología del aprendizaje y la didáctica específica de un campo del saber. Compartimos aquí el diagnóstico que dio origen al programa, sus fundamentos, los espacios académicos y de práctica construidos, los logros de estos doce años y los desafíos hacia adelante.

En la Facultad de Psicología de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí (UASLP) nos atrevimos a innovar. Hace doce años fundamos un programa de Psicopedagogía disciplinar en lengua, matemáticas y ciencias, inspiradas por la crisis educativa y por la falta de respuestas en los programas formativos existentes. Sabemos que el eje articulador del sistema educativo son las y los docentes: las reformas pueden plantear propuestas curriculares innovadoras, pero sin la formación sólida de los cuerpos docentes sólo cambian los nombres y no las realidades del aula.

La formación docente en México está a cargo de la Secretaría de Educación Pública (SEP), y la mayoría de los puestos de carrera son ocupados por egresadas y egresados de las Escuelas Normales y de la Universidad Pedagógica Nacional. En las universidades estatales existen, además, diversas carreras vinculadas con la educación cuyos profesionales aspiran a la docencia o a la asesoría técnico-pedagógica en el sector público. Ese fue nuestro nicho, pero teníamos que diferenciarnos. Dos preguntas orientaron el proyecto: ¿cuáles son los principales problemas de la educación en México? y ¿qué características debe tener un programa de formación de profesionales para contribuir a mejorarla?

El diagnóstico: un alumnado con habilidades básicas en un mundo que exige más

La evidencia muestra un patrón persistente: el alumnado mexicano obtiene resultados modestos en lengua, matemáticas y ciencias. Las evaluaciones del Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes (PISA, por sus siglas en inglés) —aplicado cada tres años desde 2003 a estudiantes de 15 años por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) (OCDE, 2022)— y del Estudio Regional Comparativo y Explicativo (ERCE) —realizado por el Laboratorio Latinoamericano de Evaluación de la Calidad de la Educación (LLECE) y aplicado a alumnos de tercero y sexto de primaria en América Latina (UNESCO, 2021)— muestran un estancamiento con tendencia a la baja en matemáticas y ciencias, avances limitados en lectura y logros en primaria que se diluyen en secundaria. Al concluir la educación básica, el alumnado mexicano cuenta apenas con habilidades básicas y carece de muchas de las que el mundo actual



le exigirá. La tabla 1 resume las fortalezas y las brechas más frecuentes.

Concluimos que se requerían perfiles especializados en la enseñanza de las disciplinas. En México hay mucho talento e iniciativa, y las y los docentes hacen grandes esfuerzos para que sus alumnos aprendan; sin embargo, no siempre tienen acceso al conocimiento de vanguardia que oriente su práctica y el tiempo para actualizarse es limitado. Para enseñar de manera efectiva no basta con ser docente generalista ni con ser profesional de una disciplina: hace falta integrar conocimientos didácticos generales, conocimientos de la disciplina y conocimientos sobre su enseñanza, además de saberes sobre los alumnos, el contexto y los fines de la educación (Figura 1) (Shulman, 2005).

La propuesta: una formación que une psicología, pedagogía y disciplina

El programa parte del modelo de Shulman. A lo largo de diez semestres, nuestro alumnado aprende sobre los procesos psicológicos y pedagógicos de la enseñanza y el aprendizaje; cursa asignaturas de la disciplina específica que elige desde el inicio; comprende cómo se adquieren el lenguaje, el pensamiento matemático y el

científico; y se forma en las mejores prácticas basadas en evidencia. La investigación acompaña todo el trayecto, de modo que las y los estudiantes puedan tanto consumirla como producirla. En los tres últimos años, este conocimiento se pone en práctica en escenarios educativos, formales e informales, y en centros de investigación, y culmina en un trabajo de fin de grado —tesis, tesina, informe de prácticas o artículo— de investigación o intervención educativa.

Logros y perspectivas: tres énfasis, tres laboratorios y una red de investigación

La evolución del programa ha sido paulatina. Iniciamos con el énfasis en lengua, dos años después abrimos el de matemáticas y, en nuestro décimo aniversario, sumamos el de ciencias. Tres centros de prácticas dan soporte a esta formación.

El Centro de Escritura y Lectura Académicas (CELA), creado en 2017, evalúa, diagnostica e interviene en los procesos de escritura académica del estudiantado universitario mediante asesorías personalizadas y talleres. El Laboratorio de Literacidad Catherine E. Snow (LabLit), inaugurado en 2020 a partir de un financiamiento con-

Nivel educativo	Fortalezas frecuentes	Brechas principales
Primaria	Lectura básica y decodificación; operaciones aritméticas elementales; reconocimiento de conceptos científicos básicos; uso inicial de herramientas digitales	Comprensión profunda de textos; resolución de problemas matemáticos reales; formulación de hipótesis y explicación de fenómenos con evidencia
Secundaria	Redacción de textos cortos; porcentajes y proporciones simples; uso funcional de plataformas digitales; alfabetización formal elemental	Lectura funcional de contratos e instrucciones complejas; interpretación de gráficas y finanzas cotidianas; pensamiento crítico; resolución de problemas complejos

Tabla 1. Rendimiento del alumnado mexicano al concluir primaria y secundaria, según evaluaciones internacionales
Fuente: elaboración propia con base en el análisis de resultados de PISA y ERCE.

junto con la Facultad de Educación de Harvard, a través de la destacada psicolingüista cuyo nombre lleva, realiza investigación e intervención sobre la enseñanza de la lengua oral y escrita en educación básica —interacción, instrucción y clima de aula, comprensión lectora, argumentación y lenguaje académico— y ofrece talleres y materiales en línea de acceso libre. El Laboratorio de Ciencias —Rincón de las Ciencias—, abierto en 2025, desarrolla actividades de formación docente y educación en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM, por sus siglas en inglés: Science, Technology, Engineering and Mathematics) con perspectiva de género: prácticas de laboratorio, materiales educativos inclusivos, experimentos de bajo costo, divulgación científica y análisis críticos de materiales de enseñanza.

Este trabajo ha captado el interés de instancias nacionales e internacionales de financiamiento. Sólo en el último año, la planta docente obtuvo dos proyectos de la Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e innovación (SECIHTI): uno sobre STEM y género, y otro sobre evaluación de la lectura en lenguas originarias. En años anteriores destaca el financiamiento del Centro David Rockefeller para Estudios Latinoamericanos de la Universidad de Harvard, dirigido a la mejora de la formación docente en lengua. Sostener y ampliar esta línea es

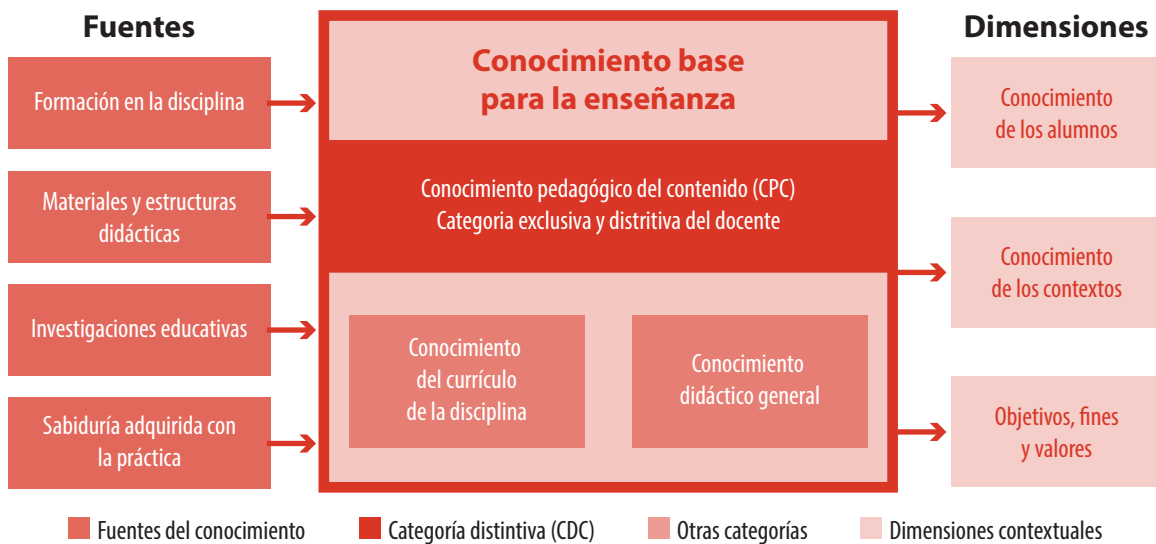
una tarea permanente que abre oportunidades únicas para nuestro alumnado.

Una comunidad que crece, colabora y se consolida

La matrícula de nuevo ingreso ha aumentado de manera sostenida: de 34 estudiantes en 2014 a 80 en 2025. Hasta 2025 habían egresado 217 estudiantes, de los cuales 118 ya cuentan con su título profesional. El análisis de los trabajos recepcionales muestra que el alumnado se interesa por investigar el aprendizaje en lengua y matemáticas (el énfasis de ciencias aún no presenta proyectos), especialmente desde una perspectiva de intervención inclusiva.

En lengua predominan temas de desarrollo del lenguaje académico, la comprensión lectora, la fluidez, el lenguaje oral y narrativo, y las estrategias para estudiantes con dificultades de aprendizaje, discapacidad intelectual o trastornos del espectro autista. En matemáticas, el alumnado se interesa en la construcción del conocimiento matemático y el desarrollo de habilidades mediante recursos digitales, gamificación y actividades inclusivas para estudiantes con discapacidad visual, trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH), síndrome de Down o pertenecientes a comunidades rurales. En ambos campos, existe una preocupación constante por la equidad, la inclusión y la mejora del aprendizaje.

Shulman (2005) - 7 categorías + 4 fuentes



Mapa del conocimiento base para la enseñanza



SILVIA ROMERO CONTRERAS

Doctora en Educación, Universidad de Harvard (Estados Unidos). Investigadora de tiempo completo en la Facultad de Psicología de la Universidad Autónoma de San Luis Potosí. Actualmente trabaja en proyectos, tales como la Plataforma Witsi para la promoción de la literacidad analógica y digital de niñas y niños indígenas en sus lenguas maternas, así como en Habilidades argumentación oral y escrita en educación básica (Word Generation).

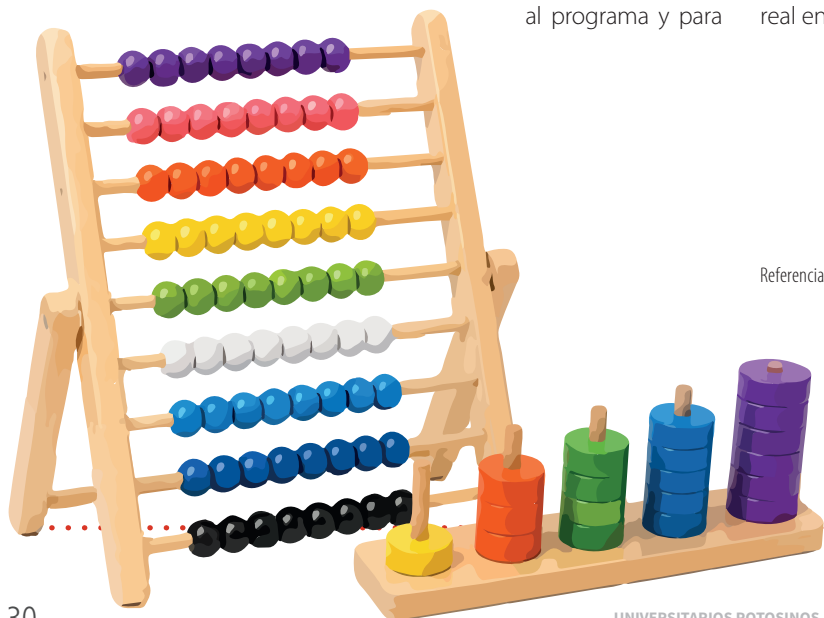
Junto con un programa coherente y espacios especializados de práctica, hemos construido una cultura de colaboración. La licenciatura se ha distinguido por ser un espacio seguro, con docentes sensibles, comprometidos y competentes, y por el apoyo de toda la comunidad —autoridades, docentes, estudiantes y personal administrativo— en ferias, congresos, seminarios, visitas, exposiciones y divulgación científica. Uno de los espacios más emblemáticos es el Seminario Permanente de Psicopedagogía Disciplinar, que concluye su novena edición este ciclo escolar y que (presencial, virtual o híbrido) ha reunido a investigadoras e investigadores de México y del extranjero para compartir conocimientos sobre la enseñanza, el aprendizaje y la evaluación de la lengua, las matemáticas y la ciencia. Tras egresar dos generaciones, en 2023 obtuvimos la acreditación de los Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES), que avaló a la licenciatura como una opción educativa de calidad.

Desafíos y horizonte: una invitación abierta

Tres frentes guían el camino por delante. El primero es la construcción permanente de identidad y la divulgación de nuestro trabajo, para acercar a más egresadas y egresados de bachillerato al programa y para

que las y los titulados sean valorados en los espacios laborales donde mejor pueden contribuir. El segundo es ampliar la matrícula de los énfasis en matemáticas y ciencias, pues, históricamente, lengua ha concentrado la mayor demanda; un mayor equilibrio tendría un impacto positivo en el cierre de la brecha STEM y, en particular, en la incorporación de niñas y mujeres a estos campos. El tercero es promover una mayor participación de la comunidad académica en proyectos de investigación de impacto, capaces de incidir en el aula, en las políticas públicas y en la formación de las nuevas generaciones de psicopedagogos y psicopedagogos.

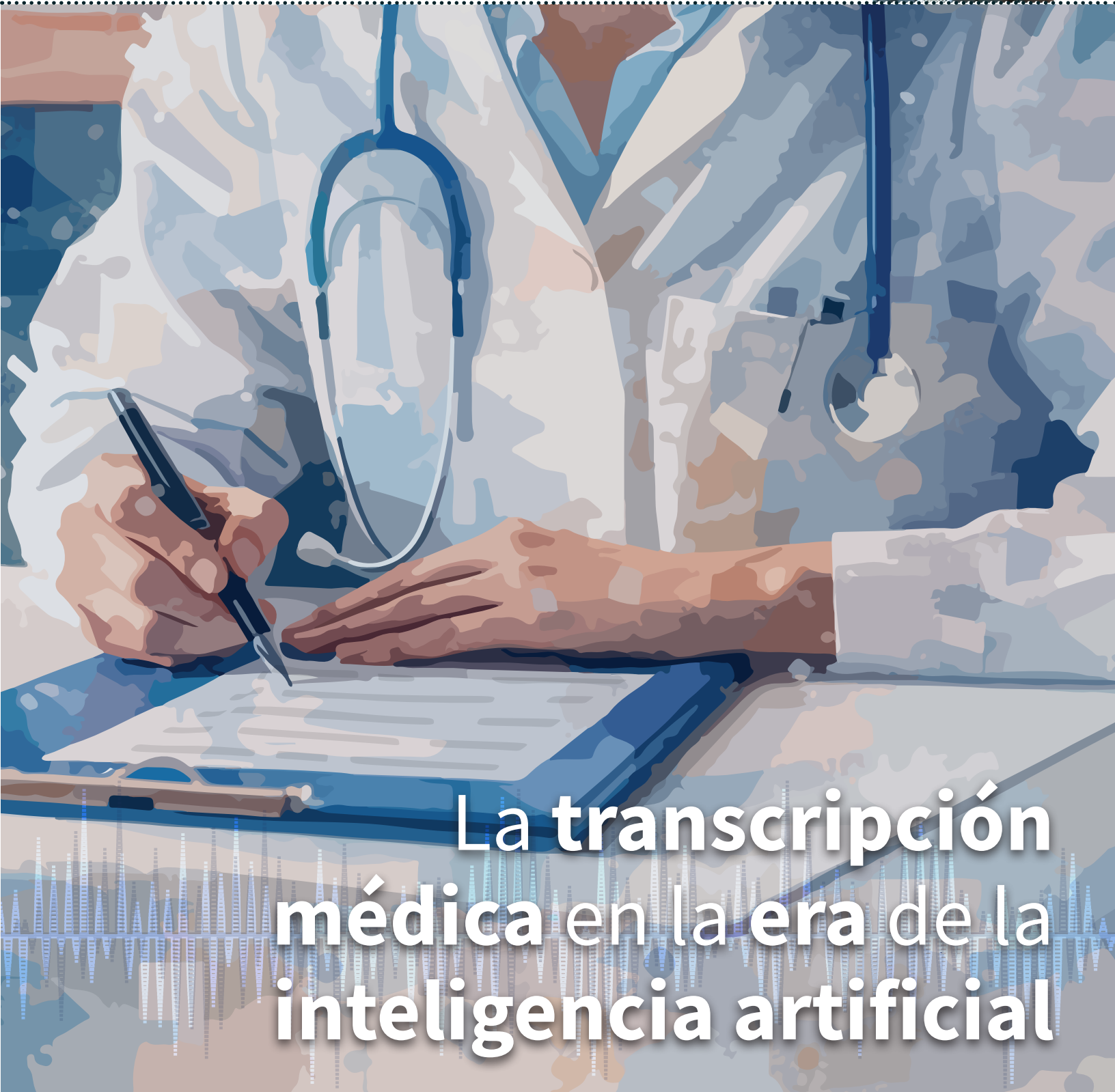
A doce años de su fundación, la Licenciatura en Psicopedagogía de la UASLP es una apuesta consolidada por una formación docente disciplinar, basada en evidencia y comprometida con la equidad. A las y los jóvenes que se preguntan en qué pueden contribuir desde la educación, les decimos que aquí hay un espacio para pensar, investigar y transformar la enseñanza de las disciplinas que más necesita el país. La invitación está abierta: vengana a conocernos, súmense a nuestros seminarios y consideren la psicopedagogía disciplinar como un camino profesional con sentido, con futuro y con impacto real en las aulas mexicanas.



Referencias bibliográficas:

- OCDE. PISA (2022). Notas por país: México. Perfiles educativos, 46(183), 188-202. <https://doi.org/10.22201/issue.24486167e.2024.183.61714>
- Shulman, L. S. (2005). Conocimiento y enseñanza: fundamentos de la nueva reforma. Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado, 9(2). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=56790202>
- UNESCO (2021). Entre 2013 y 2019 México retrocedió en sus logros de aprendizaje, advierte UNESCO.

DANIEL ULISES CAMPOS DELGADO
duc@dciencias.uaslp.mx
FACULTAD DE INGENIERÍA, UASLP



La transcripción médica en la era de la inteligencia artificial

Todos nos vemos abrumados cuando el trabajo se apila, no logramos sacarlo adelante, y por lo tanto, se acumula progresivamente. En este sentido, visualizar un médico durante una larga jornada de trabajo, con una rutina diaria de al menos 20 pacientes, y al final de cada jornada teniendo que documentar cada expediente con el mayor cuidado posible, pues los detalles se pierden con el tiempo. En definitiva, esta carga administrativa puede consumir horas extras del día laboral y afectar la calidad de vida del médico. ¿Existe alguna herramienta que pueda facilitar esta rutina de documentación? La huella de la inteligencia artificial (IA) en la medicina es innegable, desde las tecnologías para apoyar el diagnóstico médico, el descubrimiento y la optimización de nuevos fármacos, el diseño de tratamientos personalizados y la optimización de los flujos de trabajo en la clínica. En particular, esta columna quiero dedicarla a una herramienta para eficientizar el trabajo de los especialistas en medicina, la documentación o transcripción médica. Este es un proceso que consume tiempo del médico, y que, en la actualidad, ya puede ser automatizado por herramientas de IA, con una muy buena precisión. La base de estas herramientas son las estrategias de conversión “voz-a-texto” (“voice-to-text”) basadas en IA; inclusive también existe el proceso inverso, es decir “texto-a-voz” (“text-to-voice”), que en otra columna describiremos.

Estas herramientas pueden implementarse en-línea, por ejemplo para obtener notas a partir del audio generado en una videoconferencia, o fuera-de-línea a partir de un archivo previamente grabado en formatos WAV, MP3 o MP4. Quizás ya más de uno haya empleado estas tecnologías, por ejemplo durante una reunión en Zoom, Google Meet o Microsoft Teams. En una conversión “voz-a-texto”, primero se reconocen los sonidos en el audio, luego se entiende su significado (“modelos de lenguaje” de IA), y finalmente se convierte en texto claro. Las ventajas de estas herramientas son diversas, entre ellas, la precisión de las transcripciones (>90%), el soporte y traducción entre varios idiomas, la versatilidad de su integración con otras tecnologías, y su automatización.

Ahora, para que esta tecnología pueda ser exitosa en el ámbito médico, debe ajustarse al lenguaje del especialista, ya que existen términos y conceptos muy particulares que deben distinguirse y describirse puntualmente, por ejemplo

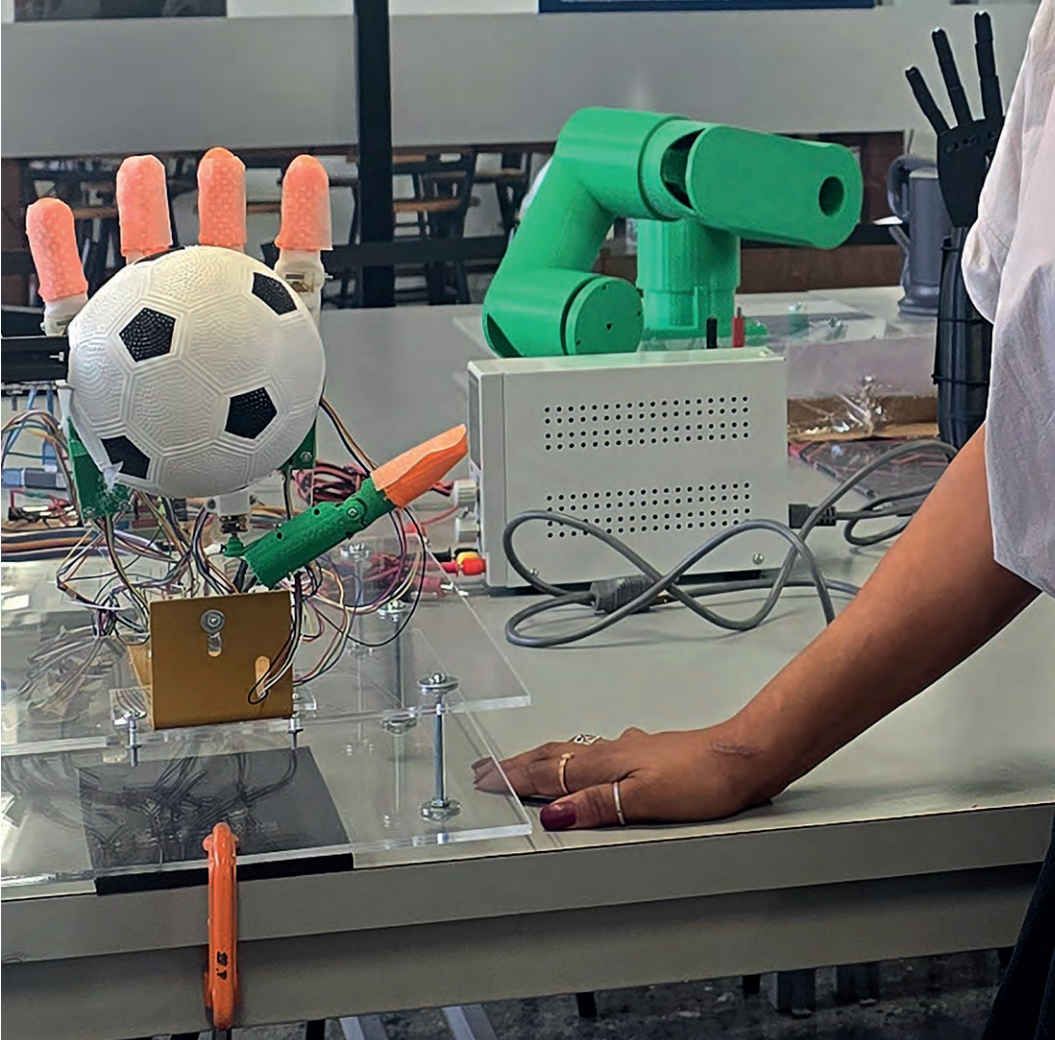
para un ginecólogo, un cardiólogo, un pediatra o un oftalmólogo. También pueden distinguirse diversos escenarios de aplicación: durante la interacción con el paciente, o durante el trabajo de análisis y planeación. Por ejemplo, un pediatra podría dictar sus observaciones mientras revisa a su pequeño paciente, y la herramienta generaría automáticamente la evaluación clínica; o el cardiólogo podría dictar el tratamiento a seguir mientras analiza los resultados de sangre del paciente y contrasta con su ultrasonido. La ventaja de estas tecnologías de IA es que solamente cambiando el modelo de lenguaje se puede ajustar al escenario práctico, es decir tienen una alta versatilidad. Sin embargo, aún deben considerarse como un elemento de apoyo al médico, es decir las transcripciones generadas deben ser revisadas y certificadas por cuestiones éticas y de precisión; ya que es bien sabido de las “alucinaciones” de los modelos de IA. La tecnología ayuda, pero la última palabra siempre será del especialista. En el mercado existen varias plataformas que ofrecen este servicio, enfocadas al ámbito médico, por grandes compañías tecnológicas como “Google Speech-to-Text Clinical Conversation”, “OpenAI Speech-to-Text”, “Amazon Transcribe Medical”, y “Microsoft Azure Speech-to-Text engine”. Las herramientas de Amazon, Google y Microsoft pueden emplearse en la modalidad fuera-de-línea y no tienen costo por un periodo de prueba o por un número limitado de “créditos”. Por otro lado, la herramienta de OpenAI “Whisper” es la única que es totalmente abierta, multi-idioma y con diferentes modelos de lenguaje.

Cabe mencionar que estas herramientas ya son una realidad en diversos hospitales en el mundo, aunque su costo puede restringir su acceso por el momento. De hecho, Microsoft anunció en 2025 su nueva plataforma “Microsoft Dragon Copilot” como un ecosistema completo para la creación de la documentación de los pacientes, el dictado automático por voz, la generación de notas y el seguimiento de los expedientes electrónicos. Ahora, dicha tecnología está aún lejos de nuestro día a día en México, sin embargo, conforme se implemente a nivel mundial sus costos disminuirán y podrá ser una herramienta poderosa para reducir la carga de trabajo en los hospitales y las clínicas. Por lo que si se adopta adecuadamente podría devolver a los médicos algo invaluable: tiempo para escuchar e interactuar con sus pacientes. **UP**

PROTAGONISTA DE LA INGENIERÍA ELECTRÓNICA

ISELA BONILLA GUTIÉRREZ

GUADALUPE GUEVARA
guadalupe.guevara@uaslp.mx



“Estudiar ingeniería no es para genios, es para quienes tienen la tenacidad para experimentar y amor por lo que se hace”, afirma la doctora Isela Bonilla Gutiérrez catedrática de la UASLP, coordinadora del Laboratorio de Robótica quien en enero de 2027, cumplirá 14 años enseñando a hombres y mujeres sobre el control automático de robots en la Facultad de Ciencias.

La docente ha roto muchas barreras, en primera instancia ha recorrido diversas ciudades del país para alcanzar sus metas, salió de su natal Jalisco para formarse en la Universidad de Colima, como Ingeniera en Comunicaciones y Electrónica, posteriormente para obtener la Maestría en Ciencias de la Electrónica Opción en Automatización se mudó al centro del país estudiando en la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, y en el doctorado eligió San Luis Potosí formándose en la UASLP como Doctora en Ingeniería Eléctrica Opción en Control Automático.

Como buena investigadora muestra su territorio y los alcances de la ingeniería electrónica, lanzando la pregunta ¿Díganme un lugar dónde no hay un aparato electrónico hoy en día?

La respuesta a la pregunta es inmensa, destaca la Dra. Bonilla Gutiérrez y piensa en el “Made in México”, que es posible gracias a que muchos jóvenes están entendiendo que, si se meten en las matemáticas, encontrarán la fascinación del mundo para generar todo lo que deseen; desde un robot que permita rehabilitaciones a pacientes, uno que converse y apoye a los adultos mayores, incluso el propio control de la inteligencia artificial está sobre procesos de electrónica que permiten mejorar la vida de las personas.

Por ello, la docente cuenta que les dice a sus estudiantes: “piensen siempre en los productos finales, partan desde cero para crear”.

Para la investigadora, el ensayo y error durante la práctica en el laboratorio, permitirá el logro de los objetivos a través de la perseverancia y el trabajo, por ello no se necesita que las personas sean genios.

Como muestra de ese esfuerzo, en el Laboratorio de Robótica de la Facultad de Ciencias, la investigadora, de la mano de estudiantes de las licenciaturas de

Ingeniería Electrónica y posgrado ha creado proyectos. Por ejemplo, la mano robótica, que permite realizar ejercicios de rehabilitación de codo y de hombro para pacientes que están lesionados y requieren llevar a cabo un proceso de repetición de ejercicios.

Este prototipo ya ha sido probado por pacientes y ha ido avanzando en su implementación a través de la asesoría de catedráticos de la Facultad de Medicina, y de la Facultad de Ingeniería.

En el Laboratorio de Robótica, de la Facultad de Ciencias, también han desarrollado un exoesqueleto, es decir un sistema robótico digital para extremidades superiores e inferiores, que permite lograr el aumento de capacidades físicas que asiste a personas con discapacidad motriz, para mejorar su desempeño en tareas de manipulación de objetos.

En estos proyectos, la catedrática comenta que están maduros, pues se ha ido implementando nuevas habilidades a los robots prototipo, para incluso medir la fuerza con que se responde y a través del trabajo de algunos tesisistas, en el futuro se pretende que se pueda medir la respuesta de quien realiza la rehabilitación.

La idea de los aparatos no es sustituir a las personas, si no que éstos ayuden a los fisioterapeutas, pues la intención es que el aparato sirva al especialista y al paciente para que, de una manera más automatizada, pueda incluso medir la intensidad de los ejercicios y al final se recomiende su uso.

Otro de los sueños de la catedrática Bonilla Gutiérrez, a través del Laboratorio de Robótica, es que la UASLP pueda contar con un gimnasio con aparatos especializados que otorguen rehabilitación y que pueda ser rentado a pacientes que requieran terapia de rehabilitación y que incluso las personas puedan programar el aparato, de acuerdo a las necesidades de cada paciente.

Por ahora los retos de los robots ideados en el Laboratorio de Robótica de la Facultad de Ciencias por el equipo de la doctora Isela Bonilla, están en lograr conectar con las áreas médicas para que conozcan los datos de la investigación y puedan sumar al proyecto que es en favor de los pacientes que requieren rehabilitación. **UP**

APUNTES

■ Su principal hobby es tejer.



■ Acude a cursos de patchwork.



■ Sus libros favoritos son:

En los Zapatos de Valeria,
Fuimos Canciones,
de la autora
Elizabeth Benavent.



■ Le gustan los conciertos masivos y acude a un festival una vez al año de cualquier tipo de música.





Huitlacoche - la trufa mexicana

¿Cómo es posible que los antiguos aztecas descubrieran que este hongo oscuro, capaz de transformar genéticamente el maíz, escondía los aminoácidos esenciales que hoy la ciencia moderna celebra como un superalimento?

La palabra huitlacoche deriva del náhuatl *cuitlatl* que significa excremento y *cochtli* que significa dormido. Este hongo parásito se desarrolla sobre las mazorcas tiernas del maíz. El huitlacoche, también conocido como “carbón del maíz” o “trufa mexicana”, son las agallas comestibles que forma el *Ustilago maydis* en el maíz.

¿Qué beneficios tiene el consumo de este super alimento?

Sin embargo, el huitlacoche no es solamente una herencia gastronómica dejada por nuestros antepasados mayas y aztecas, sino también un alimento funcional capaz de prevenir diversas enfermedades, este hongo parásito posee un alto contenido de fibra, ácidos grasos, compuestos fenólicos y proteínas. Teniendo aminoácidos esenciales en los que predominan la lisina - necesaria para la construcción de la masa muscular-.

Pero hablemos un poco más sobre cómo éste tiene las propiedades para ser un súper alimento, los beneficios del consumo de huitlacoche radican meramente en su alto contenido de aminoácidos destacando la lisina, la leucina, glicina, ácido aspártico y metionina. Así como de ácidos grasos esenciales como el oleico y el linolénico que son fuentes de omega 3 y omega 6 respectivamente.

Sin embargo, también posee otras características nutricionales bastante importantes tales como azúcares de fácil digestión antioxidantes y quimio protectores (que ayudan a proteger tejido sano de algunos medicamentos para combatir el cáncer), así como un alto contenido en fibra y minerales.

¿Cuáles son las perspectivas a futuro?

El huitlacoche podría significar una solución ante la crisis alimentaria que predice la FAO en el 2050, Debido a su perfil de aminoácidos esenciales y rápida

producción industrial superando a otras fuentes de alimento como la proteína animal (carne y lácteos) E incluso al propio maíz ya que este es deficiente en lisina y triptófano los cuales el huitlacoche los puede sintetizar, por ende una mazorca infectada es nutricionalmente hablando superior a una mazorca sana e incluso a algunas legumbres debido a su perfil amplio y completo de aminoácidos esenciales. [U](#)

Bibliografía

- Ramírez-Vega, M. de L., & Ortiz-Salinas, R. (2024). Hongo huitlacoche (*Ustilago maydis*) y sus propiedades nutricionales para la alimentación del mexicano. *Investigación y Ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*, 92. <https://doi.org/10.33064/iycuaa2024926089>
- Temís, J. R. H. (s/f). Huitlacoche, alimento funcional que previene enfermedades: egresado. *Universo - Sistema de noticias de la UV*. Recuperado el 21 de febrero de 2026, de <https://share.google/QZ3dQl60avPv1b9k1>

FÁTIMA MARTÍNEZ GONZÁLEZ

mtz.glz.fatima@gmail.com

COMUNIDAD DE DIFUSIÓN Y DIVULGACIÓN DE LA FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS, UASLP



¿Por qué los perros tienen bigotes?

ANGÉLICA CECILIA MORÁN LÓPEZ
cecilia.moran0603@gmail.com

Si observas con atención el rostro de un perro, notarás unos pelos más largos, rígidos y separados del resto del pelaje que crecen alrededor del hocico, encima de los ojos y en la barbilla. Estos pelos se llaman vibrisas, aunque comúnmente los conocemos como bigotes. A diferencia del resto del pelaje, no están ahí sólo por apariencia: cumplen funciones sensoriales muy importantes para los perros.

Las vibrisas funcionan como una especie de sistema táctil altamente sensible. Cada uno de estos pelos está profundamente insertado en la piel y conectado a numerosas terminaciones nerviosas. Esto significa que pueden detectar movimientos muy sutiles en el aire o cambios en el entorno cercano. Gracias a ellas, los perros reciben información sobre lo que ocurre a su alrededor incluso antes de tocar algo directamente.

Una de sus funciones principales es ayudar a percibir el espacio. Cuando un perro se mueve en lugares estrechos, sus vibrisas detectan obstáculos cercanos y les permiten calcular si puede pasar por un hueco sin golpearse. En cierto modo, funcionan como pequeños sensores que "avisan" al animal de la proximidad de objetos.

También son útiles en condiciones de poca luz. Aunque los perros tienen buena visión nocturna, las vibrisas complementan este sentido al permitirles detectar movimientos o corrientes de aire que indican la presencia de algo cerca, como otro animal o un objeto.

Las vibrisas que están sobre los ojos tienen además una función protectora. Cuando algo roza estos pelos, el perro suele parpadear o cerrar el ojo de inmediato, lo que ayuda a evitar lesiones.

Por todo esto, los bigotes no deben considerarse un simple rasgo estético; son una herramienta sensorial clave que ayuda a los perros a orientarse, protegerse y comprender mejor su entorno. Cortarlos no causa dolor porque el pelo en sí no tiene terminaciones nerviosas, pero sí puede afectar temporalmente la manera en que el animal percibe lo que tiene cerca.

En otras palabras, los bigotes son una especie de antenas naturales que permiten a los perros explorar el mundo con mayor precisión. La próxima vez que mires a tu perro de cerca pregúntate qué cosas estará percibiendo con sus bigotes que nosotros no podemos notar. **UP**

Referencias bibliográficas:

Purina. ¿Para qué sirven los bigotes de los perros? | Purina®. (2025). Purina.cl. <https://purina.cl/purina/perros/para-que-sirven-los-bigotes-de-los-perros>

Emilio Lluís Riera

ANA AMÉRICA REYES CARREÓN

america@uaslp.mx

Nacido en España en 1925, Emilio Lluís Riera y su familia tuvieron que emigrar a Rusia en tiempos de la Guerra Civil Española; lugar del que también salieron al estallar la segunda guerra mundial, en donde además pasaron por enfermedades y penurias, para avocarse posteriormente en la Ciudad de México.

Emilio Lluís Riera, efectuó sus estudios de licenciatura, maestría y doctorado en Matemática en la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM). Aunque su título de doctorado lo obtuvo en 1954, convirtiéndolo en el primer matemático en México en obtener tal grado, por lo cual le valió el apodo de "El doctor del Pedregal", sobrenombre acuñado por el entonces rector de la UNAM, el doctor Nabor Carrillo.


Su carrera como docente la inició en la Escuela Nacional Preparatoria, posteriormente un breve paso en la Escuela Nacional de Ingeniería. En 1951 se incorpora como profesor en la Facultad de Ciencias de la UNAM, consolidándose como uno de los formadores de generaciones de estudiantes de Matemática, Física, Actuaría, Biología y Ciencia de la Computación. De igual manera, en ese mismo año (1951), se incorpora al Instituto de Matemáticas de la máxima casa de estudios, como auxiliar de investigación y promovido al siguiente año como Investigador Científico, para finalmente ser reconocido como investigador de tiempo completo; cargo que ocupó durante más de 60 años.

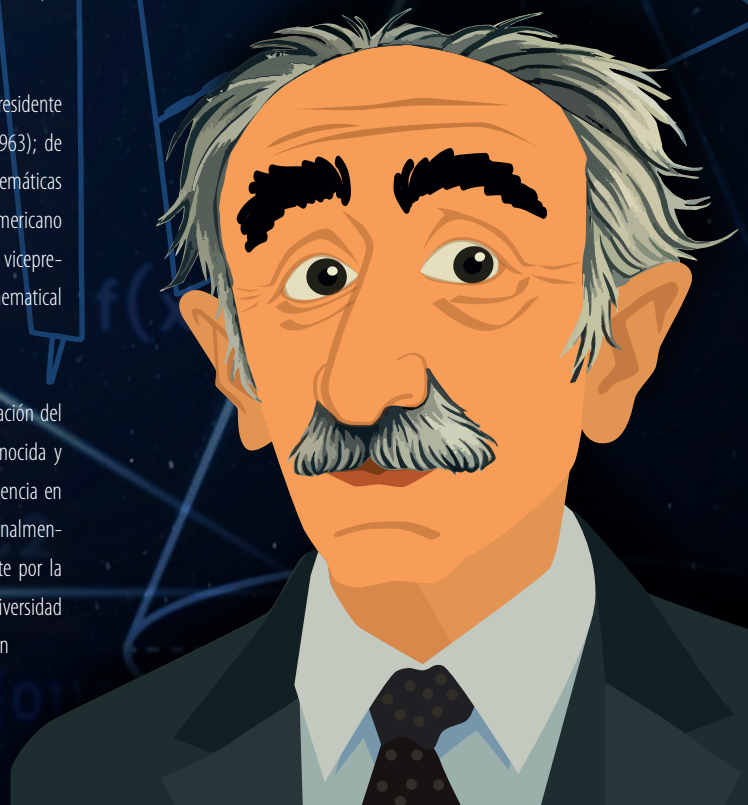
Además de su trabajo docente, impartió cursos, dictó conferencias, participó también en seminarios y congresos en numerosos países, tanto en América como en Europa y Asia. Fungió dos veces como investigador visitante de la Universidad de California, en Berkeley. Aunque su gran interés también estuvo en los problemas de la Educación Matemática, que fue lo que lo hicieron incursionar en ese campo. Publicó más de treinta libros de matemática, que abarcan desde nivel primaria hasta doctorado.

Dentro de los cargos que ocupó se destacan: presidente de la Sociedad Matemática Mexicana (1961-1963); de la Asociación Nacional de Profesores de Matemáticas (1971-1973); vicepresidente del Comité Interamericano de Educación Matemática (ICME) (1979-1987) y vicepresidente de la "International Commission on Mathematical Instruction (ICMI)" (1987-1990).

Cabe señalar que la excelente labor de investigación del doctor Emilio Lluís Riera no sólo ha sido reconocida y apreciada internacionalmente, sino que su influencia en el medio matemático nacional ha sido excepcionalmente importante, siendo galardonado ampliamente por la UNAM, al recibir en el año de 1990 el Premio Universidad Nacional por su obra en el área de Docencia en Ciencias Exactas. Para 1997, le fue otorgado, por parte del H. Consejo Universitario, el nombramiento de Profesor

Emérito de la Facultad de Ciencias, confirmando su labor como uno de los mejores académicos de nuestro país.

Emilio Lluís Riera falleció en la Ciudad de México el 03 de enero del año 2020. Aunque fue considerado siempre como un investigador mexicano, se desconoce el registro de naturalización. 



El monstruo más humano

ANGÉLICA CECILIA MORÁN LÓPEZ

cecilia.moran0603@gmail.com

Frankenstein de Guillermo del Toro es una versión profunda y visualmente impresionante del clásico de Mary Shelley. Más que una película de miedo tradicional, el director mexicano la trata como una historia emocional y humana. Habla de creación, de soledad, de dolor y de cómo nos enfrentamos a lo desconocido.

A diferencia de otras versiones que se centran en el susto, esta se pega mucho más a la novela. La película comienza a principios del siglo XIX, donde un barco queda atrapado en el hielo y su tripulación encuentra a un hombre al borde de la muerte, quien resulta ser Víctor Frankenstein. Antes de morir, comienza a narrar su historia al capitán. Primero vemos su fijación por vencer la muerte y jugar a ser un dios. Este Víctor no es sólo un científico loco; es un tipo arrogante, obsesivo y egoísta.

Poco después, el monstruo sube al barco, queriendo contar su versión de los hechos. Este marco sirve para introducir los dos relatos que estructuran la película, donde se nos cuenta lo mismo, pero desde los ojos de la criatura, quien no es sólo una bestia aterradora, sino un ser lleno de sentimientos, curiosidad y dolor que quiere ser entendido.

Esta estructura en espejo le da a la película una fuerza especial. No se trata de decidir quién tiene razón, sino de entender cómo una misma historia puede sentirse tan distinta dependiendo de quién la viva. Mientras Víctor justifica sus actos como un avance científico, la criatura los narra como el inicio de su abandono.

Al final, Frankenstein no busca asustar, sino conmover. Nos enfrenta a una pregunta sencilla: ¿Qué le debemos a aquello que creamos? Del Toro responde con una historia triste y profundamente humana, donde el verdadero terror no es la criatura, sino la incapacidad de amar lo diferente. 