



Casa abierta al tiempo

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA

Estimadas personas lectoras de la revista *Ciencia*, el Premio a la Investigación de la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) es el reconocimiento más importante al trabajo académico que otorga esta casa de estudios por la elaboración de trabajos de investigación originales publicados entre 2023 y 2024.

En la categoría de Ciencias Básicas e Ingeniería, el doctor Carlos Castillo-Araiza y el equipo del Laboratorio de Ingeniería de Reactores Catalíticos de la Unidad Iztapalapa nos invitan a conocer cómo pasan los descubrimientos de un tubo de ensayo a producir las toneladas de materiales que mueven al mundo. Durante décadas, la industria química priorizó la producción masiva ignorando el inmenso impacto ecológico. Hoy, la crisis climática exige procesos sostenibles. Sin embargo, escalar una reacción de un pequeño laboratorio a una “megafábrica” es un reto colosal donde la eficiencia suele colapsar. Aquí interviene la ingeniería de reactores: uniendo ciencia experimental y simulaciones computacionales, la disciplina rediseña las fábricas para crear productos indispensables gastando menos energía y reduciendo la contaminación.

En las Ciencias Biológicas y de la Salud, el doctor Silvestre Alavez Espidio, junto con el grupo de Intervenciones Farmacológicas en el Envejecimiento de la UAM, investigan cómo ante el aumento global de la esperanza de vida, se puede lograr un envejecimiento saludable y evitar el deterioro cognitivo o físico. La clave podría estar en los *geroprotectores*, sustancias naturales capaces de retrasar el envejecimiento a nivel celular. Un prometedor candidato es el ácido vanílico, un compuesto natural presente en frutas, cereales e incluso en la cerveza. Investigaciones recientes revelan que este metabolito logra prolongar la vida de gusanos de laboratorio (*C. elegans*) en casi un 50 % y frena las proteínas tóxicas asociadas a enfermedades neurodegenerativas como la del Alzheimer.

La idea de la desaparición del libro impreso se aborda en la investigación premiada en la categoría de Ciencias y Artes para el Diseño. El doctor Gerardo Kloss Fernández del Castillo relata cómo, desde la génesis del cine hasta los albores de la inteligencia artificial, cada nueva tecnología revive el temor de que la palabra impresa se extinga. Sin embargo, un análisis del sector editorial revela que hoy leemos y escribimos más que hace veinte años, sólo que de formas distintas. El debate no debe centrarse en qué dispositivo reemplazará al papel, sino en cómo cambian nuestras prácticas sociales de lectura en un mundo donde pasamos de lectores pasivos a creadores de contenido. En definitiva, el libro no está muriendo; simplemente se está transformando su formato, su soporte y el lugar simbólico que ocupa en nuestra sociedad.

“La evaluación de las políticas públicas significa valorar los cursos de acción de las decisiones de gobierno, por ello es un tema con un alto contenido técnico y político”, puntualiza la doctora Santizo Rodall en la investigación premiada en el área de las Ciencias Sociales y Humanidades. Al evaluar la educación, los gobiernos no sólo miden calificaciones, sino que reflejan sus valores, conflictos y prioridades sociales. El libro premiado analizó cómo Brasil, Colombia y Estados Unidos evalúan sus políticas educativas a largo plazo, demostrando que este proceso va mucho más allá de una revisión técnica. El verdadero propósito de estas evaluaciones es entender cómo se toman las decisiones públicas para mejorar el sistema, fomentar la equidad, incluir a la sociedad y adaptar las políticas a la realidad de cada país.

La Universidad Autónoma Metropolitana, como universidad pública, autónoma y de carácter nacional, genera investigación de vanguardia que mejora la calidad de vida, impulsa la innovación tecnológica, fortalece la cultura y contribuye a la construcción de sociedades más justas y sostenibles. Con este Premio a la Investigación, la Universidad no sólo reconoce la excelencia académica de su comunidad, sino que reafirma su compromiso con el conocimiento que transforma realidades, dialoga con los grandes desafíos de nuestro tiempo y pone las ciencias, las artes, el diseño y las humanidades al servicio de la sociedad. Así la UAM transforma el conocimiento en bienestar y prosperidad, para, desde el presente, con capacidad de agencia, diseñar y construir el futuro deseable.

In Calli Ixcahuicopa – Casa abierta al tiempo

Prof. Dr. Gustavo Pacheco López
RECTOR GENERAL



Carlos O. Castillo Araiza, José Guillermo Rivera de la Cruz y José F. Durán Pérez



De moléculas a megafábricas. ¿Cómo se diseñan las transformaciones químicas que mueven el mundo?

La ingeniería de reactores adapta transformaciones químicas del laboratorio a la escala industrial. Usando simulaciones y experimentos, busca optimizar la eficiencia energética y el aprovechamiento de materias primas. Su meta es diseñar megafábricas seguras y sostenibles para reducir el impacto ambiental frente a la actual urgencia climática.

Introducción

La manera en que se obtienen productos químicos en la industria está cambiando. Durante décadas, el desarrollo tecnológico se apoyó en procesos muy eficientes desde el punto de vista económico, pero costosos para el medio ambiente. Altos consumos de energía, emisiones de gases de efecto invernadero y grandes volúmenes de residuos se aceptaron como el precio inevitable del crecimiento industrial. Hoy sabemos que ese enfoque ya no es viable. La urgencia climática y el uso acelerado de los recursos naturales obligan a repensar cómo se diseñan las transformaciones químicas que sostienen nuestra vida cotidiana.

En este nuevo escenario, no basta con “descubrir” nuevas transformaciones químicas, también hay que aprender a estudiarlas mejor. Se requieren rutas que funcionen a temperaturas más bajas, que aprovechen mejor las materias primas, que generen menos **subproductos** y que puedan integrarse con fuentes de energía más limpias. La ciencia ofrece muchas alternativas, pero su impacto real depende de una condición clave: que puedan operar de forma estable y eficiente en un **sistema de producción industrial**.

En el pizarrón y en el laboratorio, una transformación química puede parecer ideal. Con equipos pequeños es posible controlar con facilidad la temperatura, ajustar la mezcla de **reactivos** y observar resultados prometedores. Sin embargo, cuando esa misma transformación debe producir toneladas del producto cada día, la realidad cambia de manera drástica. Lo que era eficiente a pequeña escala puede volverse inestable, perder selectividad o incluso generar riesgos en una planta industrial. En ese punto, el reto deja de ser únicamente científico y se vuelve un desafío de ingeniería.

Subproductos

Sustancias no deseadas que se forman además del producto principal.

Sistema de producción industrial

Conjunto de equipos y operaciones que permiten fabricar un producto a gran escala.

Reactivos

Sustancias que entran al proceso y se consumen durante la transformación.

Aquí entra en escena la **ingeniería de reactores**. Su objetivo es transformar una idea planteada en el pizarrón en un sistema de producción industrial responsable con el planeta, y para lograrlo estudia cómo se comportan los fluidos, cómo se transportan la materia y la energía, cuánto tiempo deben permanecer los reactivos dentro del **reactor** y bajo qué condiciones de operación se alcanza el mejor desempeño. La meta no es sólo que la transformación ocurra, sino que ocurra con el menor consumo de energía posible, con el máximo aprovechamiento

de la materia prima y con el menor impacto ambiental.

Esta disciplina opera en un punto de encuentro: conecta termodinámica, química, física y matemáticas para diseñar reactores industriales (**Figura 1**). Esa integración permite unir el comportamiento de las moléculas a nivel conceptual con su implementación en condiciones reales. Por eso, el reactor se convierte en el corazón de la producción industrial: su diseño afecta el costo, la seguridad y la huella ambiental del proceso, desde cuánta energía se consume hasta cuántos residuos se generan.

Ingeniería de reactores

Disciplina que diseña y optimiza reactores para operar de forma estable, segura y eficiente a escala industrial.

Reactor

Equipo donde ocurre una transformación química bajo condiciones controladas.

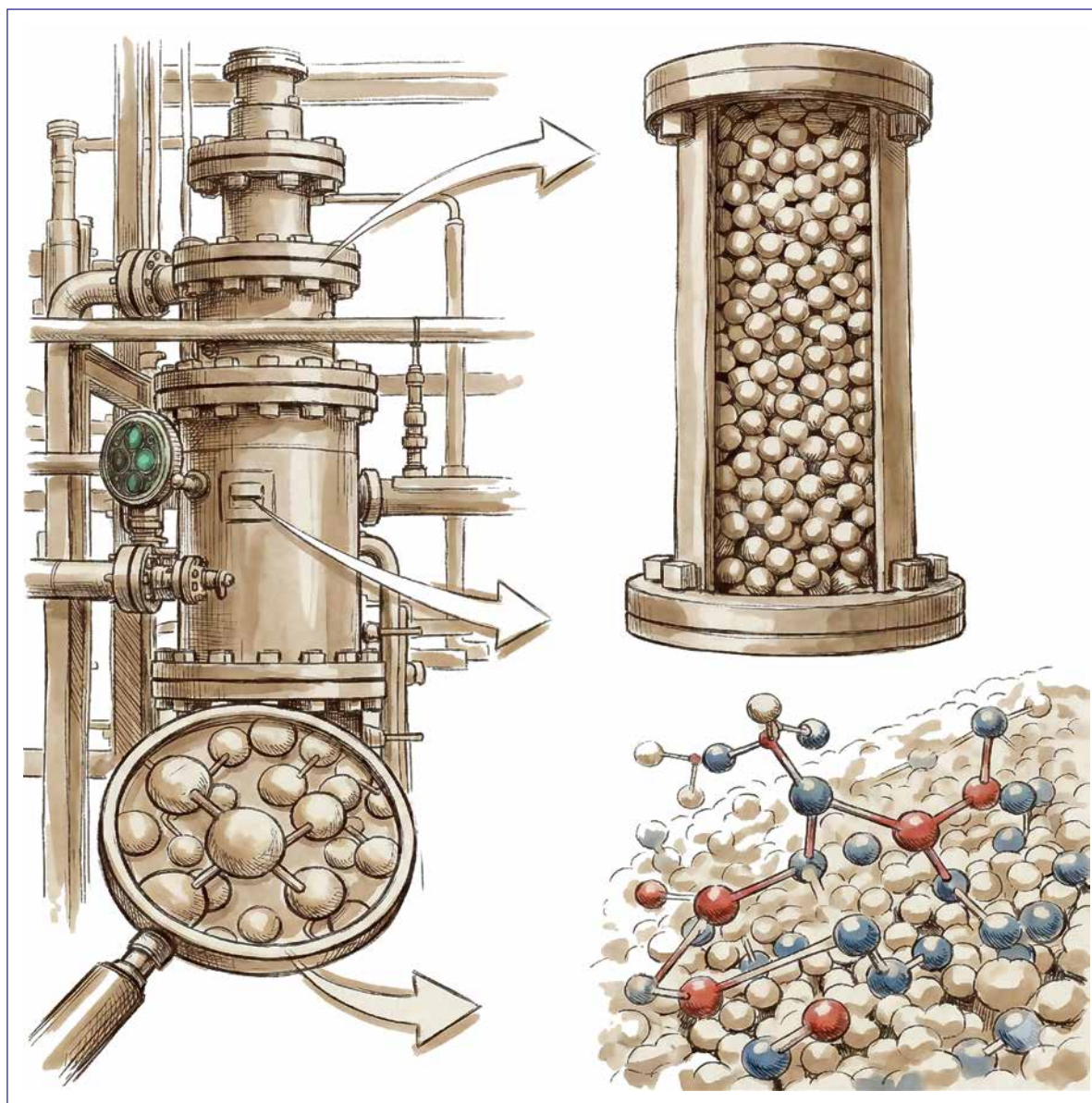


Figura 1. Representación esquemática de un reactor catalítico en el que tiene lugar una transformación química. Se ilustra la configuración macroscópica del sistema de reacción y, a escala microscópica, la estructura del catalizador y las moléculas que participan en la reacción para obtener el producto deseado. Crédito: Joaquín González Vázquez, con apoyo de inteligencia artificial.

■ Objetivos de la investigación

■ El objetivo de esta investigación es explicar, de manera clara y accesible, cómo una transformación química pasa del pizarrón a un sistema de producción industrial a gran escala. Se busca mostrar que no basta con saber “qué reacciona con qué”, sino que es necesario comprender cómo esa transformación se vuelve viable cuando debe operar de forma continua y producir grandes cantidades sin perder eficiencia ni seguridad.

En este contexto, la ingeniería de reactores funciona como el puente entre la idea científica y la megafábrica, con una meta central: obtener el producto con mayor eficiencia, menor consumo de energía y menor impacto ambiental. Como ejemplo de estudio se considera la oxidación de moléculas específicas en el etano para producir etileno, compuesto de interés social, ya que es esencial para la fabricación de plásticos y numerosos productos de uso cotidiano.

■ Metodologías de la investigación

■ Llevar una transformación química del pizarrón a la industria requiere entenderla en distintas etapas y escalas. El proceso comienza con el análisis conceptual: se identifican rutas químicas posibles, se definen los productos deseados y se anticipan subproductos. Después, estas ideas se prueban y depuran en el laboratorio, combinando experimentos instrumentales y simulaciones computacionales.

En el laboratorio experimental se realizan pruebas con sistemas reales: mezclas de gases o líquidos alimentan reactores donde ocurre la transformación bajo condiciones controladas de temperatura, presión y composición. Se miden el porcentaje y la efectividad de obtención del producto deseado, la eficiencia de la operación y se observa cómo responde el sistema cuando se ajustan variables como el flujo, la proporción de mezclas o el **tiempo de contacto** con el equipo de laboratorio.

En paralelo, el laboratorio computacional permite explorar lo que no se ve directamente en un experimento: por ejemplo, cómo interactúan moléculas y superficies, qué pasos son más lentos o qué rutas favorecen la obtención de productos no deseados. Las

simulaciones pueden hacerse a distintos niveles; en algunos casos se trabaja a escala atómica con métodos basados en mecánica cuántica. Estas herramientas ayudan a responder preguntas clave: ¿qué rutas son posibles?, ¿qué pasos controlan la velocidad a la que ocurre la transformación química?, ¿qué cambios podrían mejorar la obtención del producto deseado sobre otros?

Un concepto central que conecta ambas aproximaciones es la cinética química; es decir, los parámetros y modelos matemáticos que permiten calcular la velocidad a la que se forman los productos y, con ello, predecir cuánto se producirá en un día, una semana o un año. Una analogía útil es la aceleración de la gravedad: conocer un valor físico permite estimar el tiempo de caída de un objeto; de manera similar, contar con un **modelo cinético** permite estimar la producción a lo largo del tiempo. Sin embargo, estos modelos deben validarse con experimentos, porque el comportamiento real puede diferir del comportamiento idealizado en simulaciones. Este proceso de refinamiento no es un lujo, ya que facilita la obtención de parámetros confiables que permiten dimensionar reactores industriales con mayor certidumbre, reducir riesgos operativos y evitar diseños ineficientes. En otras palabras, conocer la química no basta: hay que entender cómo se comporta cuando se enfrenta a las condiciones reales de operación industrial.

■ Innovación de la investigación

■ La innovación de este enfoque consiste en conectar, desde el inicio, dos perspectivas que a menudo se tratan por separado: lo que ocurre a nivel molecular y lo que ocurre cuando esa misma transformación debe operar de manera continua y producir toneladas al día. En lugar de estudiar primero la química y después adaptarla a la ingeniería, se integran directamente los experimentos en reactores de laboratorio con modelos matemáticos y simulaciones. Esta integración es necesaria porque el mundo real de una planta industrial no se parece al laboratorio.

Al combinar información de distintas escalas, es posible una identificación temprana de las rutas que

Modelo cinético

Conjunto de parámetros y ecuaciones que describen qué tan rápido ocurre una transformación y permiten predecir producción en función del tiempo.

Tiempo de contacto (o residencia)

Tiempo promedio que los reactivos permanecen dentro del reactor.

favorecen el producto deseado, qué condiciones disparan la creación de otros productos no deseados y otros límites físicos que dominarán en el desempeño final del reactor. Además, las simulaciones permiten explorar escenarios antes de construir equipos costosos, reduciendo el número de pruebas por ensayo y error. Así, el diseño del reactor deja de ser un ajuste final y se vuelve parte central del desarrollo tecnológico, facilitando procesos más robustos y compatibles con metas de eficiencia y economía circular.

■ **Incidencia social**

■ El diseño de reactores no es un tema lejano: determina cómo se producen combustibles, fertilizantes, plásticos, fármacos y una gran parte de lo que usamos a diario. Cuando un proceso se diseña mejor, no sólo aumenta la producción, también puede reducirse el consumo de energía y, con ello, disminuirse las emisiones asociadas a la fabricación. En un contexto de urgencia climática, esa diferencia importa.

La incidencia social aparece en varios niveles. Procesos más eficientes aprovechan mejor las materias primas y generan menos residuos, reduciendo el impacto sobre agua, aire y suelo. Una operación más estable y segura disminuye riesgos para trabajadores y comunidades cercanas. Además, optimizar condiciones de operación evita que la transformación derive hacia subproductos que complican el tratamiento de efluentes y aumentan la huella ambiental.

Finalmente, este enfoque contribuye a formar especialistas capaces de tomar decisiones responsables. Comprender el puente entre laboratorio, simulación

y planta industrial permite diseñar tecnologías más limpias y acelerar su adopción. En otras palabras, mejorar reactores es una vía concreta para avanzar hacia una industria más sostenible.

■ **Equipo de trabajo y laboratorio**

■ El equipo de investigación está conformado por los doctores Carlos O. Castillo Araiza, José Guillermo Rivera de la Cruz y José F. Durán Pérez, adscritos al Laboratorio de Ingeniería de Reactores Catalíticos (LIRC) del Departamento de Ingeniería de Procesos e Hidráulica de la Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa. Fundado en 2010, el LIRC integra dentro de la ingeniería de reactores, el análisis experimental y el modelado computacional para desarrollar metodologías que acerquen transformaciones químicas prometedoras a condiciones industriales, con énfasis en la **eficiencia energética**, la estabilidad operativa y la sostenibilidad.

Carlos O. Castillo Araiza

Universidad Autónoma Metropolitana.
coca@xanum.uam.mx

José Guillermo Rivera de la Cruz

Universidad Autónoma Metropolitana.
jorivera@xanum.uam.mx

José F. Durán Pérez

Universidad Autónoma Metropolitana.
josefedupe@hotmail.com

← **Eficiencia energética**

Capacidad del proceso para producir lo deseado usando la menor energía posible.



Silvestre Alavez, Ixchel Osorio Paz y Xareni Raquel Valle Jiménez



¿Pueden los productos naturales contribuir al envejecimiento saludable?

El caso del ácido vanílico

Este estudio evalúa el ácido vanílico como un *geroprotector* natural a partir de la utilización del nematodo *C. elegans*. Los resultados revelan que este compuesto aumenta la supervivencia y la resistencia de este organismo al estrés térmico, además de que disminuye la agregación proteica ligada a la neurodegeneración, perfilándose como un candidato prometedor para el envejecimiento saludable.

Introducción

El envejecimiento es un proceso natural al que los humanos nos enfrentamos y en el que nuestras células acumulan alteraciones, como proteínas malformadas, sistemas de reparación que fallan y respuestas al estrés que se debilitan. Con el tiempo, el daño se acumula y puede favorecer el desarrollo de enfermedades crónico-degenerativas, como la enfermedad de Alzheimer, la enfermedad de Parkinson, la demencia o problemas cardiovasculares, entre otros. Para entender el proceso de envejecimiento y su relación con la enfermedad, surgen las *gerociencias*, un enfoque multidisciplinario que busca contrarrestar los efectos negativos del envejecimiento y promover un envejecimiento saludable.

El problema no es envejecer, sino cómo envejecemos

La tendencia poblacional en México, y en el mundo, indica que la edad promedio seguirá aumentando en los próximos años. Por esto, la calidad de vida en edades avanzadas es un tema de vital importancia.

De acuerdo con la Encuesta Nacional Sobre Salud y Envejecimiento en México, realizada en 2021, el 62.3 % de la población mexicana mayor a 53 años percibía tener un estado de salud de regular a malo. Las enfermedades más reportadas fueron: hipertensión arterial (43.3 %), diabetes (25.6 %) y artritis (10.7 %). En 2023, la Encuesta de Evaluación Cognitiva realizada por el INEGI mostró que alrededor del 30 % de este grupo etario también presenta un deterioro cognitivo avanzado, basándose en preguntas de orientación temporal. Esto indica que

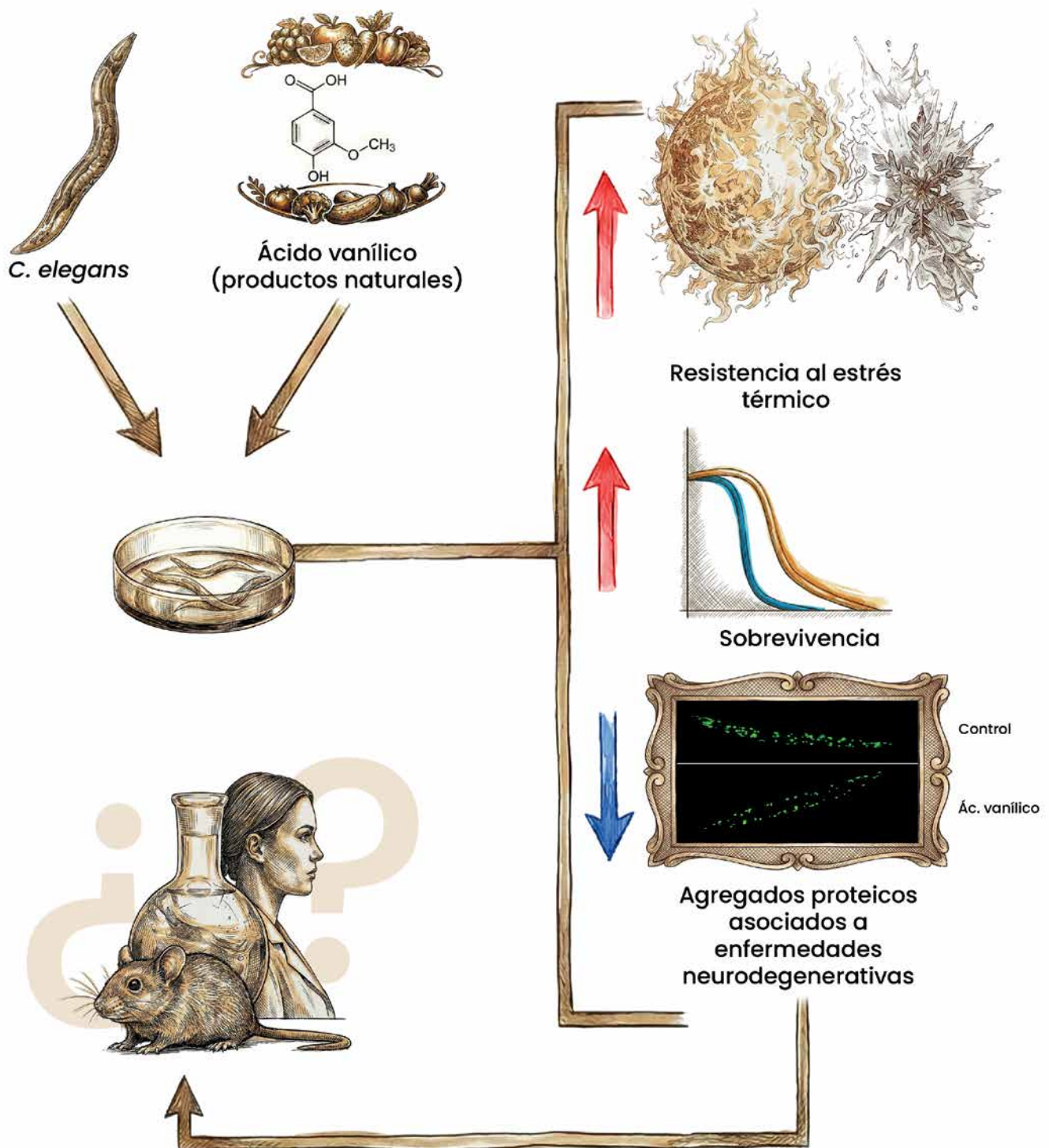
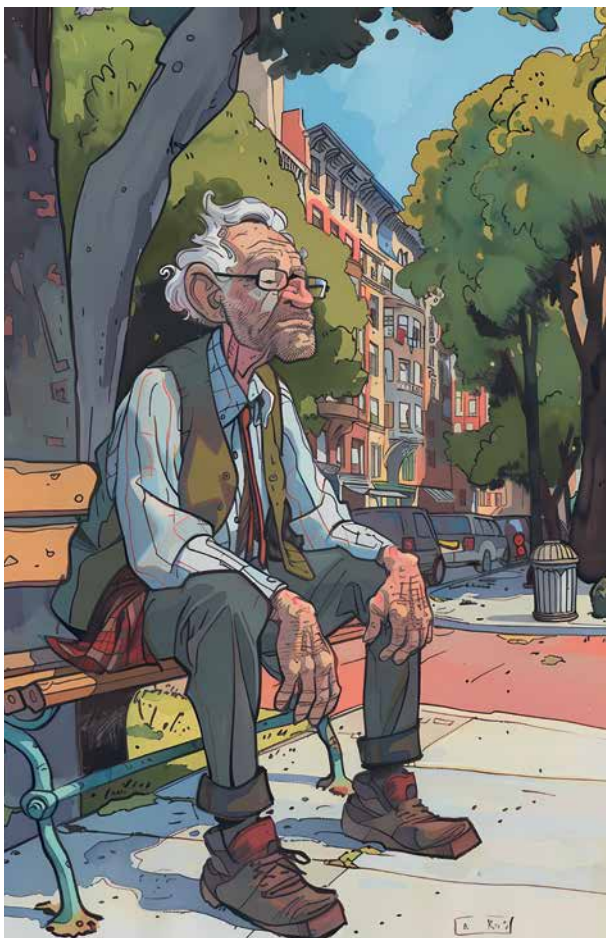


Figura 1. El ácido vanílico incrementa la sobrevivencia y la resistencia al estrés térmico en *Caenorhabditis elegans*; además disminuye el desarrollo de agregados proteicos asociados a enfermedades neurodegenerativas. Aunque el potencial como geroprotector de este compuesto es evidente, se requieren más ensayos en mamíferos. Diagrama elaborado por el autor y Joaquín González Vázquez, con elementos de inteligencia artificial.

una proporción significativa de adultos mayores en México padece enfermedades crónico-degenerativas y puede desarrollar trastornos neurodegenerativos, con el consecuente impacto personal, social y económico. Adicionalmente, esto tiene un fuerte impacto en los ámbitos personal, familiar, social, político y económico. Por lo tanto, promover un envejecimiento sano en nuestra sociedad es un desafío que debe abordarse de manera multidisciplinaria.

■ **Relevancia de *Caenorhabditis elegans* en el envejecimiento**

■ El estudio del envejecimiento requiere modelos biológicos económicos, accesibles y de corto periodo de vida que reproduzcan aspectos clave de la fisiología de organismos más complejos. El nematodo *Caenorhabditis elegans* (*C. elegans*) cumple con todas estas características y ha sido el modelo más utilizado para el estudio del envejecimiento.



Caenorhabditis elegans es un nematodo microscópico (de alrededor de 1 mm en etapa adulta), con un ciclo de vida corto; la vida media es de unos 14 días a 20 °C. Los adultos presentan 905 células somáticas (las que conforman el crecimiento de los tejidos y órganos) y 302 neuronas. Su genoma fue el primero en secuenciarse por completo en el mundo, lo que ha facilitado su manipulación genética para crear variaciones que nos ayudan a estudiar procesos biológicos básicos, incluyendo el envejecimiento, y enfermedades complejas como la de Alzheimer o la de Parkinson. Gracias al uso de *C. elegans* se han identificado más de 500 genes capaces de regular la longevidad, conocidos como *gerontogenes*, lo que ha permitido comprender algunos mecanismos moleculares del envejecimiento e identificar estrategias plausibles para el desarrollo de intervenciones farmacológicas.

■ **Intervenciones farmacológicas para un envejecimiento saludable**

■ Actualmente existe una búsqueda intensa de compuestos que modulen los procesos biológicos del envejecimiento; sin embargo, aún no existe una terapia antienvjecimiento funcional y clínicamente validada. Muchas intervenciones siguen en fases experimentales y persisten dudas sobre su seguridad en personas mayores, debido a enfermedades crónicas y a cambios en la disposición de los diferentes compuestos en el organismo asociados a la edad. Además, ciertas aproximaciones podrían implicar riesgos, ya que se asocian con procesos tumorales. Por ello, los compuestos geroprotectores se consideran una estrategia prometedora más segura.

■ **Geroprotectores**

■ Se da el nombre de *geroprotector* a sustancias que pueden reducir, retrasar o modular los mecanismos del envejecimiento, incrementando la esperanza de vida y disminuyendo la aparición de enfermedades relacionadas con la edad. Estos compuestos actúan mejorando la reparación molecular, regulando vías asociadas a la preservación de los mecanismos que mantienen la estabilidad celular y, probablen-

te, modulando los procesos inflamatorios. Por tanto, un compuesto geroprotector debería disminuir la mortalidad, mejorar los biomarcadores de envejecimiento y tener efectos secundarios mínimos, mejorando así la calidad de vida y retrasando la aparición de patologías degenerativas asociadas a la edad. Entre los ejemplos más estudiados se encuentran fármacos como la rapamicina y la metformina, y compuestos naturales tales como la espermidina, la curcumina, la acarbosa y la quercetina. Estos compuestos han mostrado efectos geroprotectores en modelos experimentales y son objeto de investigación para promover un envejecimiento saludable.

La búsqueda de compuestos geroprotectores se ha dirigido a los productos naturales, donde la diversidad química es especialmente amplia. Plantas, hongos e incluso animales producen una gran variedad de metabolitos que, aunque cumplen funciones biológicas específicas, pueden interactuar con rutas celulares asociadas al envejecimiento. Además, si estos compuestos son seguros para el consumo humano, su evaluación en estudios clínicos resulta más viable. Compuestos como la rapamicina, la acarbosa y la espermidina ya se estudian en ensayos clínicos en humanos.

■ El ácido vanílico como posible geroprotector

■ El ácido vanílico es un compuesto químicamente relacionado con la vainillina, aunque se encuentra de forma natural en muchas plantas y en alimentos comunes, incluidos frutas, verduras, cereales y bebidas como la cerveza y el vino. En la industria alimentaria se emplea principalmente como saborizante/aromático y como intermediario en la producción de vainillina, debido a su aroma similar al de la vainilla.

El interés en este compuesto surge de estudios previos que sugieren beneficios asociados al consumo moderado de cerveza. Al ser una bebida fermentada, la cerveza contiene una amplia diversidad de compuestos bioactivos, especialmente compuestos fenólicos, entre los que se encuentra el ácido vanílico. En este contexto, nuestro grupo de investigación se propuso evaluar si este compuesto podría actuar como geroprotector. Para esto, utilizamos poblacio-

nes de *C. elegans* para explorar resistencia a estrés, sobrevivencia y utilizamos modelos de neurodegeneración diseñados genéticamente en este modelo.

■ El ácido vanílico incrementa la resistencia al estrés térmico y la sobrevivencia de *C. elegans*

■ Para evaluar la resistencia al estrés térmico, se determinó la resistencia de *C. elegans* a una temperatura elevada: poblaciones de la cepa silvestre, crecidas a 20 °C, fueron tratadas con ácido vanílico y posteriormente sometidas a 35 °C, una temperatura letal para los nematodos. La supervivencia de los individuos se registró cada dos horas hasta que no quedó ningún gusano vivo. Estos ensayos demostraron que el ácido vanílico incrementa en un 29 % la resistencia de los nematodos al estrés térmico.

Realizamos también ensayos de longevidad, poblaciones homogéneas se mantuvieron a 20 °C con y sin ácido vanílico, registrando periódicamente el número de individuos sobrevivientes para evaluar la sobrevivencia. Con este enfoque, se observó que el ácido vanílico prolonga la vida de los nematodos en casi un 50 %, lo que respalda su potencial geroprotector.

■ El ácido vanílico disminuye la agregación proteica en modelos de neurodegeneración en *C. elegans*

■ Dado que *C. elegans* se ha estudiado ampliamente, se han generado cepas con mutaciones específicas que nos permiten simular modelos de enfermedades presentes en humanos. En el laboratorio utilizamos las cepas identificadas como AM141 y CL4176 que, al crecerse a 25 °C, activan mecanismos moleculares que promueven la formación de agregados proteicos que forman placas asociadas con la enfermedad de Huntington, o de β -amiloides, asociados con la enfermedad de Alzheimer. Conforme se van acumulando los agregados, los gusanos pierden su movilidad hasta paralizarse por completo. Evaluamos este fenotipo de parálisis para verificar el efecto del ácido vanílico; si se mejora la movilidad, se asume que no se formaron muchos agregados proteicos. La cepa AM141 tiene la particularidad de que los agregados

que produce están unidos a una proteína que emite luz fluorescente verde, por lo que, utilizando un microscopio de fluorescencia, podemos observar la acumulación de estos agregados.

Nuestros resultados sugieren que ciertas concentraciones de ácido vanílico reducen la formación de agregados de estas proteínas, por lo que este compuesto tiene el potencial de retrasar el desarrollo de enfermedades asociadas con la agregación proteica.

Conclusiones

La inclusión de geroprotectores naturales en la dieta es una estrategia prometedora para reducir la vulnerabilidad asociada al envejecimiento, mejorar la calidad de vida y retrasar las enfermedades relacionadas con la edad. El ácido vanílico ha demostrado aumentar la supervivencia y la resistencia al estrés, así como reducir la agregación de proteínas asociada a enfermedades neurodegenerativas en *C. elegans*, lo que lo perfila como un candidato a geroprotector. No obstante, es indispensable evaluar estos efectos en modelos más complejos y, posteriormente, en estudios clínicos en humanos. La búsqueda de geroprotectores naturales abre nuevas oportunidades para diseñar estrategias dietéticas y terapéuticas que promuevan un envejecimiento saludable, una prioridad central del grupo de Intervenciones Farmacológicas en el Envejecimiento de la UAM.

Silvestre Alavez

Universidad Autónoma Metropolitana.
s.alavez@correo.ler.uam.mx

Ixchel Osorio Paz

Universidad Autónoma Metropolitana.
i_osorio@correo.ler.uam.mx

Xareni Raquel Valle Jiménez

Universidad Autónoma Metropolitana.
x_valle@correo.ler.uam.mx

Referencias

- INEGI (2023), Encuesta Nacional sobre Salud y Envejecimiento en México (Enasem) 2021 [documento técnico], Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/enasem/2021/doc/enasem_2021_nota_tecnica.pdf, consultado el 20 de febrero de 2026.
- INEGI (2023), Encuesta de Evaluación Cognitiva integrada en la Encuesta Nacional sobre Salud y Envejecimiento en México (Enasem) 2021 [comunicado de prensa núm. 394/23], Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Disponible en: https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2023/ENASEM/ENASEM_21.pdf, consultado el 20 de febrero de 2026.

Lecturas recomendadas

- Alavez, S. (2022), "Intervenciones contra el envejecimiento y enfermedades asociadas guiadas por la gerociencia", en R. Cordera, H. Pasantes y S. Molina (eds.), *La vejez en México en el siglo XXI: Desafíos individuales y sociales*, México, Seminario de Cultura Mexicana, pp. 191-203.
- Valle-Jiménez, X., I. Osorio-Paz y S. Alavez (2023), "*Caenorhabditis elegans* como modelo para el estudio del envejecimiento", *Revista Fesahanccl*, 9(1):4-11.

Gerardo Kloss Fernández del Castillo



¿Van a desaparecer los libros?

Cambio, resistencia y futuros posibles del mundo editorial

La investigación cuestiona si los libros desaparecerán por la tecnología. A partir de entrevistas, se hace evidente un sector editorial con roles estereotipados y resistencia al cambio. Es claro que el libro no morirá, sólo se transforma su formato, y partiendo de ello el autor propone enfocar el debate en las prácticas sociales de lectura y no en el soporte tecnológico.

Breve introducción al tema

Desde hace décadas, cada vez que avanza alguna tecnología de comunicación se repite la misma pregunta, que ya es casi un rito cultural: ¿van a desaparecer los libros? En 1898 el poeta Amado Nervo asistió a una función de cine y quedó fascinado por las mágicas sombras flotando en el espacio. Días después escribió: “este espectáculo me ha sugerido lo que será la historia en el futuro: no más libros”.

La palabra escrita lleva tiempo amenazada de muerte por el cine, la radio, la televisión, el libro electrónico, la computadora personal, la internet y, más recientemente, el teléfono celular, las redes sociales, las plataformas de *streaming* y la inteligencia artificial generativa. Cada vez el libro, la revista, el periódico y hasta el ensayo académico han sido presentados como especies al borde de una inminente extinción. Al menos desde los años sesenta nos bombardean con artículos, conferencias, seminarios, libros, programas, películas, *blogs* y *posts* acerca de la inminente muerte de la palabra impresa.

■ ¿Van a desaparecer los libros?

■ El libro electrónico existe desde el *Project Gutenberg*, en 1971; la *autoedición* desde 1984, y la *autopublicación* en HTML desde 1993. A partir de 2003, la Web 2.0 sacó al lector de su papel de receptor pasivo y le permitió interactuar con otros emisores, comentar, responder y producir sus propios contenidos. También en 2003 los telé-

fonos dejaron de ser sólo para hablar y se volvieron terminales de información donde el universo cabe en el bolsillo y publicar es apretar un botón. Los tradicionales esquemas teóricos de *cadena*, ese circuito unilateral que iba de un *autor* o un *emisor* hacia un *lector* o un *receptor*, se quedó corto frente a la complejidad del rizoma donde todos somos iguales, la comunicación se mueve en múltiples direcciones y somos, al mismo tiempo, productores y consumidores: *prosumidores*.

El trabajo editorial se centra cada vez más en la capacidad para gestionar flujos de contenidos; se parece más a una nube de partículas gaseosas, y menos a una cadena lineal de producción, con perfiles laborales y profesionales fijos, procesando paquetes discretos de información con fechas ciertas de cierre. Pero la tradición editorial y la sociología de la literatura todavía retratan a los trabajadores del **campo editorial** con estampas arquetípicas de siglos atrás: “el editor”, “el corrector”, “el impresor”, “el librero”. Este desfase, entre otras causas, facilita la precarización laboral de los trabajadores editoriales, que subjetivan e idealizan, pero no sistematizan ni cuestionan las funciones reales de cada puesto.

Todavía hay una especie de reverencia por el libro, la literatura, la edición y la **lectura** en sus formas canónicas de los últimos doscientos años, como si éstas fueran las únicas formas posibles de realizar tales prácticas. Mientras tanto, se diversifican velozmente las opciones narrativas y de entretenimiento, y la sociedad exige prácticas cada vez más variadas de producción, recepción, consumo, uso y apropiación de contenidos. Si unos relatos fluyen en espacios electrónicos y otros se quedan en papel es porque les dicen cosas diferentes a públicos distintos. La gente lee y escribe más hoy que hace veinte años, pero de maneras distintas; y, a medida que la vía electrónica se va volviendo la opción por *default*, el esfuerzo adicional por producir o consumir un objeto hecho de papel se convierte en una decisión estética. Los jóvenes que nacieron totalmente inmersos en el mundo digital revaloran los objetos físicos, analógicos y artesanales que les resultan novedosos.

El asunto requiere replantearse. Algunas interfaces de lectura ya “desaparecieron”, como el directo-

rio telefónico o el plano callejero urbano, pero las necesidades que les dieron origen siguen existiendo. Más que investigar el futuro de las interfaces tecnológicas de lectura, conviene investigar el futuro de las prácticas de lectura, de las funciones que cumple cada una de las diferentes interfaces en la vida social, de sus condiciones de producción y consumo, y de las transformaciones que atraviesa, o necesitaría atravesar, el campo editorial como espacio social y laboral para dejar de vivir en crisis permanente.

■ Objetivos de la investigación

■ El objetivo principal del proyecto es comprender qué piensan los trabajadores del campo editorial —autores, editores, gerentes editoriales, correctores, diseñadores, ilustradores, libreros, promotores de lectura y gestores culturales— en qué consisten, qué hacen, cómo interactúan y por qué son importantes desde su perspectiva estos oficios, y qué opiniones manifiestan sobre su propio valor social y su futuro. A partir de esta base empírica se analizan los discursos dominantes sobre la lectura, el libro, el diseño y la edición, identificando los numerosos mitos que aún se sostienen en este sector sobre qué soportes, modos, prácticas, objetos, sujetos y canales son legítimos o no. Esto nos permite explorar cómo y por qué estos imaginarios generan resistencia al cambio dentro del sector editorial.

■ Metodologías de la investigación

■ La investigación se apoya en una metodología cualitativa, basada en veinticuatro entrevistas profundas semiestructuradas con distintos agentes del campo editorial, en el contexto de la Feria Internacional del Libro de Guadalajara (**Figura 1**). El análisis se centra en los relatos profesionales, las historias de vida, el proceso formativo, las prácticas cotidianas, los conflictos laborales y los discursos de legitimación del trabajo editorial, apoyándose en herramientas de la sociología de la cultura.

En todos los casos se partió de un cuestionario base y se permitió que cada entrevista tomara su propio rumbo, de acuerdo con los intereses del infor-

Campo editorial ▶
Espacio social donde interactúan los actores del libro bajo reglas propias, conforme a lo descrito por la sociología bourdiana.

Lectura ▶
Conjunto diverso de prácticas culturales de consumo de contenidos con fines concretos.





Figura 1. Diversas vistas de la FIL de Guadalajara. Crédito: Gerardo Kloss Fernández del Castillo y Joaquín González Vázquez con apoyo de inteligencia artificial.

mante. Hay temas y preguntas que surgieron durante la propia conversación y no aparecen en todos los casos, por lo que rescatamos todas las expresiones espontáneas que aportaran información de interés para el tema de la investigación.

Las definiciones de *editor* y de *diseñador editorial* se les preguntaron a todos los informantes por igual, así como lo que cada informante hace, la forma en la que aprendió a hacer lo que hace, su opinión sobre sus relaciones y conflictos con los diferentes oficios, la fragmentación de la cadena productiva, el trabajo en equipo, la invisibilidad social, la percepción social del valor agregado, el cambio tecnológico, la desmaterialización y la profesionalización editorial. A quienes declararon pertenecer a otros perfiles que no fueran de *editor* o de *diseñador editorial* (autor, corrector, ilustrador, gerente o director, librero, gestor, promotor) se les pidió también una autodefinición de su perfil. Los perfiles laborales en el campo editorial están estereotipados y, en primera instancia los informantes tendieron a autodefinirse usando estereotipos; esto se puso en evidencia al insistir con esta nueva formulación: “¿qué cosas hace usted exactamente o qué tipo de problemas resuelve en su día a día durante la jornada laboral?”. El contraste entre los perfiles autodefinidos y las respuestas a esta pregunta puso en evidencia una diversidad de funciones laborales y una fragmentación insospechada del campo, que el **imaginario** no refleja y más bien tiende a ocultar.

Los perfiles profesionales son más híbridos y la movilidad más grande de lo que parece. La mayoría

de los informantes se autorrepresentan con la mezcla de varios perfiles y su labor editorial raras veces se ha limitado a realizar una sola función. Algunas trayectorias se presentan con más frecuencia, como egresar de humanidades, ser corrector y luego editor.

Preguntarle al informante cómo se formó evoca anécdotas, vivencias infantiles, primeros contactos con libros o con imprentas, gratitud hacia sus maestros, recuerdos juveniles, vuelcos vocacionales y un muro de lamentaciones laborales. Hay consenso de que el trabajo editorial se aprende haciendo, pero se anhela tener una mayor validación institucional y se considera importante que las universidades abran programas de educación y estudios editoriales.

Si hubiera que resumir las conclusiones en una sola frase, es altísimo el grado de subjetivación de los deberes aprendidos y de ahí parece provenir la resistencia a cuestionar lo que se ha hecho siempre. Incluso es prestigioso mostrarse reticentes ante la innovación y no está muy extendida la noción de que son más importantes los lectores y las prácticas de lectura que los soportes y las interfaces.

Innovación de la investigación

La principal innovación de este trabajo consiste en desplazar la discusión sobre el futuro del libro del plano tecnológico al terreno sociológico, cultural y laboral. En lugar de preguntar qué tecnología sustituirá al libro, se analizan las transformaciones de las prácticas sociales de lectura, edición, diseño, producción, circulación y consumo de textos. Además,

Imaginario editorial
Conjunto de creencias
y valores compartidos
dentro y sobre el oficio
del libro.

se cuestiona la metáfora tradicional de la “cadena editorial”, proponiendo modelos más fluidos y descentralizados.

■ Incidencia social

■ Este enfoque permite repensar las políticas editoriales, de fomento a la lectura, de formación, capacitación y profesionalización editorial, y de diseño de contenidos culturales. Reconocer la diversidad de prácticas lectoras y soportes textuales contribuye a formular estrategias más incluyentes y acordes con la realidad contemporánea. Desde esta perspectiva, los libros no están desapareciendo; lo que cambia es su forma, su soporte, su interfaz y su lugar simbólico.

Gerardo Kloss Fernández del Castillo

Universidad Autónoma Metropolitana.

lucas@correo.xoc.uam.mx

Lecturas recomendadas

- Adler, M. y C. Van Doren (2000), *Cómo leer un libro*, Madrid, Debate.
- Bhaskar, M. (2014), *La máquina de contenido. Hacia una teoría de la edición desde la imprenta hasta la red digital*, México, FCE.
- Borsuk, A. (2018), *The Book*, Cambridge, The MIT Press.
- Bourdieu, P. (1990), “Algunas propiedades de los campos”, en P. Bourdieu, *Sociología y cultura*, México, Conaculta, pp. 135-141.
- Bourdieu, P. y R. Chartier (2010), “La lectura, una práctica cultural”, en P. Bourdieu, *El sentido social del gusto*, México, Siglo XXI, p. 253.
- Chartier, R. y C. A. Scolari (2019), *Cultura escrita y textos en red*, Barcelona, Gedisa.
- Eco, U. y J.-C. Carrière (2010), *Nadie acabará con los libros*, Barcelona, Lumen.
- Febvre, L. y H.-J. Martin (2005), *La aparición del libro*, México, FCE/Libraria.
- Nunberg, G. (1998), *El futuro del libro. ¿Esto matará eso?*, Barcelona, Paidós.
- Zschirnt, C. (2004), *Libros. Todo lo que hay que leer*, México, Taurus.





Claudia A. Santizo Rodall y Laura Flamand Gómez



La evaluación de políticas públicas: el caso de la educación

La investigación aborda la evaluación de políticas educativas como un proceso tanto técnico como político. Compara los modelos de Brasil, Colombia y Estados Unidos, destacando cómo el contexto de cada nación define las dimensiones éticas, políticas y funcionales de sus evaluaciones. Este análisis busca mejorar el debate público y optimizar la planeación gubernamental a largo plazo.

Introducción

La evaluación de las políticas públicas significa valorar los cursos de acción de las decisiones de gobierno; por ello es un tema con un alto contenido técnico y político. En la evaluación, las preguntas qué, cómo, cuándo, para qué y quiénes evalúan se establecen en contextos legales, sociales y políticos específicos, a los cuales hay que agregar un sistema de valores y creencias de las partes involucradas.

En la política de educación se expresa abiertamente el debate, la negociación o el conflicto entre grupos políticos y sociales alrededor de la definición de qué, cómo y para qué se enseña. Las mismas preguntas se formulan en la evaluación cuyo alcance y orientación también se define por el contexto político.

Un primer aspecto para considerar es que el estudio de la evaluación como política pública, sujeta a su contexto político, implica explorar ángulos de los arreglos políticos donde se desarrolla la política educativa. Éste es el propósito de la investigación presentada en el libro: *Análisis comparado de las políticas de evaluación educativa. Propuesta metodológica y aplicaciones (Brasil, Colombia y Estados Unidos)*. Las estructuras de organización sectorial y los arreglos políticos en estos tres países moldean las características de sus políticas educativas y de sus políticas de evaluación.

El propósito de la investigación que aquí se comenta no es discutir cuál es el mejor modelo para evaluar las políticas públicas dirigidas a la educación, sino ponderar sus alcances y limitaciones a través de un marco analítico que considera los aspectos técnicos y políticos de la evaluación.

Los estudios de las políticas públicas son contextuales por naturaleza, se realizan en un marco legal y político específicos. Si consideramos las interacciones

entre representantes de gobierno y actores sociales, el marco de análisis es el de gobernanza que centra la atención en cómo y quiénes toman decisiones.

Una primera aproximación de esta investigación fue comparar la evaluación de políticas de educación básica en varios países. Dentro de éstos destacó un grupo de países que desarrollan políticas que trascienden a las administraciones de gobierno; es decir, no son políticas de gobierno, sino políticas de Estado. Esto es, planean intervenciones de largo plazo que se acompañan con esquemas de evaluación.

■ Objetivos de la investigación

■ El propósito de este estudio fue analizar la racionalidad del proceso de evaluación como política pública. Es decir, determinar qué, quién, cómo y cuándo se evalúa la política educativa y, de esta manera, contrastar y aprender de las formas de organización del sector educativo en varios países. Este proceso de evaluación tiene características que derivan del contexto político de cada país.

Un segundo propósito fue destacar el papel de la evaluación como mecanismo para valorar el curso de acción de las políticas públicas. Es evidente su relevancia en la planeación educativa de largo plazo, cuyo curso de acción puede conducir a diferentes resultados. La evaluación de un plan en distintos momentos (líneas punteadas verticales en la **Figura 1**) indica qué tan cerca o lejos se está de cumplir con el plan educativo; es decir, sus posibles resultados.

■ Metodologías de investigación

■ En el campo de los estudios comparados se distinguen dos enfoques: el primero está presente en estudios a profundidad con algunos casos y muchas variables; el segundo, en estudios de regularidades de muchos casos con pocas variables; ésta es una distinción entre estudios cualitativos y cuantitativos.

Esta investigación realizó un estudio comparado a profundidad de tres países que realizan planeación de largo plazo para sus políticas educativas y que se evalúan en diferentes momentos. En la selección de

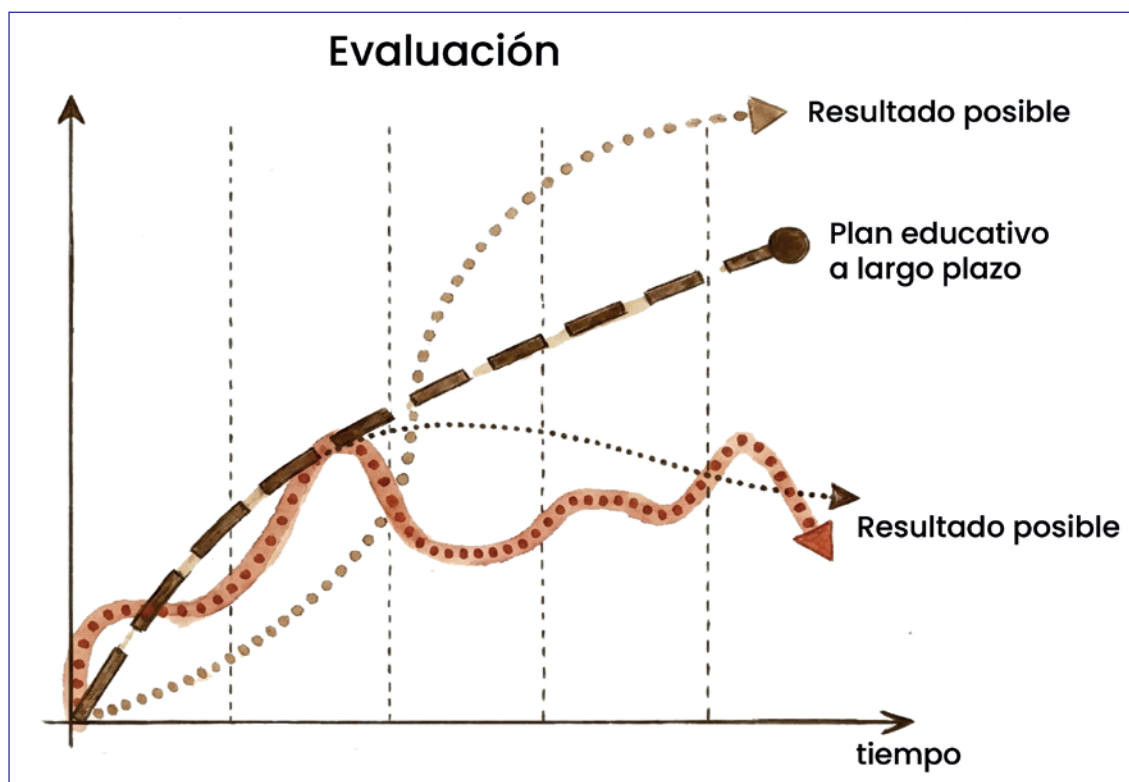


Figura 1. Plan educativo y sus momentos de evaluación en el largo plazo. El futuro planeado y los resultados posibles. Crédito: Claudia Santizo, Laura Flamand y Joaquín González Vázquez, con apoyo de la inteligencia artificial.



Nueva Gestión Pública

Enfoque que conjunta prácticas de gobierno y de gestión inspiradas en prácticas del sector privado como la de evaluar la gestión con base en el desempeño y resultados en lugar del control; subcontratar servicios en lugar de proveerlos, y una inversión privada complementaria a la pública. Sus principios se basan en descentralizar decisiones, delegar y separar lo estratégico de lo operativo.

países se consideró la disponibilidad de documentos de política educativa y sus correspondientes evaluaciones. En Brasil se consideró el Plan Decenal 2014-2024; en Colombia, el Plan Decenal 2006-2016 y para Estados Unidos, el programa federal No Child Left Behind (Ningún Niño con Rezago) en el periodo 2002-2009.

Para realizar este estudio comparado se elaboró un modelo que recoge los criterios utilizados en las prácticas de evaluación de diversos países y organizaciones. Conjuntar estos criterios en un modelo permite destacar las perspectivas de gestión y de gobernanza en los países seleccionados en diversas dimensiones: a) *dimensión funcional*, preocupada por la efectividad y eficiencia de los procesos, así como por el impacto de resultados; b) *dimensión política*, que trata de la inclusión o participación de partes interesadas en las decisiones; c) *dimensión ética*, que se enfoca a los objetivos de equidad y, por tanto, asigna re-

ursos de manera preferente a la población en desventaja, con atención, también, a la diversidad poblacional; finalmente, d) la *dimensión instrumental*, que establece la forma en que se recaba y procesa la información.

Innovación en esta investigación

El modelo de análisis establece 20 criterios de evaluación, los cuales se asocian a perspectivas de la gestión pública establecidas en diferentes momentos. En la década de 1980, en Europa y Estados Unidos, en el gobierno se aplicaron prácticas inspiradas en la administración de empresas que se identifican como la **Nueva Gestión Pública**; con ello adquirió relevancia evaluar la efectividad y la eficiencia de la política pública. Una de esas prácticas fue la colaboración del gobierno con empresas y sociedad, lo que llevó, en la década de 1990, a formular un enfoque

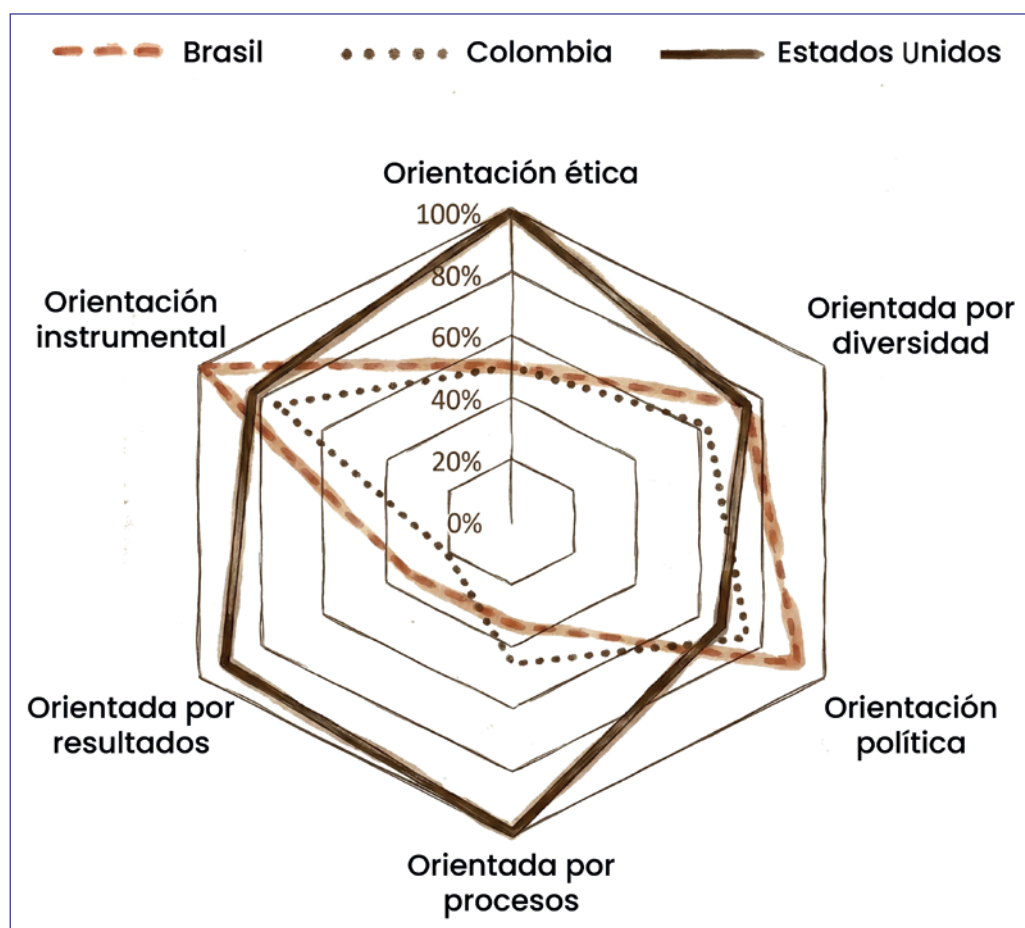


Figura 2. Políticas de evaluación ponderadas en función de orientaciones: ética, diversidad, política, de procesos, de resultados e instrumental. Crédito: Claudia Santizo, Laura Flamand y Joaquín González Vázquez, con apoyo de la inteligencia artificial.

de la **Nueva Gobernanza Pública**. Otra perspectiva se basa en el *enfoque de derechos*, donde adquieren relevancia los criterios de equidad, o bien la asignación de recursos a quien más los necesita, y la diversidad, o bien la atención a diferentes grupos de población; es decir, criterios que valoran el componente ético de las políticas públicas.

Los principios y valores de las perspectivas de gestión se pueden contraponer, pero también se complementan, pues enfocan la atención en diversos ángulos de una política pública. De esta manera, el modelo utilizado para analizar las políticas de evaluación de Brasil, Colombia y Estados Unidos ofrece una perspectiva ponderada que identifica la orientación de las políticas educativas. La **Figura 2** muestra los resultados de esta investigación, donde se pueden destacar los siguientes. En Estados Unidos, la evaluación del Programa Federal Ningún Niño con Rezago se-

ñala una orientación ética por sus objetivos específicos para atender a estudiantes en desventaja social y a diversos grupos de población, además de la importancia de evaluar resultados y procesos. En Brasil destaca la orientación política por la participación de sindicatos, empresas, asociaciones profesionales, académicos y organizaciones de la sociedad civil, tanto en la planeación como en la evaluación de la política sectorial. En Colombia, el plan educativo nacional no tuvo un carácter obligatorio, razón por la cual, la evaluación se enfocó en revisar si los objetivos nacionales se consideraban en los planes locales.

Incidencia social

La evaluación educativa es un tema de debate público, por la forma en que se realiza y por el uso e interpretación de sus resultados. La organización de la

Nueva Gobernanza Pública

La gobernanza alude a las acciones para dirigir la sociedad. Desde esta perspectiva, los propósitos y el diseño de las acciones de gobierno no son responsabilidad única de los actores gubernamentales, sino que implican abrir espacios para el concurso de actores privados y sociales en la elaboración y ejecución de políticas para atender asuntos públicos.

evaluación, sus momentos y las formas de participación de los interesados expresan el tipo de relaciones políticas en cada país. La interpretación de los resultados es un tema de debate político, no sólo técnico. En particular, por la valoración de aprendizajes del alumnado y por el desempeño de los docentes.

Discutir la evaluación de la política pública en sus dimensiones ética, política y funcional contribuye a ordenar el debate público y a reducir el ruido causado, en muchas ocasiones, por la confusión en el uso de conceptos, momentos y objetivos de la evaluación. Así, por ejemplo, la efectividad en el cumplimiento de objetivos es un criterio de gestión que no excluye propósitos éticos o de participación. De igual manera, evaluar procesos es diferente a evaluar personas o, en otros términos, los instrumentos de evaluación cumplen propósitos operativos y no políticos.

Los objetivos de la evaluación ayudan a centrar el debate público en torno a temas de fondo. El objetivo ético en cuanto a equidad y diversidad para cerrar brechas causadas por desventajas sociales y culturales, o bien la participación como mecanismo para mejorar las decisiones de gobierno, son temas para los que hay múltiples formas de implementación, pero lo relevante es transparentar las consecuencias de las decisiones.

El estudio de las políticas de evaluación tiene como propósito identificar las condiciones políticas y funcionales que facilitan la implementación de las prácticas más efectivas, y constituye un medio para aprender y mejorar la elaboración de las políticas educativas. En el fondo, permite adaptarlas a las condiciones políticas, económicas, legales, sociales y culturales de México.

Claudia A. Santizo Rodal

Universidad Autónoma Metropolitana.

csantizo@cua.uam.mx

Laura Flamand Gómez

El Colegio de México, A. C.-Centro de Estudios Internacionales.

lflamand@colmex.mx

Lecturas recomendadas

- Aguilar, L. F. (2010), *Gobernanza: El nuevo proceso de gobernar*, Fundación Friedrich Naumann para la Libertad. Disponible en: http://red.sevilladolid.mx/pdf/20150713120009871783Aguilar%20Luis_Gobernar%20el%20nuevo%20proceso%20de%20gobernar.pdf, consultado el 23 de febrero de 2026.
- Mesa de monitoreo, seguimiento y evaluación de la Comisión Gestora del PNDE 2016-2026 (2019), *Estrategia de Monitoreo y Evaluación del Plan Nacional Decenal de Educación 2016-2026*, Bogotá, Ministerio de Educación Nacional. Disponible en: https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-392916_recurso_1.pdf, consultado el 23 de febrero de 2026.
- Iaies, G. (2003), *Evaluar las evaluaciones. Una mirada política acerca de las evaluaciones de la calidad educativa*, París, IIEP-UNESCO. Disponible en: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000142330/PDF/142330spa.pdf.multi>, consultado el 23 de febrero de 2026.
- NCEE (2007), *National Assessment of Title I. Final Report. Summary of Key Findings*, Washington D. C., Institute of Education Sciences, National Center for Education Evaluation and Regional Assistance. Disponible en: <https://ies.ed.gov/ncee/2025/01/20084014rev-pdf>, consultado el 23 de febrero de 2026.
- Ribeiro da Silva, M. y C. Barcelos M. Abreu (2008), "Política educativa: La reforma brasileña y sus resultados según el rendimiento de los estudiantes", *Theoria*, 18:141-155. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/124/12401810.pdf>, consultado el 23 de febrero de 2026.