

Sapiens+

Ciencia, Tecnología e Innovación

Nuestra Comunidad Científica

Dra. Yolocuauhtli Salazar
Muñoz

Dr. Rubén Francisco González
Laredo

Artículos de Divulgación

Arsénico, el veneno invisible
y a veces colorido ¿Cómo y de
dónde llega a nosotros?

Bacterias infecciosas que
puede transmitir la garrapata
del perro al ser humano en la
Comarca Lagunera

Calidad del Agua y Salud
Mental: Lo que no vemos
también importa. Elementos
potencialmente tóxicos y su
relación con la salud mental

Como la Biología Molecular
ayuda a prevenir y mitigar
problemas de salud por la
contaminación ambiental

La Electrónica Transforma
el Monitoreo de Procesos:
Innovación en Biotecnología

¿Por qué Aristóteles se
enfrentó a Platón?



DI REC TO RIO

SAPIENS+

AÑO 7, NÚMERO 18. LA PERIODICIDAD DE LAS PUBLICACIONES ES CUATRIMESTRAL

LOS ARTÍCULOS PUBLICADOS EN ESTA REVISTA, EXPRESAN LA OPINIÓN DE SUS AUTORES Y NO REPRESENTAN FORZOSAMENTE EL PUNTO DE VISTA DEL CONSEJO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DEL ESTADO DE DURANGO (COCYTED), LAS IMÁGENES INCLUIDAS EN LOS ARTÍCULOS SON RESPONSABILIDAD DEL AUTOR(A) O LOS AUTORES(AS).

CORREO DE CONTACTO:
SAPIENS.COCYTED@GMAIL.COM.

DR. ESTEBAN ALEJANDRO VILLEGAS VILLARREAL
GOBERNADOR DEL ESTADO DE DURANGO

DR. JOSÉ GUILLERMO ADAME CALDERÓN
SECRETARIO DE EDUCACIÓN DE DURANGO

DR. JOSÉ BETANCOURT HERNÁNDEZ
DIRECTOR GENERAL DEL COCYTED

C.P. CÉSAR ERNESTO MARTÍNEZ GUERRERO
DIRECTOR DE ADMINISTRACIÓN Y PLANEACIÓN DEL COCYTED

M.C. SOFÍA CARRILLO LECHUGA
DIRECTORA REGIONAL LAGUNA

DRA. BLANCA DENÍS VÁZQUEZ CABRAL
JEFA DEL DEPARTAMENTO DE DESARROLLO CIENTÍFICO

MME. JORGE ENRÍQUE CANTELLANO VARGAS
JEFE DEL DEPARTAMENTO DE DIFUSIÓN Y DIVULGACIÓN DE LA CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

COMITÉ EDITORIAL

RUBÉN FRANCISCO GONZÁLEZ LAREDO
PRESIDENTE DEL COMITÉ

MIEMBROS DEL COMITÉ
MARÍA DEL SOCORRO GONZÁLEZ ELIZONDO
MARIBEL CERVANTES FLORES
MARÍA DE LA LUZ SÁNCHEZ SOTO
ANA IRIS MURGUÍA HERNÁNDEZ
GERARDO DANIEL DE LEÓN MATA
JESÚS BERNARDO PÁEZ LERMA
VERÓNICA CERVANTES CARDOZA
VERÓNICA LOERA CASTAÑEDA
ITZA NALLELY CORDERO SOTO

BLANCA DENÍS VÁZQUEZ CABRAL
COORDINADORA EDITORIAL DE LA REVISTA SAPIENS+

ADAN EDMUNDO MARTÍNEZ ROSAS
DISEÑO EDITORIAL

COCYTED
BLVD. GUADIANA NO. 123 FRACC. LOS REMEDIOS, C.P. 34100. DURANGO, DURANGO.
TEL. 618 812 9238, 618 813 3528 Y 618 688 5447

COCYTED LAGUNA
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE GÓMEZ PALACIO, CARRETERA EL VERGEL - LA TORREÑA,
KM. 0+820, LOCALIDAD DE EL VERGEL, GOMEZ PALACIO, DURANGO. TEL. 871 725 8601

CONTENIDO

NUESTRA COMUNIDAD CIENTÍFICA

Dra. Yolocuauhtli Salazar Muñoz *Pág. 7*

Dr. Rubén Francisco González Laredo *Pág.9*

COMENTARIO ESPECIAL 30 AÑOS DEL COCYTED

Por: Dr. Ricardo Morales Corral *Pág. 13*

ARTÍCULOS CIENTÍFICOS Y DE DIVULGACIÓN

Arsénico, el veneno invisible y a veces colorido ¿Cómo y de dónde llega a nosotros? *Pág. 16*

Bacterias infecciosas que puede transmitir la garrapata del perro al ser humano en la Comarca Lagunera *Pág. 21*

Calidad del Agua y Salud Mental: Lo que no vemos también importa. Elementos potencialmente tóxicos y su relación con la salud mental *Pág. 27*

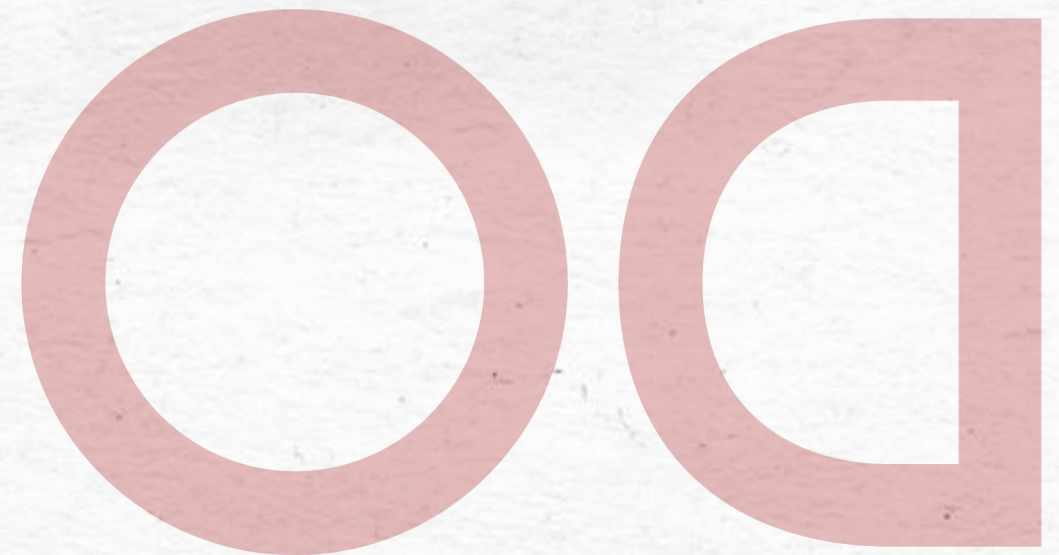
Como la Biología Molecular ayuda a prevenir y mitigar problemas de salud por la contaminación ambiental *Pág. 34*

La Electrónica Transforma el Monitoreo de Procesos: Innovación en Biotecnología *Pág. 39*

¿Por qué Aristóteles se enfrentó a Platón? *Pág. 43*

ACTIVIDADES COCYTED

Pag. 47



EDITORIAL

En esta nueva edición de Spiens+, se reúnen investigaciones y reflexiones que, desde distintas disciplinas, tienen un punto de encuentro: la necesidad de observar, cuestionar, investigar y generar conocimiento. El recorrido comienza con un elemento tan cotidiano como el agua, pero cuya composición puede representar importantes desafíos para la salud. “Arsénico, el veneno invisible y a veces colorido: ¿cómo y de dónde llega a nosotros?” nos acerca a uno de los contaminantes que ha despertado especial interés científico y social. Su presencia en determinados ambientes puede pasar inadvertida, recordándonos que la apariencia de un recurso no siempre revela aquello que contiene. Por otro lado, detrás de un organismo aparentemente pequeño existe una compleja interacción entre animales, microorganismos, ambiente y seres humanos, estudiar estas relaciones permite identificar riesgos, fortalecer la vigilancia epidemiológica y promover medidas de prevención, particularmente en regiones donde las condiciones ambientales favorecen la presencia de estos vectores.

Pero la relación entre ambiente y salud no termina en las enfermedades que tradicionalmente reconocemos. La calidad de los recursos naturales puede tener implicaciones que van mucho más allá de lo visible. “Calidad del Agua y Salud Mental: Lo que no vemos también importa. Elementos potencialmente tóxicos y su relación con la salud mental” invita a ampliar nuestra mirada y reconocer que el bienestar humano es resultado de múltiples factores. En esa búsqueda por comprender los efectos de la contaminación, la Biología Molecular representa una herramienta de enorme relevancia. El análisis de procesos que ocurren a escala molecular permite identificar alteraciones, comprender mecanismos biológicos y generar estrategias que contribuyan a prevenir o mitigar problemas de salud asociados con la contaminación ambiental.

La innovación tecnológica constituye otro de los grandes protagonistas de esta edición. La incorporación de la Electrónica al monitoreo de procesos en Biotecnología demuestra cómo la colaboración entre diferentes áreas del conocimiento puede generar nuevas soluciones. La convergencia entre electrónica, biología e ingeniería representa una muestra de cómo las fronteras entre disciplinas son cada vez más flexibles cuando existe un objetivo común: resolver problemas. Y porque la ciencia no solamente mira hacia el futuro, esta edición también propone una mirada hacia el pasado. ¿Por qué Aristóteles se enfrentó a Platón? nos lleva a los orígenes del pensamiento filosófico occidental y nos recuerda que la construcción del conocimiento también nace del cuestionamiento, del debate y de la confrontación de ideas.

Así, los temas de esta edición pueden parecer, a primera vista, muy diferentes entre sí; un elemento tóxico presente en el ambiente, una garrapata y las bacterias que puede transmitir, la calidad del agua y la salud mental, la Biología Molecular, la electrónica aplicada a la biotecnología y una discusión filosófica de la Antigua Grecia. Sin embargo, todos comparten una misma esencia: la curiosidad por comprender aquello que todavía no conocemos por completo.

Dr. José Betancourt Hernández

Director General del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Durango

NUESTRA CADA UNO MOOCIENTÍFICA

DRA. YOLOCUAUHTLI SALAZAR MUÑOZ

Con una trayectoria marcada por la disciplina, la colaboración y la mejora continua, la Dra. Yolocuauhtli se distingue por su capacidad para reconocer y potenciar las competencias de quienes la rodean. Su enfoque en la inteligencia emocional aplicada al trabajo colaborativo le ha permitido integrarse con éxito en grupos de investigación y redes internacionales, consolidando una práctica profesional basada en el diálogo, la concertación y la construcción de acuerdos estratégicos.

Su labor va más allá de la generación de conocimiento: se centra en su transferencia y en la formación de nuevas generaciones. A través de la escucha activa y el intercambio constante con colegas y estudiantes, ha construido un entorno académico donde el aprendizaje es bidireccional. Comprometida con los estándares de calidad educativa, su trabajo también contribuye al fortalecimiento institucional y al posicionamiento de los programas académicos ante organismos evaluadores externos. El equilibrio entre la vida personal y profesional es, para ella, un componente esencial de su desempeño. Gestiona su tiempo considerando tres dimensiones fundamentales: la profesional, con límites claros que favorecen la productividad; la familiar, donde prioriza la convivencia y el tiempo de calidad; y la personal, enfocada en el autocuidado físico y emocional.

En este sentido, la atención plena se convierte en su principal herramienta para mantener armonía entre sus múltiples responsabilidades.

Fuera del ámbito académico, encuentra en la natación, la lectura de novela histórica y las excursiones familiares al aire libre espacios de bienestar y reconexión, que fortalecen su energía para afrontar los retos profesionales.

Su incursión en la investigación científica y tecnológica surgió de una profunda curiosidad por la instrumentación analítica y los principios fisicoquímicos que rigen los equipos de laboratorio. Este interés evolucionó hacia la ingeniería electrónica y posteriormente hacia la ingeniería biomédica, área en la que ha encontrado un amplio campo de aplicación para el desarrollo de sistemas de medición orientados al diagnóstico, la estimación y la predicción de procesos biológicos. En años recientes, su enfoque se ha ampliado hacia procesos biotecnológicos, manteniendo siempre un vínculo con el impacto en la salud y el bienestar. Entre las mayores satisfacciones de su carrera destaca la formación de capital humano. Para ella, el verdadero logro radica en el éxito de sus estudiantes y en el impacto que el conocimiento compartido tiene en su desarrollo profesional.

Su trabajo de investigación, centrado en la instrumentación y el modelado de procesos biológicos, genera impactos concretos en el estado de Durango. En el ámbito económico, contribuye a la optimización de procesos biotecnológicos —como las fermentaciones alcohólicas— fortaleciendo la competitividad de productos regionales. En el ámbito ambiental, el estudio del crecimiento de microalgas abre posibilidades para el tratamiento sostenible de aguas residuales y otras estrategias de mitigación.

A corto plazo, su principal objetivo es consolidar un grupo de investigación interdisciplinario, particularmente en el contexto de la reciente apertura de la carrera de Ingeniería Biomédica en el Instituto Tecnológico de Durango. La meta es establecer vínculos estratégicos que impulsen el desarrollo de tecnologías para el diagnóstico temprano y terapias innovadoras, con impacto directo en los indicadores de salud de la población.

Finalmente, señala que el fortalecimiento de la investigación en la región requiere de un liderazgo institucional sólido, capaz de garantizar recursos e infraestructura adecuados. Solo así será posible construir un ecosistema científico robusto que fomente la innovación, retenga talento y evite la migración de investigadores altamente calificados.



**DR. RUBÉN
FRANCISCO
GONZÁLEZ
LAREDO**

***Ganador del Premio
Estatual de Ciencia,
Tecnología e Innovación
Durango 2025***

***Ex-Director del Consejo de
Ciencia y Tecnología del
Estado de Durango***

***Mensaje de
agradecimiento y
recepción del Premio***

“**R**ecibo este honor con profunda gratitud y gran humildad. Lo hago a nombre de todas y todos los galardonados que hoy vemos reconocidos distintos momentos de una misma vocación: desde quienes reciben un premio por su tesis de maestría o doctorado, hasta quienes hemos dedicado décadas a construir conocimiento. Hoy somos personas diferentes, provenientes de Instituciones distintas y de disciplinas muy diversas, sin embargo, todos compartimos algo que pocas veces aparece en las ceremonias de premiación. Compartimos años de incertidumbre, experimentos que no funcionaron, hipótesis equivocadas, artículos rechazados, proyectos que parecían imposibles, horas robadas al descanso y a la familia; porque la investigación no avanza únicamente por los grandes descubrimientos, avanza sobre todo, gracias a la perseverancia silenciosa.

En estos treinta años del COCyTED, hemos aprendido que construir una comunidad científica, requiere mucho más que recursos e infraestructura; requiere confianza, requiere instituciones, requiere maestros guías y requiere de una sociedad que comprenda que invertir en ciencia no es un gasto, sino una decisión sobre el futuro. Hoy celebramos treinta años de una institución que ha acompañado a generaciones enteras de Investigadores duranguenses, esa historia también pertenece a quienes la iniciaron, la fortalecieron y la han sostenido hasta nuestros días; a todos ellos, nuestro reconocimiento y nuestra gratitud.

Hace algún tiempo, leyendo a Albert Camus, encontré

una frase que se me ha quedado en la mente: “*el éxito es fácil de obtener; lo difícil es merecerlo*”, esta frase nos invita a reflexionar profundamente sobre nuestra profesión. Vivimos una época en la que todo parece medirse, se cuentan artículos, se cuentan citas, se cuentan proyectos, indicadores y sin duda las métricas son necesarias. Pero hay algo que nunca podrá medirse, nunca habrá un índice que cuantifique la honestidad intelectual y el pensamiento crítico; no existe un factor de impacto para el comportamiento ético, no hay algoritmo capaz de medir la generosidad y entrega al formar nuevos investigadores que superen a sus maestros; no existe una métrica para la paciencia de quien dedica años a una pregunta de investigación y cuya respuesta se desconoce. Quizá por eso, la investigación sigue siendo, antes que una profesión, una forma de vivir y una forma de servir, servir a la verdad, a nuestros estudiantes y tesisistas y a nuestra sociedad. Porque el conocimiento que no mejora la vida de las personas termina perdiendo su razón de ser.

Los investigadores sabemos que el fracaso no es lo contrario al éxito, es parte del método, cada resultado, aunque negativo, bien documentado, puede evitar que alguien vuelva a recorrer el camino equivocado. Cada duda honesta fortalece la ciencia. Cada generación forma a la siguiente, ese es el verdadero legado; por ello, dirijo estas palabras muy especialmente a los jóvenes, disfruten este momento, pero no permitan que el reconocimiento se convierta en el propósito, que los premios sean la consecuencia, no el objetivo, que el prestigio no sea mas importante que la verdad.



“

Que ninguna presión por publicar, por competir o por acumular indicadores los haga renunciar a la curiosidad que los mantiene aquí, porque las publicaciones envejecen, las tecnologías cambian, las métricas se actualizan, pero la integridad intelectual permanece; y esta al final, es el patrimonio más valioso de un investigador.

El mérito no pertenece solamente a quien sube a un escenario, pertenece también a nuestras familias, que comprendieron nuestras frecuentes ausencias, a nuestros estudiantes, que nos obligan a seguir aprendiendo, a nuestros colegas que cuestionaron nuestras ideas para hacerlas mejores, a nuestros mentores que creyeron en nosotros cuando apenas comenzábamos y las Instituciones públicas que entendieron que el conocimiento es una inversión permanente en el desarrollo.

La ciencia nos enseña que ninguna respuesta es definitiva, cada descubrimiento abre nuevas preguntas, quizá lo mismo ocurre con la vida. Los reconocimientos no representan una meta alcanzada, representan una responsabilidad renovada; la responsabilidad de seguir investigando con rigor, de seguir enseñando con generosidad, seguir formando personas libres y pensantes y de seguir buscando la verdad con la misma pasión con la que iniciamos este camino.

”

COCYTED ~ 30 AÑOS

SAPIENS+

“

**POR: DR. RICARDO MORALES CORRAL,
SUBSECRETARIO DE ADMINISTRACIÓN Y
PLANEACIÓN DE LA SEED.**

Celebramos dos acontecimientos de gran relevancia; por una parte, la entrega del Premio Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación 2025, un reconocimiento al talento, la creatividad y la dedicación de mujeres y hombres que, con su conocimiento y compromiso, contribuyen a resolver desafíos, generar oportunidades y construir un mejor futuro para Durango.

Por otra, conmemoramos el 30 aniversario del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Durango, una institución que durante tres décadas ha impulsado la formación de capital humano, la investigación científica, el desarrollo tecnológico y la vinculación entre la academia, el sector productivo y el gobierno.

Estos treinta años representan el esfuerzo de

muchas generaciones de investigadoras, investigadores, docentes, estudiantes y servidores públicos que han hecho de la ciencia una herramienta para el progreso y el bienestar de nuestra sociedad. En el gobierno del estado existe la convicción de que invertir en ciencia, tecnología e innovación es una decisión estratégica para fortalecer la competitividad, diversificar nuestra economía, impulsar el emprendimiento y ofrecer mejores oportunidades para las presentes y futuras generaciones. A quienes reciben este reconocimiento, les expreso una sincera felicitación. Su trabajo es motivo de orgullo para Durango y constituye un ejemplo para nuestras niñas, niños y jóvenes, quienes encontrarán en ustedes una inspiración para seguir el camino del conocimiento, la investigación y la innovación.

Asimismo, expreso un amplio reconocimiento al COCYTED por estos treinta años de servicio, así como a todas las instituciones de educación superior, centros de investigación, empresas y organismos que han sumado esfuerzos para consolidar un ecosistema de innovación cada vez más sólido en nuestro Estado.

Que esta ceremonia sea también una oportunidad para renovar nuestro compromiso de seguir construyendo puentes entre el conocimiento y el desarrollo, convencidos de que las mejores soluciones nacen cuando sociedad, academia, iniciativa privada y gobierno trabajan con un mismo propósito. Muchas felicidades a las y los galardonados, y enhorabuena por estos primeros treinta años del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Durango.

- Mensaje con motivo de la Ceremonia de entrega del Premio Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación Durango 2025 y Ceremonia de Conmemoración del 30 Aniversario del COCYTED

”

Arsénico,

el veneno invisible y a veces colorido ¿Cómo y de dónde llega a nosotros?

Constantemente escuchamos que el arsénico (As) es un elemento tóxico para los seres humanos y que puede encontrarse en el suelo, el agua y a veces en el aire. Sin embargo, surgen las dudas: ¿Cómo llega ese arsénico ahí? ¿Es debido a un fenómeno natural inevitable o los seres humanos somos responsables de su presencia en el ambiente como ocurre con otros contaminantes? Responder a esto es complicado, pues depende de diversos factores, incluyendo la región geográfica, los tipos de suelos y formaciones geológicas, los ecosistemas presentes,

las actividades económicas y las condiciones demográficas.

Fuentes naturales

Geográficamente, existe una región en el planeta denominada “Cinturón de Fuego” que se extiende desde las costas del Pacífico en algunos países de Oceanía y Asia hasta la costa oeste de América (Figura 1). Esta región es conocida por tener una alta actividad sísmica y volcánica, lo que también la convierte en un área con diversas fuentes naturales de liberación del arsénico a través de la meteorización de minerales, la erosión de rocas y la mezcla de

fluidos geotérmicos con agua subterránea [1].

En México, las concentraciones más altas de arsénico en el agua subterránea se encuentran al norte y centro del país, especialmente en zonas áridas y semiáridas de estados como Baja California Sur, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí e Hidalgo, donde las condiciones químicas del agua subterránea contribuyen a la liberación del arsénico de los minerales, y la alta tasa de evaporación lo concentra en los acuíferos [2].

Luz Idalia Valenzuela García¹, Víctor Manuel Ayala García², Elizabeth Cisneros Lozano² y María Teresa Alarcón Herrera³

¹ Centro de Investigación en Materiales Avanzados, Subsede Durango.

² Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Juárez del Estado de Durango, Unidad Durango.

³ Centro de Investigación en Materiales Avanzados, Subsede Durango.

teresa.alarcon@cimav.edu.mx

Abajo: Figura 1. Cinturón de Fuego del Pacífico y Estados de México con arsénico alto en agua.

Otro factor importante en la dinámica del arsénico en el agua y el suelo son los microorganismos y plantas presentes (Figura 2). En algunos lugares como la región Delta de Bengala, la presencia de bacterias reductoras de hierro puede liberar arsénico del sedimento contribuyendo con la contaminación de las aguas subterráneas [3]. En cuanto a las plantas, diversas especies, tienen la capacidad de captar el arsénico presente en el agua o el suelo y acumularlo en raíces tallos, hojas, frutos e incluso semillas. Esta capacidad puede ser útil para disminuir las concentraciones en el suelo, evitando que lleguen al agua. Sin embargo, diversos cultivos alimenticios son capaces de acumularlo en partes comestibles de estos, incrementando la exposición a través de la cadena alimenticia [4].

Impacto de las Actividades Humanas
No se puede negar la contribución de la acción humana a la contaminación por arsénico. El arsénico ha sido usado desde la antigüedad para diversos fines, como la fabricación de pigmentos. Los egipcios y griegos usaban minerales de arsénico coloridos como el realgar y el oropimente para hacer murales.

Compuestos arsenicales con cobre se usaron en pinturas de barcos para evitar la corrosión y en Europa fue muy popular el colorante “Verde París” en tapices y en obras de famosos pintores como Theodore Rousseau y Vincent van Gogh (Figura 3) [5]. Sin embargo, estos pigmentos en contacto con la humedad y el aire producían arsina, un gas altamente tóxico que ocasionó numerosas muertes. Otros compuestos arsenicales

fueron usados en la imprenta, curtido de pieles y en pirotecnia. En la actualidad, compuestos de arseniato de cobre y cromo se usan para evitar la degradación de la madera por microorganismos e insectos. Sin embargo, si esta madera es quemada puede liberarse arsénico en su forma más tóxica.

En el sector agrícola y ganadero hay varios compuestos de arsénico que son empleados precisamente para evitar microorganismos e insectos indeseables, siendo un riesgo inminente de contaminación a los alimentos. Compuestos como metilarsénico y dimetilarsénico sirven como herbicidas para el control de malezas de diversos cultivos. En ganadería, compuestos de arsénico como la roxarsona se usan mezclados con el alimento de los pollos para eliminar parásitos y hacerlos ganar peso, sin embargo, el arsénico de las heces de los

pollos es altamente soluble y puede llegar al agua o a los cultivos cuando se usa como abono [4].

En la medicina humana, algunos compuestos arsenicales como el melarsoprol, la solución de Donovan y la arsefamina se emplearon para tratar enfermedades parasitarias y sífilis. Actualmente la mayoría han sido reemplazados por antibióticos, continuando solo el uso de óxidos de arsénico para el tratamiento de leucemias [1].

En cuanto a actividades industriales, el arsénico es útil en la fabricación de vidrio, en metalurgia para aumentar la resistencia al calor de aleaciones y en la industria textil para acelerar el secado e insolubilidad de tintes. Adicionalmente el crecimiento de la industria electrónica ha potenciado el uso de semiconductores de arsénico para las telecomunicaciones y paneles

solares con celdas fotovoltaicas, empleándose compuestos como arseniuro de galio, arseniuro de indio, y fosfuro de arsénico [1]. Durante procesos de extracción y procesamiento de combustibles fósiles como carbón y petróleo pueden liberarse especies volátiles de arsénico al aire, que al condensarse regresan a lagos, ríos y océanos con la lluvia [1,4]. El uso más deplorable del arsénico en la historia ha sido con fines bélicos. Durante la Primera y Segunda Guerra Mundial, compuestos clorados de arsénico denominados Clark I, Clark II y Lewisita fueron usados como armas químicas para intoxicar personas, dado que estos compuestos son capaces de generar graves e inmediatos daños al cuerpo humano, al absorberse por la piel, por inhalación o por ingestión.

Afortunadamente, este tipo de armas quedaron prohibidas gracias

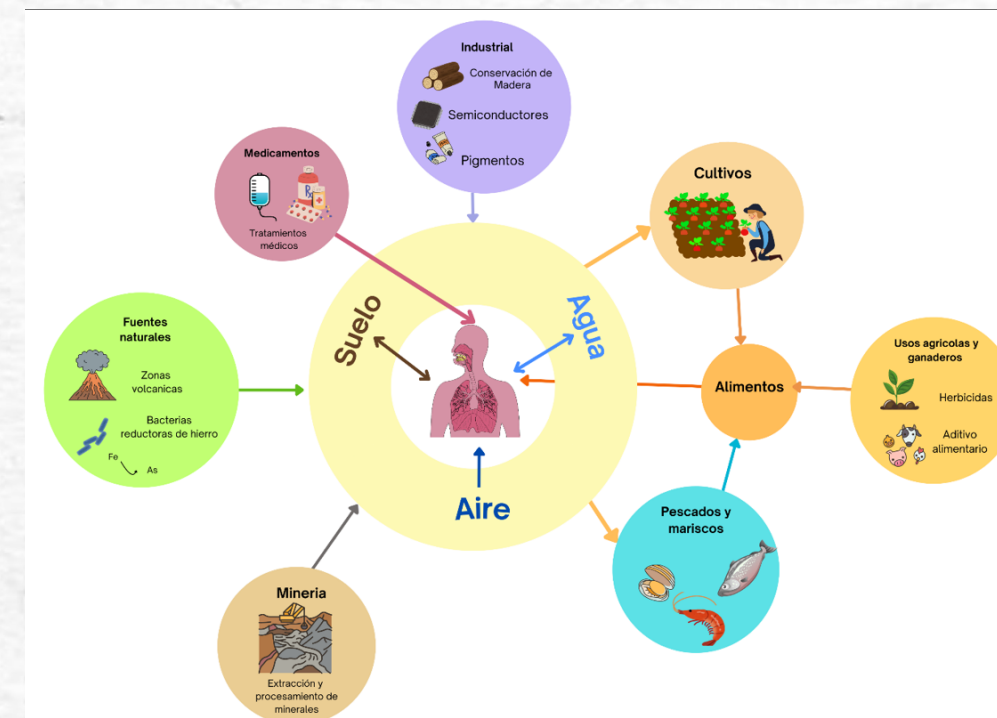
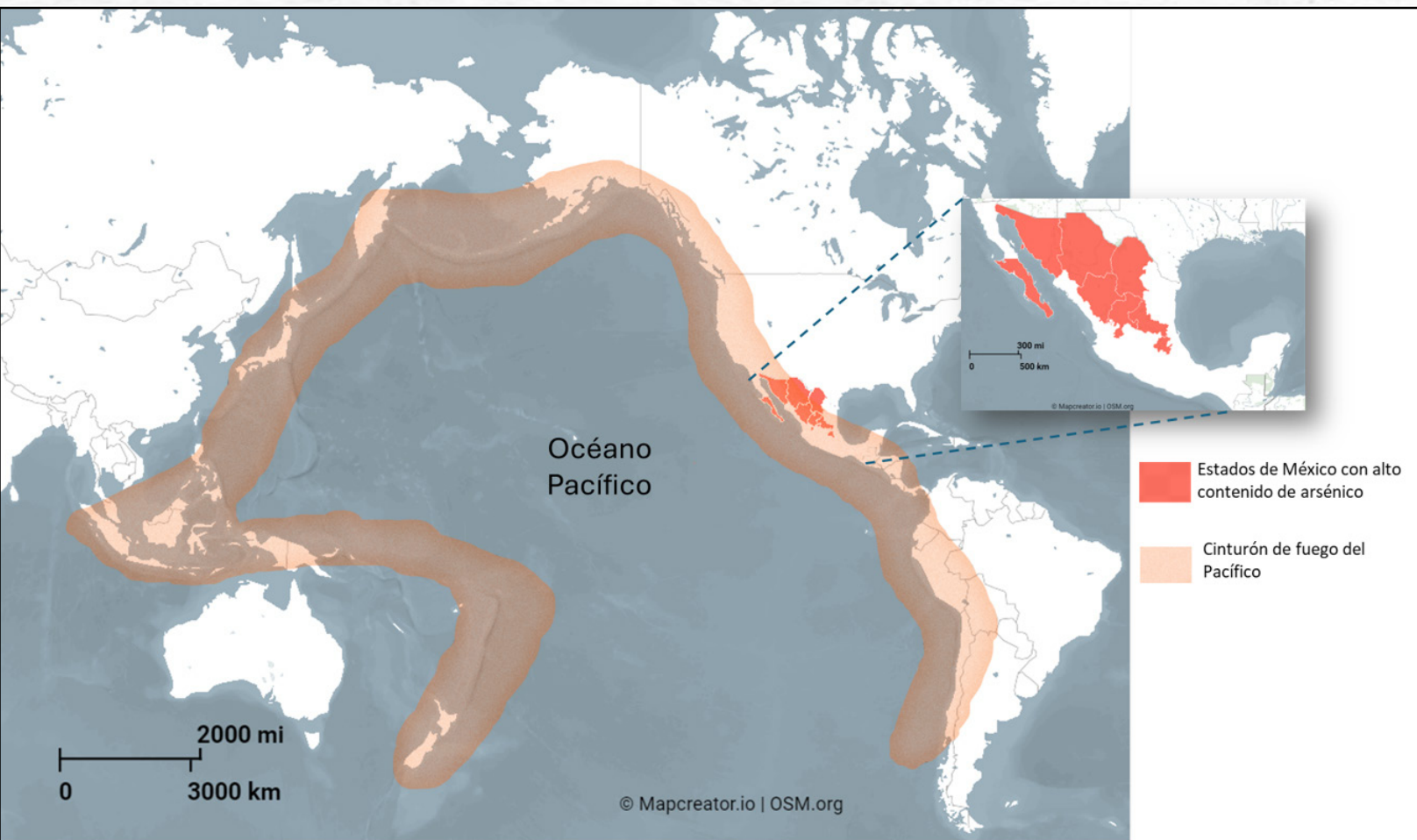


Figura 2. Fuentes de exposición humana al arsénico y su origen.

Abajo: Figura 3. Pintura de Van Gogh hecha con Verde Paris "El interior de un restaurante"

a acuerdos internacionales como el protocolo de Ginebra de 1925, la Convención sobre armas Químicas (CAQ) de 1993 y la supervisión y verificación internacional.

Finalmente, es necesario considerar la actividad minera, la cual va estrechamente relacionada con la contaminación natural, ya que en las regiones donde naturalmente existe alta abundancia de minerales de arsénico, el problema se exagera con la minería, ya que el arsénico está comúnmente presente con otros elementos económicamente más preciados como el oro, el cobre, la plata, el zinc, el antimonio, el bismuto, el platino y el hierro. Es así como, durante las labores

de minería para la extracción de esos elementos, los fluidos ácidos empleados solubilizan arsénico, el cual puede contaminar las aguas subterráneas [2].

Aunado a esto, ya sea por efecto de la contaminación natural o antropogénica, en asentamientos urbanos con problemas de arsénico en el agua de consumo humano, el inadecuado tratamiento de las aguas residuales puede conducir a un incremento de la concentración de As en los sitios de descarga, debido a que el mecanismo de detoxificación de arsénico del cuerpo humano convierte el arsénico inorgánico en formas metiladas de este para eliminarlo por la orina [1].

La importancia del monitoreo del As en el ambiente

Las fuentes de exposición humana al arsénico son muy variadas y a menudo es una sumatoria de ellas (Figura 2). Es imprescindible realizar análisis de riesgo y monitoreos constantes en sitios con condiciones propicias para la aparición de intoxicaciones por arsénico, para tomar medidas preventivas que ayuden a evitar exposición y dispersión de la contaminación. Aunque existen técnicas analíticas muy precisas que permiten determinar el As y sus especies químicas, el alto costo y especialización de operación dificultan el monitoreo frecuente.

Por ello en nuestro grupo de investigación, estamos trabajando en el desarrollo de biosensores para arsénico basados en la bacteria *Bacillus subtilis*, con modificaciones genéticas para emitir señales coloridas cuando detecte arsénico ya sea en forma orgánica o inorgánica. Este tipo de biosensores permitirá disminuir costos y tiempos de monitoreo de contaminación por arsénico, con el potencial de convertirlos en herramientas de campo de fácil transporte y uso.



Referencias

- [1] H. Masuda, Arsenic cycling in the Earth's crust and hydrosphere: interaction between naturally occurring arsenic and human activities, *Prog Earth Planet Sci* 5 (2018). <https://doi.org/10.1186/s40645-018-0224-3>.
- [2] J. Bundschuh, J. Schneider, M.A. Alam, N.K. Niazi, I. Herath, F. Parvez, B. Tomaszewska, L.R.G. Guilherme, J.P. Maity, D.L. López, A.F. Cirelli, A. Pérez-Carrera, N. Morales-Simfors, M.T. Alarcón-Herrera, P. Baisch, D. Mohan, A. Mukherjee, Seven potential sources of arsenic pollution in Latin America and their environmental and health impacts, *Science of the Total Environment* 780 (2021). <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146274>.
- [3] Z. Hassan, M. Sultana, B.M. van Breukelen, S.I. Khan, W.F.M. Röling, Diverse arsenic-and iron-cycling microbial communities in arsenic-contaminated aquifers used for drinking water in Bangladesh, *FEMS Microbiol Ecol* 91 (2015). <https://doi.org/10.1093/femsec/fiv026>.
- [4] M.K. Upadhyay, A. Shukla, P. Yadav, S. Srivastava, A review of arsenic in crops, vegetables, animals and food products, *Food Chem* 276 (2019). <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.10.069>.
- [5] K. Keune, J. Mass, A. Mehta, J. Church, F. Meirer, Analytical imaging studies of the migration of degraded orpiment, realgar, and emerald green pigments in historic paintings and related conservation issues, *Herit Sci* 4 (2016). <https://doi.org/10.1186/s40494-016-0078-1>.

Bacterias infecciosas

que puede transmitir
la garrapata del perro
al ser humano en la
Comarca Lagunera

Las garrapatas son de gran importancia en el ámbito de la salud humana debido a su capacidad de transmitir diversos patógenos causantes de enfermedades infecciosas. Estos ectoparásitos se alimentan de la sangre de una amplia variedad de animales y del ser humano. El aumento de casos de enfermedades transmitidas por garrapatas ha provocado una creciente preocupación entre las autoridades e investigadores de salud pública de

varias partes del mundo. El riesgo de exposición humana a picaduras de garrapatas y posteriores infecciones ha aumentado en muchos países en las últimas décadas, en parte debido a factores como el cambio climático, la alteración del hábitat y la expansión de las poblaciones de garrapatas a nuevas regiones geográficas. La garrapata marrón del perro (*Rhipicephalus sanguineus*; Fig.1) ha ganado considerable atención debido a su amplia distribución, su capacidad

para alimentarse de una gran variedad de hospederos y su potencial para transmitir patógenos tanto a animales como a humanos. Actualmente, se distribuye en gran parte del mundo incluyendo América del Norte, América del Sur, Europa, Asia, África y Australia. Esta distribución expansiva se atribuye a su adaptabilidad a diversas condiciones climáticas y a su preferencia por parasitar perros que a menudo se encuentran muy cerca de las poblaciones humanas. En México, esta garrapata se encuentra presente en prácticamente todo el territorio siendo uno de los ectoparásitos más importantes en salud pública.

Las nuevas tecnologías moleculares de secuenciación masiva han revolucionado la determinación taxonómica de bacterias en cualquier tipo de muestra. El proceso de estas técnicas modernas incluye la extracción del DNA de una muestra, la amplificación del gen 16S rRNA (marcador taxonómico por excelencia en bacterias) y la secuenciación de

Cristina García de la Peña¹, Annely Zamudio López¹, Sergio I. Barraza Guerrero², Ernesto Martínez Aranda², Josué M. de la Cruz Ramos³ y Quetzaly K. Siller Rodríguez¹

¹Facultad de Ciencias Biológicas, Universidad Juárez del Estado de Durango.

²Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

³Unidad de Investigación Entomológica y Bioensayos, Secretaría de Salud de Durango.
cristina.garcia@ujed.mx



Abajo: Figura 1. Hembra (izquierda) y macho (derecha) de la garrapata marrón del perro (*Rhipicephalus sanguineus*) de la Comarca Lagunera de Durango.



los amplicones obtenidos utilizando equipos especializados (Illumina, PacBio); finalmente, se lleva a cabo el análisis de datos mediante programas bioinformáticos. De esta manera es posible conocer del 98 al 99% de la microbiota bacteriana de una muestra de interés, por ejemplo de garrapatas.

Al respecto, en marzo del 2024 se determinó la microbiota bacteriana de garrapatas *R. sanguineus* no alimentadas, colectadas a partir de perros

parasitados en los municipios de la Comarca Lagunera de Durango, utilizando secuenciación masiva. Este estudio se llevó a cabo en el Laboratorio de Medicina de la Conservación de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Juárez del Estado de Durango (FCB-UJED) en colaboración con la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Unidad Laguna y la Secretaría de Salud de Durango. Se determinaron 565 especies de bacterias (Fig. 2), entre las cuales se registró a *Ehrlichia canis* con una abundancia relativa de 4.29% y a *Anaplasma platys* con 0.93%; esto coincide con lo reportado por Almazán et al. (2016) y Franco-Zetina et al. (2022) para la región Lagunera.

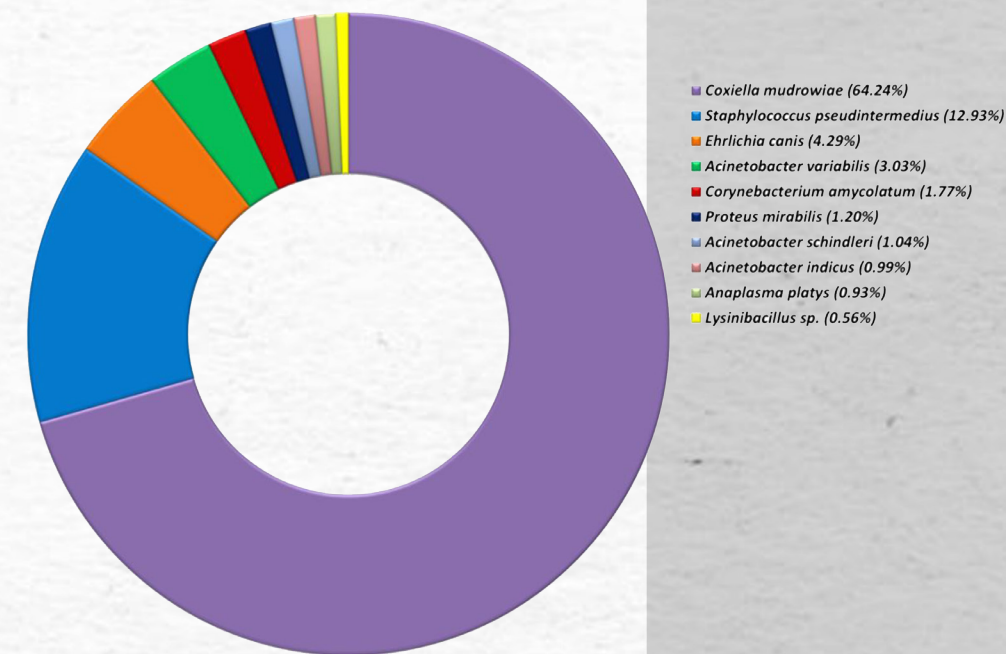
La bacteria *E. canis* causa la enfermedad conocida como erliquiosis humana cuyos síntomas incluyen fiebre, dolor musculoesquelético, fatiga, debilidad, dolor de cabeza, adenopatía, bazo e hígado agrandados, entre otros. Por su parte, *A. platys* infecta casi exclusivamente a las plaquetas del perro (de ahí el nombre *platys*), provocando una condición conocida como trombocitopenia cíclica canina que se caracteriza por una disminución periódica en el número de plaquetas en la sangre de estos animales. En el ser humano no se ha confirmado enfermedad por *A. platys*, aunque se han presentado algunos casos aislados en América del sur (Arraga-Alvarado et al., 2014), caracterizados por falta de apetito, debilidad general, fatiga, dolor muscular y dolor de cabeza.

En las muestras del presente estudio no se registró la presencia de *Rickettsia rickettsii* (causante de la Fiebre Manchada de las Montañas Rocosas) ni de *Anaplasma phagocytophilum* (agente causal de la anaplasmosis granulocítica humana). Al respecto, Ortega-Morales et al. (2019) confirmaron la presencia de *R. rickettsii* en garrapatas alimentadas de la Comarca Lagunera; por su

parte, Barraza-Guerrero y García-De la Peña (datos sin publicar), registraron a *A. phagocytophilum* en la sangre de un veterinario picado por una garrapata *R. sanguineus* en la región.

Esto indica que ambas especies de bacterias están presentes en la garrapata del perro en la Comarca Lagunera, sin embargo, algunos estudios argumentan que su abundancia puede ser muy baja, encontrándose solo del 1 al 5% de la población de este parásito (Demma et al., 2005). La sintomatología de la Fiebre Manchada por *R. rickettsii* aparece tras cinco a siete días de incubación posterior a la picadura y se caracteriza principalmente por fiebre, dolor de cabeza, dolor muscular y exantema (manchas que al principio son planas y rosadas, pero a medida que avanza la enfermedad, pueden volverse más oscuras y prominentes, evolucionando a pápulas y eventualmente, a petequias que indican daño capilar). Se estima que actualmente la mortalidad es de alrededor del 4% en el caso de los pacientes tratados y del 23% en los no tratados (Fang et al., 2017). Por su parte, los síntomas de la anaplasmosis granulocítica humana incluyen fiebre, dolor de cabeza, escalofríos, dolor muscular, dolor en las articulaciones y fatiga.

En el estudio en cuestión también se descubrió que la especie de bacteria más abundante en la garrapata marrón del perro en la Comarca Lagunera de Durango es *Coxiella mudrowiae* (64.24%). Esta bacteria ha sido reportada recientemente formando parte de la microbiota de otras especies de garrapatas.



Arriba: Figura 2. Abundancia relativa (%) de las 10 especies bacterianas más abundantes en la garrapata marrón del perro (*Rhipicephalus sanguineus*) en la Comarca Lagunera de Durango.

En general, *Coxiella* es un género de bacterias que proporcionan una serie de beneficios a las garrapatas, como por ejemplo, sintetizan nutrientes esenciales (vitaminas y aminoácidos) que comparten con ellas y contribuyen de manera significativa en su desarrollo y reproducción; de ahí la gran abundancia de *C. mudrowiae* en la garrapata del perro. A la fecha no se cuenta con información de salud pública referente a *C. mudrowiae*, pero se sabe que pertenece a un linaje de especies con potencial patógeno que han causado enfermedad al ser humano como *C. massiliensis* (Angelakis et al., 2016) y *Coxiella-endosimbionte* (Guimard et al., 2017), por lo cual su papel como causante de infecciones en la región Lagunera no debe descartarse.

Además de las cinco especies de bacterias con potencial patógeno ya mencionadas, se registraron otras 75 especies que según la literatura disponible están catalogadas como patógenos para el ser

Proyecto financiado mediante el Programa de Apoyos Institucionales y Proyectos de Investigación del COCYTED, Convocatoria Mujeres en la Ciencia, Tecnologías, Ingeniería y Matemáticas 2023.

humano, causando principalmente bacteriemias, así como otros tipos de infecciones (*Staphylococcus pseudintermedius*, *Acinetobacter variabilis*, *Corynebacterium amycolatum*, *Proteus mirabilis*, entre otras). Es probable que estas bacterias sean habitantes del intestino de la garrapata *R. sanguineus*, y si es así, pueden representar cierto riesgo de salud en caso de regurgitación del parásito, lo cual se presenta durante el proceso natural de su alimentación o sucede cuando se remueve incorrectamente a la garrapata de la piel de las personas.

Actualmente, la secuenciación masiva ha sido recomendada en China para el diagnóstico de *Rickettsia spp.* y *Coxiella burnetii* en pacientes picados por garrapata ofreciendo un panorama alentador para otros países que combaten este tipo de enfermedades (Zhang et al., 2023). Es posible que en un futuro próximo, esta tecnología pueda ser utilizada en nuestra región y país para apoyar el diagnóstico clínico que actualmente se aplica en los hospitales en lo que respecta a picadura de garrapatas. Es deseable que los médicos y el personal del sector salud de nuestra región tengan acceso a esta nueva información y al uso de técnicas especializadas de determinación de bacterias transmitidas por garrapatas, como la PCR y la secuenciación masiva para diagnosticar con rapidez y precisión los patógenos que han enfermado a la persona y poder otorgarle el tratamiento adecuado. La investigación sobre diversidad y abundancia de bacterias que albergan las garrapatas de la Comarca Lagunera sigue en curso en el Laboratorio de Medicina de la Conservación de la FCB-UJED y se espera seguir generando información relevante en el campo de los patógenos transmitidos por vectores beneficiando a nuestra sociedad.

Referencias

1. Almazán, C., V. H. González-Álvarez, I. G. Fernández de Mera, A. Cabezas-Cruz, R. Rodríguez-Martínez & J. de la Fuente. 2016. Molecular identification and characterization of *Anaplasma platys* and *Ehrlichia canis* in dogs in Mexico. *Ticks and Tick-borne Diseases*, 7(2)2016:276-283. <https://doi.org/10.1016/j.ttbdis.2015.11.002>
2. Angelakis, E., O. Mediannikov, S. L. Jos, J. M. Berenger, P. Parola & D. Raoult. *Candidatus Coxiella massiliensis* Infection. 2016. *Emerging Infectious Diseases*, 22(2):285-8. <https://doi.org/10.3201/eid2202.150106>
3. Arraga-Alvarado, C.M., B.A. Qurollo, O.C. Parra, M.A. Berrueta, B.C. Hegarty y B.E. Breitschwerdt. 2014. Case report: molecular evidence of *Anaplasma platys* infection in two women from Venezuela. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 91:1161-1165.
4. Demma, L. J., M. S. Traeger, W. L. Nicholson, C. D. Paddock, D. M. Blau, M. E. Ereemeeva, G. A. Dasch, M. L. Levin, J. Singleton, S. R. Zaki, J. E. Cheek, D. L. Swerdlow & J. H. McQuiston. 2005. Rocky Mountain spotted fever from an unexpected tick vector in Arizona. *New England Journal of Medicine*, 353:587-594.
5. Fang, R., L.S. Blanton & D.H. Walker. 2017. *Rickettsiae* as emerging infectious agents. *Clinics in Laboratory Medicine*, 37(2), 383400. <https://doi.org/10.1016/j.cll.2017.01.009>
6. Franco-Zetina, M.E., W.M. Cauch-Echeverría, J.A. Poot-Poot & H.A. Martínez- Miranda. 2022. Ehrlichiosis transmitida por garrapatas en México. *Bioagrociencias*, 15(2):11-22.
7. Guimard, T., S. Amrane, E. Prudent, K. E. Karkouri, D. Raoult & E. Angelakis. 2017. Case Report: Scalp eschar and neck lymphadenopathy associated with bacteremia due to *Coxiella*-Like Bacteria. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 97(5):1319-1322.
8. Ortega-Morales, A.I., E. Nava-Reyna, V. Ávila-Rodríguez, V.H. González-Álvarez, A. Castillo-Martínez, Q. K. Siller-Rodríguez, A. Cabezas-Cruz, F. Dantas-Torres y C. Almazán. 2019. Detection of *Rickettsia spp.* in *Rhipicephalus sanguineus* (sensu lato) collected from free-roaming dogs in Coahuila state, northern Mexico. *Parasites & Vectors*, (2019) 12:130.
9. Zhang, X., H. Chen, D. Han y W. Wu. 2023. Clinical usefulness of metagenomic next- generation sequencing for *Rickettsia* and *Coxiella burnetii* diagnosis. *European Journal of Clinical Microbiology & Infectious Diseases*, 42(6):681-689. doi: 10.1007/s10096-023-04586-w



2022 **DURANGO** 2028
GOBIERNO DEL ESTADO



SEED
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN
DEL ESTADO DE DURANGO



30 | COCYTED
CONSEJO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEL ESTADO DE DURANGO



AGUA
CONSTRUYE
GIGANTE
CON GRANDEZA Y CORAJE



DGO

CONSEJO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DEL ESTADO DE DURANGO

ENCUENTRO ESTATAL DE INVESTIGADORES DURANGO 2026

18 DE SEPTIEMBRE DE 2026
CENTRO DE CONVENCIONES HOLIDAY INN

www.cocyted.gob.mx

Calidad del Agua y Salud Mental:

Lo que no vemos también importa. Elementos potencialmente tóxicos y su relación con la salud mental

Liliana Reynoso Cuevas¹, Marcelo Barraza Salas², Luz Idalia Valenzuela García¹,
María Teresa Alarcón Herrera¹, Víctor Manuel Ayala García², Norma Urtiz Estrada²,
Maribel Cervantes Flores².

¹ Centro de Investigación en Materiales Avanzados subsede Durango.

² Facultad de Ciencias Químicas, UJED

maribel.cervantes@ujed.mx

En la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, publicada en 2015, se incluyen los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) como una iniciativa para erradicar la pobreza, proteger al planeta y asegurar condiciones de vida equitativas [1]. El ODS 6: Agua limpia y saneamiento tiene como objetivo garantizar que cada persona tenga acceso a agua limpia, apta para el consumo humano y a servicios de saneamiento adecuados. Este objetivo reconoce que, el agua es un derecho humano esencial y que su gestión es clave para la salud, el bienestar y el desarrollo de las comunidades.

Ahora bien, hablar de “agua limpia” no es tan sencillo como parece. El concepto depende de criterios o

parámetros que permitan definir cuándo el agua es segura para su consumo, sin causar efectos en la salud a mediano y largo plazo.

En México, esta tarea se regula mediante la Norma Oficial Mexicana NOM-127-SSA1-2021, que establece los límites permisibles de calidad del agua para el consumo humano. La norma obliga a los organismos operadores —responsables de administrar y distribuir el recurso— a monitorear la presencia de contaminantes tanto naturales como antropogénicos, entre ellos el aluminio, el arsénico y los fluoruros.

Conocer la fuente de agua es de gran relevancia para definir el proceso de potabilización, ya que en ocasiones el agua puede contener sustancias que representan

un riesgo para nuestra salud. Elementos como el aluminio, el arsénico, el plomo, el mercurio, los fluoruros o los nitratos no se perciben por el color, olor o sabor del agua, pero, al acumularse en el organismo, pueden provocar problemas graves: desde daños en riñones e hígado hasta alteraciones en el desarrollo neurológico. Incluso en pequeñas cantidades, su consumo prolongado puede favorecer la aparición de enfermedades crónicas, como algunos tipos de cáncer o padecimientos cardiovasculares.

¿Cuáles son los elementos potencialmente tóxicos de relevancia?

La interacción con la naturaleza (procesos geológicos) y la cercanía a los sitios de desarrollo de actividades humanas influyen en la cantidad de elementos potencialmente tóxicos

presentes en el agua, afectando tanto las fuentes subterráneas (pozos) como las superficiales (ríos, lagos, presas, etc.).

El aluminio se encuentra en la corteza terrestre y puede liberarse al agua mediante la meteorización de minerales, especialmente en aguas ácidas o con pH bajo. Por su parte, el arsénico se libera en el agua subterránea a través de la disolución de minerales arsenicales presentes en rocas volcánicas, depósitos minerales y sedimentos. Procesos como la reducción de óxidos de hierro y la oxidación de la piritita facilitan su movilización. Asimismo, los fluoruros provienen principalmente de la disolución de minerales ricos en fluoruros (fluorita, apatita, mica, entre otros) en las rocas del subsuelo, especialmente en zonas volcánicas o áridas.

Sin embargo, las actividades antropogénicas también influyen significativamente en la presencia de aluminio, arsénico y fluoruros en el agua. El primero podría ser el resultado del uso de sales, como el sulfato de aluminio, en procesos de potabilización, y este puede quedar en exceso. Actividades como la minería, el uso de pesticidas, la quema de carbón y la aplicación de fertilizantes fosfatados favorecen la contaminación de las aguas por arsénico.

En cuanto a la presencia de fluoruros, las actividades relacionadas con la industria del aluminio, el acero, el vidrio, los fertilizantes y la fluoración artificial del agua potable

pueden incrementar los niveles de dichos compuestos (Figura 1). La peligrosidad de estos compuestos radica en la exposición crónica, ya que el aluminio, el arsénico y los fluoruros presentes en el agua potable se han relacionado con un mayor riesgo de deterioro cognitivo, demencia, depresión, ansiedad y otros problemas mentales, aunque la evidencia varía según el elemento y la población estudiada [2].

Efectos del aluminio en la salud mental

El aluminio es el elemento metálico más abundante en la corteza terrestre, con una proporción aproximada del 8% en peso, y es el tercer elemento más común después del oxígeno y el silicio. Dada su abundancia, constituye una gran parte de las rocas que conforman los acuíferos, por lo que su presencia en el agua es de gran relevancia.

En condiciones normales, la ingesta de aluminio por seres humanos suele ser baja, ya que no es un nutriente esencial; por el contrario, una exposición elevada y crónica puede acumularse en huesos y cerebro, lo que la asocia principalmente con un mayor riesgo de deterioro cognitivo, demencia y, especialmente, Alzheimer, además de problemas óseos [3].

El aluminio se considera un elemento neurotóxico porque puede acumularse en el cerebro. Estudios epidemiológicos indican que la exposición constante al aluminio puede inducir síntomas de ansiedad y depresión, así como

alterar la memoria y el aprendizaje. Además, puede incrementar el estrés oxidativo, alterar neurotransmisores, como la acetilcolina, y modificar la expresión génica relacionada con la función cerebral, lo que conduce a un deterioro cognitivo progresivo [2, 3, 4].

Efectos del arsénico en la salud mental

La exposición crónica al arsénico, especialmente a través del agua potable, también se asocia con deterioro cognitivo, mayor riesgo de trastornos del ánimo (depresión, ansiedad), alteraciones del desarrollo neurológico y problemas de comportamiento tanto en adultos como en niños.

Diversos estudios han observado que el arsénico disminuye la función cognitiva de manera dependiente de la dosis, afectando la memoria, el aprendizaje, la velocidad de procesamiento y las habilidades ejecutivas. Asimismo, se incrementa el riesgo de depresión, ansiedad, insomnio y otros trastornos psiquiátricos. Además, en niños, el arsénico se relaciona con un menor coeficiente intelectual, retrasos en el lenguaje, problemas de atención y un desarrollo neuropsicológico deficiente.

Los mecanismos biológicos definidos para el arsénico proponen que atraviesa la barrera hematoencefálica y genera daño por estrés oxidativo, inflamación, disfunción mitocondrial y alteraciones de neurotransmisores (dopamina, serotonina, acetilcolina),



Figura 1. Fuentes de contaminación del agua por aluminio, arsénico y fluoruros.

lo que puede contribuir a los efectos neuropsiquiátricos observados [5,6].

Efectos del fluoruro en la salud mental

Es bien sabido que los fluoruros a bajas concentraciones desempeñan un papel importante en la salud dental, como la prevención de la caries. Sin embargo, la exposición a concentraciones elevadas de este elemento puede ocasionar riesgos para la salud neurológica y mental, incluida la acumulación en la glándula pineal y posibles alteraciones del sueño o del estado de ánimo.

El ión flúor actúa inhibiendo la desmineralización, lo que reduce la incidencia de caries en niños y adultos, ya que promueve la remineralización del esmalte dental

reduciendo la actividad bacteriana. Por ello, en algunas comunidades se agregan compuestos de flúor al agua como estrategia de salud pública para disminuir los costos asociados a los tratamientos dentales. Sin embargo, la exposición a concentraciones superiores a un rango entre 0.7 a 1.0 mg/L aumenta el riesgo de fluorosis dental, que incluye manchas o alteraciones en el esmalte y, en casos extremos, puede provocar fluorosis esquelética. Además, estudios indican que el flúor puede acumularse en la glándula pineal, favoreciendo su calcificación y alterando la producción de melatonina, lo que podría estar vinculado a trastornos del sueño y del estado de ánimo [7,8].

Exposición combinada: ¿efectos sinérgicos?

Estudios en animales y humanos sugieren que la exposición simultánea y crónica al arsénico y al fluoruro, puede potenciar los efectos negativos sobre la memoria y el aprendizaje debido al estrés oxidativo, a alteraciones en la expresión de receptores de glutamato y a daño estructural en el cerebro [6], como se resume en la Figura 2.

Asimismo, la ingesta de fluoruro a través del agua puede potenciar la absorción de fluoruro de aluminio, que presenta una mayor biodisponibilidad. Russ et al. (2019) sugieren que, debido a la presencia generalizada de estos elementos en el agua, se debería ponderar su uso, ya que aun en concentraciones relativamente bajas, ambos están asociados a efectos nocivos y a riesgo de demencia [4].

Tabla 1. Relación entre aluminio, arsénico, fluoruro y la salud mental.

Elemento	Efectos sobre la salud mental	Evidencia en humanos	Referencias
Aluminio	Mayor riesgo de deterioro cognitivo y demencia; posible relación con depresión y ansiedad	Relacionado especialmente en adultos mayores y zonas con elevada concentración en agua	2, 3, 4
Arsénico	Síntomas de deterioro cognitivo, depresión, ansiedad y menor rendimiento intelectual, especialmente en niños	Fuerte en exposiciones altas; evidencia mixta en exposiciones bajas	5, 6
Fluoruro	Asociación con mayor riesgo de demencia y deterioro cognitivo; efectos sinérgicos con arsénico	Estudios recientes han mostrado asociación dosis-respuesta	3, 4, 6

¿Qué podemos hacer como sociedad?

Primero, hay que reconocer que el acceso al agua segura es un derecho humano y una condición para el bienestar. Segundo, exigir monitoreo constante, tecnologías de tratamiento adecuadas y políticas basadas en evidencia. Tercero, informarnos y compartir esta información con nuestras comunidades.

El agua limpia no es solo un tema de infraestructura. Es una cuestión de salud pública, de equidad y de desarrollo sostenible. Al entenderlo, estamos dando un paso firme hacia una sociedad más informada y sana.

Actualmente, a través de la Red en Investigación en Sustentabilidad Ambiental y Salud de COCyTED, se investiga si en Durango existe alguna asociación entre la presencia de EPTs (As, Al y F-) en el agua de consumo humano y los niveles de expresión de los genes AS3MT, BDNF4 y MLKL, como factores

de riesgo asociados al suicidio. Los resultados obtenidos marcarán un antecedente importante para conocer la contribución de estos elementos a una problemática tan fuerte de salud mental como lo es el suicidio en Durango.El agua limpia no siempre es segura a simple vista. Cuidar su calidad también es proteger nuestra salud mental.

Estudios demuestran que la exposición crónica al aluminio, al arsénico y al fluoruro en el agua de consumo humano puede afectar la salud mental y el desarrollo cognitivo, especialmente en poblaciones vulnerables.

Garantizar agua apta para consumo humano no es solo cuestión de infraestructura, sino también de vigilancia constante de su calidad y de responsabilidad compartida. La norma mexicana funciona como un puente entre la ciencia y la vida cotidiana: traduce parámetros técnicos en garantías para la salud pública.

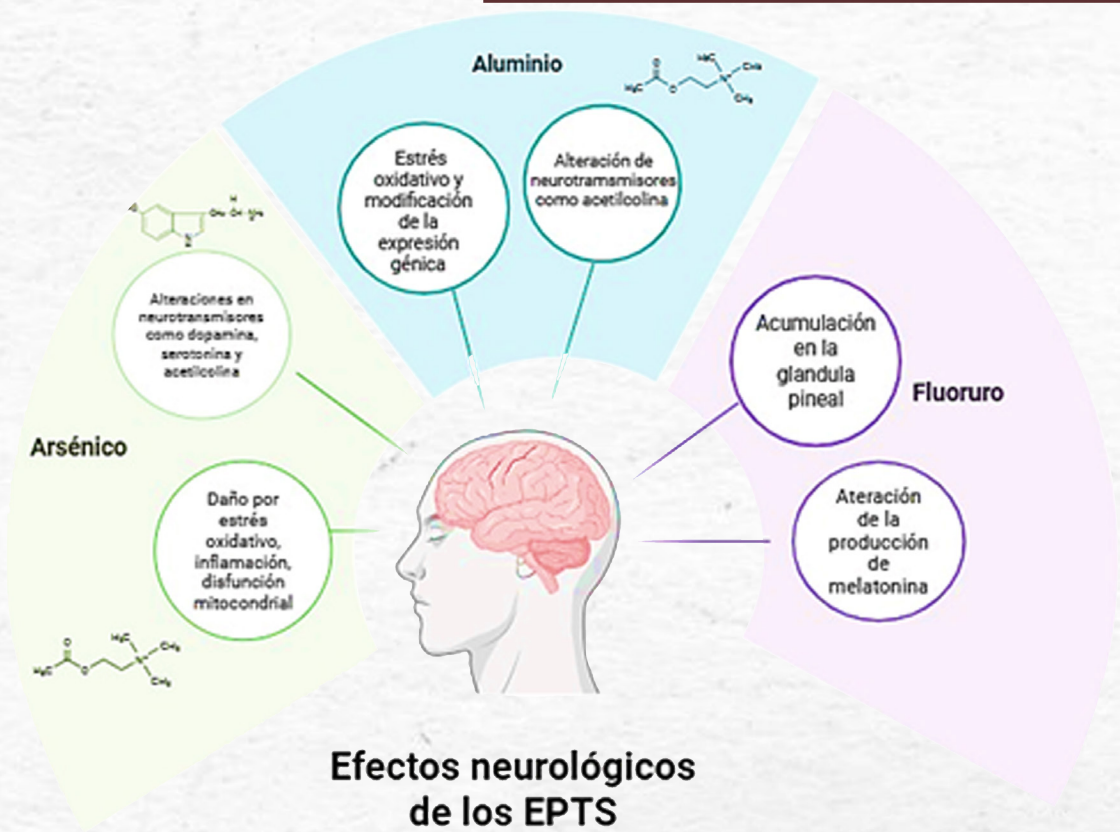


Figura 2. Efectos neurológicos de los elementos potencialmente tóxicos (EPTS).

Referencias

1. www.un.org consultada el 5 de diciembre del 2025.
2. Cabral Pinto, M.M.S., Marinho-Reis, A.P., Almeida, A., Ordens, C.M., Silva, M.M.V.G., Freitas, S., Simoes, M.R., Moreira, P.I., Dinis, P.A., Diniz, M.L., Ferreira da Silva, E.A., Condeso de Melo, M.T. (2018). Human predisposition to cognitive impairment and its relation with environmental exposure to potentially toxic elements. *Environ Geochem Health* 40, 1767–1784. <https://doi.org/10.1007/s10653-017-9928-3>
3. Wasick, A., & Kim, Y. (2024). Association between the Composition of Drinking Water and Cognitive Function in the Elderly: A Systematic Review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 21. <https://doi.org/10.3390/ijerph21030362>.
4. Russ, T. C., Killin, L. O. J., Hannah, J., Batty, G. D., Deary, I. J., Starr, J. M. (2020). Aluminium and fluoride in drinking water in relation to later dementia risk. *The British Journal of Psychiatry*, 216(1), 29–34. <https://doi.org/10.1192/bjp.2018.28>
5. Chowdhury, S., Krause, A., Zimmermann, K.F. (2016). Arsenic Contamination of Drinking Water and Mental Health, ZEF – Discussion Papers on Development Policy No. 222, Center for Development Research, Bonn, pp. 37. ISSN: 1436-9931.
6. González-Alfonso, W.L., Pavel, P., Hernández-Mercado, K., Del Razo, L.M., Sanchez-Peña, L.C., Zepeda, A., Gonsebatt, M.E. (2023). Chronic exposure to inorganic arsenic and fluoride induces redox imbalance, inhibits the transsulfuration pathway, and alters glutamate receptor expression in the brain, resulting in memory impairment in adult male mouse offspring. *Arch Toxicol* 97, 2371–2383 (2023). <https://doi.org/10.1007/s00204-023-03556-7>
7. Taher, M., Momoli, F., Go, J., Hagiwara, S., Ramoju, S., Hu, X., Jensen, N., Terrell, R., Hemmerich, A., & Krewski, D. (2024). Systematic review of epidemiological and toxicological evidence on health effects of fluoride in drinking water. *Critical Reviews in Toxicology*, 54, 2 - 34. <https://doi.org/10.1080/10408444.2023.2295338>
8. Godebo, T., Jeuland, M., Tekle-Haimanot, R., Alemayehu, B., Shankar, A., Wolfe, A., Phan, N. (2023). Associations between fluoride exposure in drinking water and cognitive deficits in children: A pilot study. *Neurotoxicology and teratology*, 107293. <https://doi.org/10.1016/j.ntt.2023.107293>

Como la Biología Molecular ayuda a prevenir y mitigar problemas de salud por la contaminación ambiental

La contaminación ambiental es un problema mundial que afecta a la sociedad y a las zonas silvestres. Es de suma importancia que este problema sea atendido y controlado para evitar el deterioro de las condiciones ambientales de las que dependemos todos los organismos vivos. La contaminación del entorno es principalmente causada por la actividad humana, ya sea por la emisión de contaminantes durante los procesos industriales, por el uso de compuestos químicos para la producción agrícola y ganadera, por la eliminación de desechos sólidos de las ciudades o por la combustión de combustibles sólidos y líquidos. Dentro de los compuestos químicos más peligrosos para la salud podemos mencionar a: elementos metálicos y metaloides tóxicos o compuestos derivados de ellos (plomo, mercurio, cadmio, arsénico, entre otros); los compuestos orgánicos persistente COP como los plaguicidas y las dioxinas, entre otros.

Contaminación por compuestos orgánicos

Algunos de los COP más peligrosos han sido utilizados para controlar la proliferación de plagas. Los plaguicidas por su naturaleza química son altamente tóxicos capaces de matar insectos, roedores, etc.

Algunos estudios científicos han reportado que cuando las personas se exponen a estos COP, aún en concentraciones bajas por tiempos prolongados, causan enfermedades graves; que van desde procesos alérgicos y afecciones neurales o psicológicas, hasta cáncer como: leucemia, piel, pulmón, entre otros(1). El estado de Durango tiene varios municipios de vocación agrícola y ganadera que hacen uso de grandes cantidades de compuestos agroquímicos, como fertilizantes o plaguicidas. El riesgo de exposición de los trabajadores a estos plaguicidas es elevado; de igual forma las poblaciones rurales cercanas a las parcelas y zonas de cultivo también se encuentra en riesgo por inhalación, consumo de agua o de alimentos contaminados; estas condiciones exponen a las personas a contraer graves enfermedades hepáticas, renales, cáncer, entre otros.

Contaminación por metales pesados

Los metales pesados son elementos metálicos que se encuentran en la corteza terrestre de forma natural pero que cuando son explotados por la minería o removidos durante la extracción de otros minerales se liberan a la zona superficial del suelo y pueden ser erosionados o disueltos en los cuerpos acuáticos.

Alfonso Anguiano Vega¹, René Lara Castro¹, Estela Ruiz Baca¹, Guadalupe Nieto Pescador¹, Juan Pablo Cabral Miramontes¹, Virgilio Mujica Marín¹, Patricia Ponce Peña¹, Francisco Javier Ríos Fránquez¹.

¹ Facultad de Ciencias Químicas Durango, Universidad Juárez del Estado de Durango.
gerardo.anguiano@ujed.mx

A si mismo los metales pesados son elementos residuales o aditivos incorporados en los combustibles y en otros productos industriales. La forma de ingreso de estos metales a los organismos puede ser mediante inhalación, ingesta o contacto dérmico (2). Estos metales son capaces inducir efectos tóxicos graves como envenenamiento en altas concentraciones o procesos patológicos causados mediante daño oxidante de los tejidos celulares. Algunos metales pesados como el plomo y el mercurio se han relacionado con problemas durante el embarazo y retraso en el desarrollo y maduración del sistema nervioso en la etapa embrionaria o infantil (3).

Durango es una ciudad que desde siglos se ha dedicado a la explotación minera, por lo que existe alto riesgo de exposición a metales pesados. Adicionalmente existe una fuente natural de exposición a minerales de flúor y arsénico, que son disueltos en las aguas subterráneas y expone a la población a su ingesta vía consumo de agua. El estudio de la presencia de elementos tóxicos en diferentes zonas de la Ciudad de Durango tanto en suelo superficial como en agua nos permite evaluar y prevenir problemas de intoxicación o desarrollo de enfermedades en la población de dichos sitios (Figura 1).

Herramientas moleculares para identificar procesos tóxicos de contaminantes

Gracias a la investigación médica se han podido caracterizar a nivel molecular algunos procesos de toxicidad inducidos por la exposición a contaminantes; estos

conocimientos han permitido que ciertas moléculas puedan emplearse como indicadores de efectos tóxicos aun cuando los principales síntomas no se hayan manifestado. Estas moléculas son nombradas como biomarcadores. Lo biomarcadores permiten reconocer procesos de contaminación ambiental cuando se emplean en organismo silvestres; como plantas o animales. Estas especies sirven para monitorear las condiciones del entorno y son denominadas “especies centinela” o bioindicadoras. Cuando los médicos usan los biomarcadores en personas potencialmente expuestas a contaminantes ambientales sirven como herramienta para el diagnóstico temprano de posibles enfermedades, para valorar el grado de afectación del tóxico o para saber si el individuo en particular presenta una hipersensibilidad a la exposición del contaminante. Los biomarcadores pueden clasificarse en tres tipos: 1) los de exposición que indican cuando una persona ha estado expuesta a contaminantes; 2) los de efecto adverso que indican cuando los organismos inician los procesos de eliminación o de los contaminantes, o cuando las moléculas blanco son alteradas por la presencia del tóxico y 3) los de susceptibilidad que nos permiten identificar a los individuos con mayor sensibilidad a la exposición del tóxico.

Por ejemplo, los ácidos nucleicos son biomoléculas involucradas en los procesos de conservación y transmisión de la información genética; en particular, el ácido desoxirribonucleico o ADN es la

molécula que contiene los genes que utilizan las células para síntesis de las proteínas funcionales del organismo. Cuando los genes son dañados o alterados por la presencia de compuestos tóxicos, pueden causar graves problemas en el funcionamiento de las células desencadenando diversas enfermedades. Los contaminantes capaces de alterar la estructura del ADN se denominan genotóxicos.

Un biomarcador empleado para reconocer efecto genotóxico es la integridad de la molécula de ADN mediante migración de la molécula por electroforesis. La electroforesis permite la separación del contenido del núcleo celular, principalmente ADN, en células de organismos expuestos a genotóxicos. Los núcleos aislados y corridos por electroforesis pueden observarse en microscopio e identificar si la molécula de ADN se encuentra integra o se ha roto por efecto de la exposición (Figura 2).

La evaluación del grado de alteración de los núcleos permite identificar niveles graves de exposición y tomar acciones para evitar que se agrave la condición de las personas o de los sitios alterados (4).

Este biomarcador se conoce como “ensayo cometa” porque cuando se corren núcleos con moléculas rotas se les forma una cola de fragmentos de ADN que semejan a los cometas celestes. El tamaño y la intensidad de la cola formada es importante para evaluar el nivel de daño, colas más grandes e intensas indican mayor alteración del tóxico en las células (figura 2).

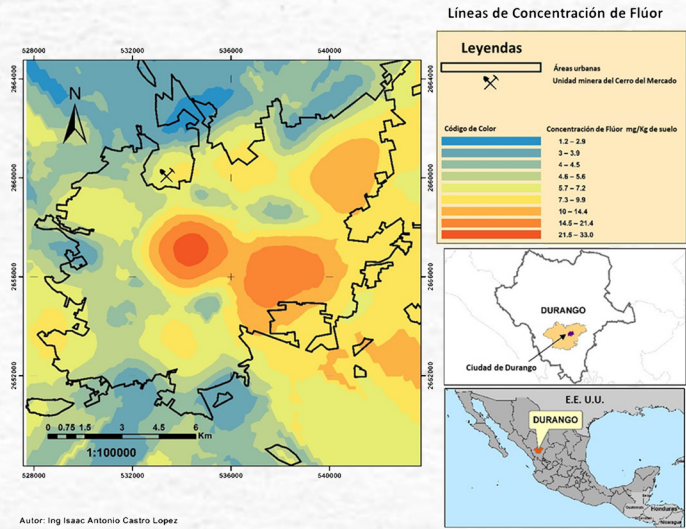


Figura 1. Mapa de distribución de concentración de flúor en suelo de la Ciudad de Victoria de Durango, Dgo. México.

Así como este biomarcador existen diferentes moléculas útiles para reconocer efectos tóxicos diversos, algunos son específicos para compuestos contaminantes por ser las moléculas blanco de intoxicación y otros son mas generales como las moléculas afectadas por especies oxidantes o las enzimas antioxidantes que incrementan su actividad o concentración para eliminar los efectos del tóxico. Actualmente los biomarcadores de susceptibilidad han levantado gran interés por que son muy útiles para reconocer a las personas con mayor riesgo de desarrollar enfermedades graves o presentar síntomas de mayor intensidad. Los cambios o variaciones en la secuencia de los genes de una población son denominados polimorfismos genéticos; y si estos polimorfismos están involucrados en genes relacionados con los procesos biológicos afectados por los compuestos contaminantes

pueden ser empleados como biomarcadores de susceptibilidad.

La evaluación de las moléculas que responden a la presencia de contaminantes ha permitido generar conocimiento científico y proponer biomarcadores efectivos que ayuden a tomar acciones para prevenir enfermedades en personas expuestas a contaminación ambiental o en el monitoreo de sitios urbanos y silvestres alterados por la contaminación ambiental.

Es muy importante que la sociedad en general tome conciencia de la importancia de cuidar el entorno en que vivimos para prevenir o mitigar los efectos de la contaminación en la salud humana y en la condición de las zonas silvestres. La biología molecular puede aportar herramientas muy útiles y efectivas para evaluar, caracterizar y mitigar los efectos de la contaminación ambiental.

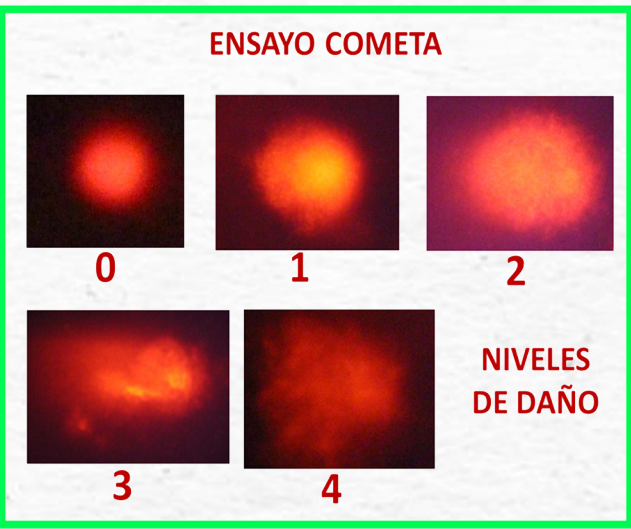


Figura 2. Esquema de evaluación para daño genotóxico en ADN mediante integridad del núcleo celular por ensayo cometa.

Referencias
1. García Hernández, J., Leyva Morales, J. B., Martínez Rodríguez, I. E., Hernández Ochoa, M. I., Aldana Madrid, M. L., Rojas García, A. E., Betancourt Lozano, M., Pérez Herrera, N. E., & Perera Rios, J. H. (2018). ESTADO ACTUAL DE LA INVESTIGACIÓN SOBRE PLAGUICIDAS EN MÉXICO. Revista Internacional De Contaminación Ambiental, 34, 29–60. <https://doi.org/10.20937/RICA.2018.34.esp01.03>
2. Covarrubias, S. A., & Peña Cabrales, J. J. (2017). CONTAMINACIÓN AMBIENTAL POR METALES PESADOS EN MÉXICO: PROBLEMÁTICA Y ESTRATEGIAS DE FITORREMEDIACIÓN. Revista Internacional De Contaminación Ambiental, 33, 7–21. <https://doi.org/10.20937/RICA.2017.33.esp01.01>
3. Järup L. (2003). Hazards of heavy metal contamination. British medical bulletin, 68, 167–182. <https://doi.org/10.1093/bmb/ldg032>
4. Valencia-Quintana R., Sánchez-Alarcón J., Montiel-González J., Pérez-Flores G., 2020. Ensayo de genotoxicidad en aguas superficiales. EL SISTEMA HIDROLÓGICO ATOYAC-ZAHUAPAN, COMO CASO DE ESTUDIO. Revista Latinoamericana El ambiente y las Ciencias. 11(28):101-104. <https://rlac.buap.mx/sites/default/files/11%20%2828%29-22.pdf>



2022 **DURANGO** 2028
GOBIERNO DEL ESTADO

SEED
SECRETARÍA DE EDUCACIÓN
DEL ESTADO DE DURANGO

30 | **COCYTED**
CONSEJO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEL ESTADO DE DURANGO



DGO

El Gobierno del Estado de Durango,
a través del Consejo de Ciencia y Tecnología
del Estado de Durango, te invitan a participar en el:

1er *M* Encuentro de *Mujeres* Investigadoras



**16 de
Octubre**



**Gómez
Palacio, Dgo.**

visita: www.cocyted.gob.mx



La Electrónica

Transforma el Monitoreo de Procesos: Innovación en Biotecnología

La importancia de los procesos biotecnológicos. Los procesos biotecnológicos han ayudado a lograr enormes avances en todo el mundo, en áreas como la medicina y la agricultura [1]. Como consecuencia, la instrumentación electrónica presente en los biorreactores desempeña un papel importante en el control y monitoreo de las condiciones, en una amplia variedad de procesos biotecnológicos, que van desde la producción de bioproductos hasta la replicación empleada en investigaciones de tratamientos ambientales. El uso de sensores y sistemas de control, entre otros elementos de los sistemas de monitoreo, garantiza que todos los datos se tomen rigurosamente en tiempo real, lo que ayuda a mantener las condiciones adecuadas para el crecimiento y la actividad de los microorganismos o células cultivadas [2]. Esto contribuye a la estabilidad y al éxito sostenido de cada experimento o producto.

El laboratorio de Ingeniería

Electrónica aplicada a biotecnología

En la Unidad de Posgrados, Investigación y Desarrollo Tecnológico (UPIDET) del Instituto Tecnológico de Durango, se

está aplicando tecnología electrónica en sistemas de monitoreo avanzados para optimizar procesos biotecnológicos.

A través de esta línea de investigación, ya se están implementando soluciones que mejoran la precisión, eficiencia y automatización en el monitoreo de cultivos y otros procesos biotecnológicos.

Estos desarrollos están fortaleciendo el sector en Durango, permitiendo un mayor control y optimización en diversas aplicaciones, lo que impulsa la innovación y el crecimiento tecnológico en la región.

Un tema importante es la aplicación de la tecnología de monitorización para los procesos biotecnológicos, con el propósito de contribuir en la creación de soluciones sostenibles en el manejo de problemas ambientales y de salud.

Mostrando de una forma óptima cómo la ciencia y la tecnología convergen para abordar desafíos de gran relevancia en múltiples sectores del estado, promoviendo innovación con un impacto significativo a nivel local y nacional.

Alejandro Daniel Hernández Ramírez¹, Yolocuahutli Salazar Muñoz²

¹TECNM/Instituto Tecnológico de Durango, Maestría en Sistemas Ambientales.

²TECNM/Instituto Tecnológico de Durango, Depto. de Ing. Eléctrica y Electrónica.
ysalazar@itdurango.edu.mx

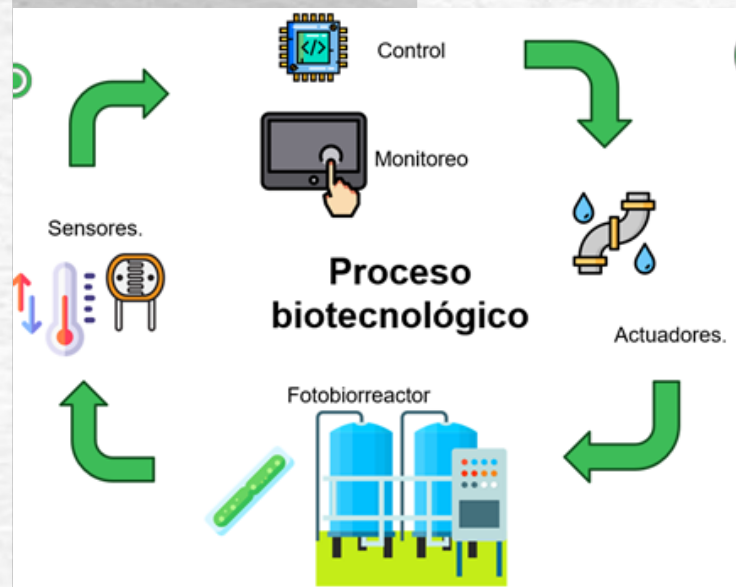


Figura 1. Partes de un sistema de instrumentación y control en proceso biotecnológico.



Figura 2. Analogía de un sistema de instrumentación y control en proceso biotecnológico.

Parámetros clave en el monitoreo de procesos biotecnológicos

Los sistemas electrónicos aplicados al monitoreo de biorreactores aportan capacidades clave que optimizan la precisión y eficiencia del proceso:

- **Medición precisa y confiable:** Sensores de alta precisión permiten registrar parámetros con mínima variabilidad, garantizando datos estables y reproducibles.
- **Velocidad de muestreo adaptable:** La capacidad de ajustar la frecuencia de adquisición posibilita la detección de cambios en tiempo real sin comprometer la eficiencia energética.
- **Almacenamiento y transmisión de datos:** Los registros pueden guardarse localmente o enviarse a la nube para su análisis remoto,

facilitando la toma de decisiones basada en datos.

- **Integración con sistemas de control:** Los datos adquiridos permiten la automatización de procesos, ajustando variables como temperatura y pH en tiempo real para optimizar el crecimiento celular.
- **Fiabilidad en entornos exigentes:** Diseñados para operar en condiciones variables, estos sistemas garantizan monitoreo continuo sin interrupciones [3].

Instrumentación electrónica: Herramientas y tecnologías usadas

La instrumentación electrónica avanzada permite medir, analizar y controlar variables en tiempo real en múltiples campos y aplicaciones, desde sistemas industriales hasta

procesos de laboratorio y los componentes más importantes son:

- **Sensores:** Son dispositivos que convierten variaciones físicas como temperatura, presión, humedad, etc. en señales eléctricas para su monitoreo y análisis. Según la variable física, se pueden emplear diferentes tipos de sensores, y según el funcionamiento, se pueden realizar por cambios de resistencia, de capacitancia, de intensidad de corriente, entre otros principios.
- **Interfazelectrónica y procesamiento de datos:** Los sistemas de adquisición de datos son capaces de capturar y procesar la información obtenida por los sensores. Gracias a controladores electrónicos, no solo registran la información, sino que también son capaces de realizar análisis avanzados, generando

parámetros extra que permite una evaluación más profunda.

- **Protocolos de comunicación:** Para la integración de los componentes del sistema, como sensores y sistemas de control, se utilizan protocolos de comunicación como RS485 y protocolos seriales. Los protocolos mencionados aseguran que vaya la información de una forma óptima, manteniendo precisión y eficiencia necesaria para que el flujo de los datos entre los dispositivos sea en tiempo real [4].

Beneficios.

La instrumentación electrónica en biorreactores aporta múltiples beneficios a las aplicaciones biotecnológicas, los más destacados son:

- **Automatización y control preciso:** La capacidad de monitorear y ajustar las condiciones automáticamente incrementa la efectividad de los procesos, además de prevenir los retrasos en la realización de acciones que comúnmente son manuales.
- **Simplificación de los procesos de medición:** La instrumentación electrónica permite el uso concurrente de múltiples factores a medir, lo cual simplifica la medición y reduce el margen de error en experimentación.
- **Acceso a datos para análisis:** Un aspecto muy significativo de la instrumentación electrónica es que registra los datos de cada factor continuamente. Estos datos son importantes para evaluar el proceso y determinar la efectividad, acondicionar y mejorar las condiciones de

operación, y aprovechar al máximo el cultivo. En adición, el registro de los datos genera investigaciones futuras en diferentes áreas [2].

Desafíos y futuras perspectivas. Los sistemas electrónicos presentan desafíos por superar. El desarrollo de sensores más precisos y duraderos es esencial para mejorar la calidad de los datos obtenidos [5]. Además, la optimización de los sistemas de control y procesamiento permitirá hacer estos sistemas autónomos y menos dependientes de la intervención humana. Por otro lado, el uso de inteligencia artificial y algoritmos de aprendizaje automático para el análisis de datos representa una oportunidad de innovación en la instrumentación de biorreactores, permitiendo optimización y predicción en los comportamientos de los agentes biológicos. Estas perspectivas abren el camino para que la instrumentación de los procesos biotecnológicos migre hacia sistemas inteligentes, adaptativos y precisos, con más aplicaciones que puedan tener un mayor impacto en áreas como sistemas ambientales, de salud y la producción sostenible por mencionar algunos ejemplos.

La instrumentación electrónica juega un papel crucial en la optimización de los procesos en biorreactores. Al monitorear y controlar variables críticas como el pH, el oxígeno y la temperatura, se asegura una producción más eficiente y precisa en diversas aplicaciones biotecnológicas.

El desarrollo y la implementación de la instrumentación electrónica en biorreactores representan un avance significativo en la intersección de la biotecnología y la electrónica aplicada. Los beneficios que estos sistemas aportan para la obtención de datos clave en estudios científicos subrayan la importancia de seguir investigando en este campo. Por lo que esta área representa una oportunidad para el desarrollo de tecnologías limpias y refleja el compromiso con el diseño de instrumentos que son esenciales para enfrentar los desafíos del desarrollo humano y científico.

Referencias.

1. Fernanda González Barajas, M., Bello, A.V., Escalante, F.M.E., and Garnica Aguilar, E. (2021). Diseño, construcción, instrumentación y control de un fotobiorreactor para la obtención de almidón a partir de chlamydomonas reinhardtii. XIX Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería 25, 363.
2. García Jaimes, L.E., Cruz Cárdenas, S., and Rivera González, Á.B. (2023). Propuesta de automatización para el proceso químico de elaboración de un polímero funcional en un reactor discontinuo. Revista Mutis 13, 1–16. 10.21789/22561498.1936.
3. García García, B. (2024). Mejora de un fotobiorreactor de bajo coste. Lenguas Modernas. 10.13039/501100011033.
4. Vázquez Toledo, I.L. (2018). Instrumentación electrónica del fotobiorreactor bio3l del laboratorio polo tecnológico del ittg para producir biocombustibles.
5. Jamilis, M., Castañeda, M.T., and Sebastián, N. (2021). Desarrollo e integración de biorreactor para laboratorio biotecnológico. Electrotenia, 324–329.

¿Por qué Aristóteles se enfrentó a Platón?

Jesús Alfonso Peña Raigoza.
Universidad Juárez del Estado de Durango
jesus.pena@ujed.mx

Aristóteles fue un filósofo griego nacido en Estagira en el 384 a.C., fue discípulo de Platón y tutor de Alejandro Magno. Fundó el Liceo en Atenas y es considerado en parte, fundador de la filosofía occidental, la ciencia y de la lógica formal. Su vasta obra influyó profundamente en el desarrollo del pensamiento científico y filosófico de Occidente, con aportes en campos como la ética, la política, la biología, la física y la lógica. Platón fue un filósofo griego del siglo V a.C., alumno de Sócrates y maestro de Aristóteles, co-nocido por fundar la Academia en Atenas, considerada la primera universidad de Occidente. Escribió en forma de diálogos filosóficos sobre temas como la política, ética, metafísica y epis-temología. Sus tesis sobre la teoría de las ideas es fundamental en la filosofía occidental.

Ambos filósofos trataron de resolver problemas filosóficos antiguos, proponiendo en gran medida mucho de la manera en que entendemos la realidad, el conocimiento, la mente, la ética y la ciencia. Creo que las filosofías de Aristóteles y Platón han moldeado los modelos educativos de manera más o menos directa. Recordemos que Platón y Aristóteles eran básicamente educado-res. Por ello nos parece importante hacer una reflexión sobre la diferencia más importante que conlleva el enfrentamiento histórico entre ellos. Es decir, ¿por qué Aristóteles desestimó todo un sistema explicativo del mundo? Y tal vez más importante: ¿qué consecuencias tendría aceptar uno u otro? Creemos que todos aceptamos una explicación metafísica del mundo de algún tipo de manera más o

menos consciente. Creemos que las de Platón y Aristóteles son muy influyen-tes a lo largo de la historia del ser humano y que todos somos más o menos proclives a aceptar una u otra. Así es que, ¿a qué se debe que Aristóteles no aceptara la propuesta de su maestro y amigo?

Aristóteles en la refutación de la Idea del Bien de Platón, dice en Ética a Nicómaco, 1.6 1096a11-17 . Este fragmento habla de la discrepancia entre la idea platónica del bien y la aristo-télica.

Esta idea es fundamental para Platón, es el centro de su sistema, todo para él debe estar orientado hacia el bien. Ahora, lo que nos está diciendo el pasaje es que va a ser difícil mirar la conclusión que obtendremos al someter a revisión la idea del Bien de Platón.

Difícil porque necesariamente habremos de estar en desacuerdo con nuestros amigos, dice Aristóteles. Este pasaje se ha parafraseado como *amicus Plato, sed magis amica veritas*, o “soy amigo de Platón pero soy más amigo de la verdad”, frase que aunque es muy famosa, no es claro de dónde viene. La famosa pintura de Rafael “La Escuela de Atenas” nos da una idea de lo que sucede. Muestra a Platón y Aristóteles discutiendo sus distintas concepciones filosóficas del mundo. ¿En qué consiste esta divergencia fundamentalmente? ¿Realmente es posible conciliar ambas teorías? ¿Por qué Aristóteles se enfrentó a Platón?

Curiosamente este tema parece no ser inmediato para nuestra vida diaria, sin embargo, lo es. Es decir, cuando hablamos, por ejemplo, de nuestros Derechos Humanos, ¿nos hemos preguntado por qué los tenemos? O cuando pensamos en nuestra identidad como individuos, ¿cree-mos que tenemos un alma? ¿O una mente? Y, ¿qué son? O si alguna vez nos hemos preguntado cómo es que podemos compartir ideas, por ejemplo, estamos haciéndonos preguntas que se hicieron Platón y Aristóteles. Las respuestas difieren según lo que propone cada uno de ellos, según su interpretación del mundo, del universo. Y sin saberlo, como decía, debido a lo históricamente influyente de su pensamiento, ya somos aristotélicos o platonistas o una mezcla más o menos homogénea de ambas, tal vez desde niños, sin darnos cuenta. Aristóteles critica la postura platónica en muchas de sus obras, pero podríamos concentrarnos en

dos cuestiones fundamentales que creo son la raíz de sus objeciones.

Lo que le parece insuperable es que el mundo esté constituido por algo que no está en él, sino fuera, en otra parte (este es el problema de la separación). O que el mundo sea también algo no perceptible por los sentidos. Una segunda objeción, relacionada con esta, es que pensemos que lo que sí está en el mundo, o lo que “es” el mundo, sea solo una copia de lo que en verdad “es” (esto es un paradigma). Esto es lo que podríamos llamar “problema del paradigmatismo”.

El sistema metafísico de Platón se llama Teoría de las Formas o Teoría de las Ideas. El problema para Aristóteles, está en que es incongruente, o en que los supuestos que sostienen esa teoría son muy débiles o difíciles (si no imposibles) de aceptar. Recordemos que lo que nos parece importante a la hora de investigar por qué pelean Aristóteles y Platón es decidir si estas explicaciones del mundo funcionan para nosotros: si creemos que debemos fundamentar toda nuestra vida en una de estas formas de pensar, lo que, obviamente, no es poca cosa.

Es decir que cada teoría explicativa del mundo, tiene un costo. ¿Qué tipo de costo? Es un costo para nuestra vida en general. Si decido aceptar una teoría como la de Platón, el costo es, por ejemplo, tener que aceptar que existen entidades o cosas que no se pueden ver, sentir, etc., pero que, según esto, son las cosas verdaderas, verdaderas.

Entonces, tendríamos que estar muy seguros de que es necesario aceptar entidades tan extrañas como las Ideas que “viven” en otro plano y que esas son las cosas verdaderamente reales a diferencia de nosotros o las cosas que tocamos y vemos. Aristóteles dice específicamente que hay dos tipos de argumentos de Platón para proponer las Ideas, y que fallan por distintas razones. Esto lo dice en su famoso libro *Metafísica*. Según esto, hay cinco argumentos (que están enlistados en otro libro llamado *Sobre las Ideas*), y se dividen en argumentos más rigurosos y argumentos menos rigurosos. Según los expertos, los que no son muy rigurosos, es decir que no están bien estructurados lógicamente y por ello no funcionan, no sirven para postular esas Ideas separadas del mundo que vemos; los que son rigurosos, es decir, que su estructura lógica es válida, sirven para concluir que si existen esas Ideas separadas, pero el problema es que hay una conclusión imposible de aceptar, y que es como decíamos: ahora tenemos demasiadas entidades (contra la economía ontológica de la que ya hablamos), que no explican nada. Otra de las consecuencias famosas de esto, es lo que se ha llamado la aparición del “tercer hombre”. ¿En qué consiste? Resulta que lo que Platón hace para explicar mediante Ideas separadas, es decir algo como: las cosas se explican mediante Ideas (paradigmas) de las cosas. Es decir, todos los hombres o mujeres que vemos en el mundo se parecen entre sí porque hay algo común en ellos (la forma de “hombre”). Entonces las cosas se explican por una relación

entre dos co-sas (el paradigma y su “copia”). Pero surge un problema: ¿qué explica esa relación? Lamentablemente, si seguimos a Platón, tendría que ser otra relación, es decir: ¿qué explica la relación entre el paradigma hombre y un hombre particular cualquiera? Pues necesitamos un tercer paradigma que explique porqué estas dos cosas, el paradigma y el particular se parecen. Este es el “tercer hombre”. Pero esto no termina ahí, lo mismo sucede entre el tercer hombre y aquello que intenta explicar, así que esto se vuelve infinito. Así es como Aristóteles cree que la teoría de su amigo Platón no nos sirve porque en lugar de explicar, complica las cosas.

Ahora, estos problemas no estarían ahí si las Ideas no fueran entidades separadas, porque si no estuvieran separadas no necesitarían de una relación para explicar aquello que nos interesa explicar, es decir, si estuvieran “en” las cosas de manera esencial, el solo hecho de estar “en” ellas, puede explicarlas, y eso es lo que propone Aristóteles. Así encontramos la verdadera intención de proponer que existen entidades o cosas como las ideas: esta es, explicar porqué hay cosas a las que podemos llamar del mismo modo aunque sean distintas.

Esto suena extraño, pero es algo así: ¿por qué a dos manzanas, que son dos cosas distintas, individuales, les llamamos manzanas? Es decir, al ser particulares, podríamos hacer una lista de cosas que las hacen distintas y otra lista de cosas que las hacen similares, ambas listas



Imagen 1. Escena de "La escuela de Atenas" (en italiano: Scuola di Atene), una de las pinturas más destacadas del artista renacentista italiano Rafael Sanzio.

podrían ser casi infinitas, entonces, ¿qué es la “manzaneidad” que las hace estar en un mismo grupo? Para Platón esa “manzaneidad” es una idea, pero esta idea debe ser de tal manera que no cambie para poder explicar las muchas cosas que cambian o tienen sus particularidades propias y por eso debe estar separada.

Creemos que es muy probable que el principal problema de las ideas separadas, según Aristóteles, es precisamente la separación, porque él propone que sí existen entidades que llamamos universales y que podrían ser lo que permite explicar, por ejemplo, la “manzaneidad”. Básicamente, las objeciones de Aristóteles van enfocadas contra la capacidad explicativa de las Formas por ser universales separados.

Aceptar que existen universales separados es el tema más difícil del superar para la teoría platónica porque no se puede explicar cómo se relacionan con las cosas que se supone que explican, es decir las cosas particulares. Parece que tampoco hay justificación para aceptar estas entidades por encima de los particulares que solo complican nuestra economía ontológica.

Referencias

1. Aristóteles, *Metafísica*, Gredos, Madrid (1998), *Ética Nicomáquea*, Gredos, Madrid (1993).
2. González Varela, José Edgar. (2014). “La crítica aristotélica a la teoría platónica de las Ideas”. *Diánoia*, 59(73), 135-154. Recuperado en 05 de julio de 2024, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-24502014000200007&lng=es&tlng=es.
3. Gutman, H. B. (1941). “The Medieval Content of Raphael’s “School of Athens.”” *Journal of the History of Ideas*, 2(4), 420. doi:10.2307/2707020.
4. Oliver, Alex. “The Metaphysics of Properties”, *Mind*, 105 (1996), 1–80.
5. Pascual, Fernando (2010). “Amicus Plato, quia amica veritas”. *Alpha Omega* 13 (1):3-28.

El Consejo de Ciencia y Tecnología y el Instituto de Cultura del Estado, unen esfuerzos con el Programa de Visitas Guiadas.

Con el objetivo de unir esfuerzos, el Consejo de Ciencia y Tecnología (COCyTED) y el Instituto de Cultura del Estado de Durango (ICED) firmaron un convenio con el cuál estudiantes de nivel básico y medio superior podrán participar en el programa de "Visitas Guiadas", esto, con el fin de fortalecer vínculos entre educación, cultura y sociedad, de manera que su influencia constituya en factor de identidad y fortalecimiento de la cultura y las artes en las niñas, niños y jóvenes, mediante recorridos guiados que muestren la importante labor didáctica orientada a incidir positivamente en el conocimiento, difusión y conservación del patrimonio histórico, artístico y cultural del Estado. Durante el protocolo de firma el Dr. José Betancourt Hernández Director del COCyTED y el Mtro. Francisco Javier Pérez Meza Director General del ICED, expresaron la importancia de este convenio al acercar a

los estudiantes lo que los Museos de la Ciudad pueden ofrecer al "traer expresiones culturales de otras partes del mundo para que las conozcan. Todos los museos tienen algo que ofrecer y el Consejo tiene la responsabilidad de acercarlos a estos espacios, para que el pretexto nunca sea la falta de oportunidades, sino que la razón sea aspirar, conocer, lograr y superarse afirmó el Dr. José Betancourt".

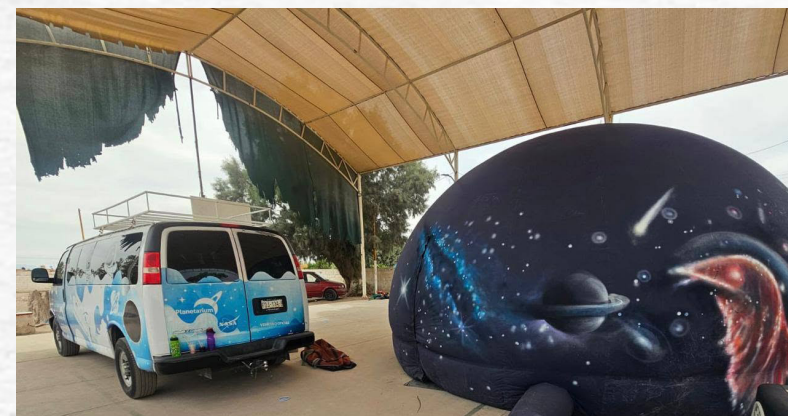
Finalmente, ambos Directores resaltaron la encomienda del C. Gobernador Esteban Villegas Villarreal de crear alianzas estratégicas que nos permitan seguir creciendo como instituciones en beneficio de toda la sociedad duranguense, sobre todo en aquellos sectores que, por alguna cuestión, económica, social o demográfica no tienen la oportunidad de acceder a estos espacios del conocimiento.



El Consejo de Ciencia y Tecnología y Planetarium Torreón firman convenio de colaboración para fomentar las vocaciones científicas

Con el objetivo fortalecer los vínculos entre la ciencia, tecnología, educación y sociedad, el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Durango (COCYTED) y el Planetarium Torreón llevaron a cabo la firma de un convenio de colaboración orientado al fortalecimiento de la divulgación científica y el desarrollo de actividades educativas para la niñas, niños y jóvenes de educación básica. Esta alianza estratégica se realiza en cumplimiento de las indicaciones del Gobernador del Estado de durango, el Dr. Esteban Villegar Villarreal, orientadas a fortalecer la educación, la innovación y el acceso al conocimiento científico como herramientas para el desarrollo social y el impulso de nuevas generaciones con vocación científica y tecnológica. Mediante este acuerdo, ambas instituciones trabajarán de manera coordinada en la promoción "Visitas Guiadas" y

"Planetario va a tu Escuela"; esta colaboración permitirá generar espacios de aprendizaje y acercamiento al conocimiento científico, promoviendo la apropiación social de la ciencia y contribuyendo al desarrollo de vocaciones científicas y tecnológicas en nuestro Estado. Durante la firma del convenio, el Dr. José Betancourt Hernández, Director General de COCYTED y el Ing. Manuel Eduardo Hernández Carrillo, Director General del Planetarium, destacaron la importancia de establecer alianzas estratégicas que fortalezcan la educación, la innovación y la cultura científica, beneficiando a la comunidad a través de experiencias formativas y de divulgación. Con este convenio, COCYTED y Planetarium Torreón reafirman su compromiso de trabajar en conjunto para acercar la ciencia a la sociedad y promover el desarrollo integral de las nuevas generaciones.



Octavo Concurso “Creciendo con Ciencia 2026” y Concurso de Proyectos “Misión Aplica Ciencia 2026”

Teniendo como sede el Museo Interactivo Bebeleche, el día 28 de Mayo de 2026, se llevó a cabo el Octavo Concurso Creciendo con Ciencia 2026 - Nivel Secundaria y el Concurso Misión Aplica Ciencia 2026 Nivel Primaria, lugar donde estudiantes de Primarias y Secundarias técnicas, generales, estatales, telesecundarias y colegios particulares de nuestro Estado, estuvieron presentado proyectos científicos y tecnológicos, demostrando el trabajo educativo que realizan en sus escuelas y comunidades.

La Ceremonia de Inauguración estuvo a cargo del Dr. José Betancourt Hernández Director General del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Durango, quien ofreció las palabras de bienvenida y ánimo a los participantes, asimismo se contó con la presencia del Director General del Museo Bebeleche el C.P. Alfredo Andrade Gallegos y de la Dra. Candy Villa Luna quien, en representación del Dr. Guillermo Adame Calderón Secretario de Educación, les dirigió unas palabras a todas y todos los participantes de estos concursos y que emotivamente les recordó que la niñez de nuestro Estado es la inspiración de los mas grandes y es un orgullo ver que los pequeños estén despertando sus habilidades científicas y tecnológicas; junto a nuestras autoridades nos acompañó también la M.C. Tania Montoya García como parte y representante del cuerpo de evaluadores de este concurso.

Durante esta edición estuvieron compitiendo 31 proyectos de 19 Secundarias diferentes de los municipios



de Durango, Gómez Palacio, Nombre de Dios, Nuevo Ideal, Peñón Blanco y Pueblo Nuevo. Así mismo participaron 8 Escuelas Primarias con 9 proyectos, provenientes de la nuestra ciudad capital. Alrededor de 200 alumnos y docentes se dieron cita para exponer sus proyectos y demostrar el esfuerzo y la calidad de cada uno de nuestros gigantes en formación.

Finalmente el protocolo de premiación y clausura, estuvo a cargo del Dr. José Betancourt Hernández, quien premió y dio cierre a las actividades animando a los participantes a seguir mejorando cada vez más, que sigan mostrando ese entusiasmo y dedicación en sus estudios y sigan haciendo de Durango un referente en el desarrollo de proyectos científicos y tecnológicos.

Los proyectos ganadores del Concurso Aplica Ciencia fueron:

- 1er. lugar el proyecto: "PRISMATIC: MI AMIGO ROBOT INTELIGENTE"
- 2do. lugar el proyecto: "SUELO VIVO, AGUA VIVA" y,
- 3er. lugar: "ACUABOT, PRINCIPIO DE PASCAL EN ACCIÓN"

Los proyectos ganadores de esta 8va. edición de Creciendo con Ciencia fueron:

- 1er. lugar el proyecto: BIODEFENSE
- 2do. lugar el proyecto: BIOGAS EN ACCIÓN y,
- 3er. lugar: CIVISAFE

¡Muchas Felicidades a todas y todos los participantes!



Firma de Convenio COCyTED-Acertijo Museo Interactivo

Con el compromiso de acercar la ciencia, la tecnología y la innovación a las nuevas generaciones, el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Durango (COCYTED) y el Acertijo Museo Interactivo Laguna Durango, formalizaron la firma de un convenio de colaboración para fortalecer el programa de visitas guiadas dirigido a niñas y niños de diversas instituciones educativas de la Región Laguna de nuestro Estado.

A través de esta alianza estratégica, se promoverán experiencias educativas y recreativas que permitan a los estudiantes interactuar con la ciencia de manera práctica y divertida, despertando su curiosidad, creatividad e interés por las áreas científicas y tecnológicas. Este esfuerzo conjunto contribuye a la formación de una cultura científica desde edades tempranas, brindando espacios de aprendizaje que inspiran a las futuras generaciones de investigadores, innovadores y profesionistas que contribuirán al desarrollo de Durango.

Con acciones como esta, el COCYTED continúa trabajando en el fortalecimiento de la apropiación social del conocimiento y en el impulso de programas que acerquen la ciencia a todos los sectores de la sociedad, atendiendo las directrices del Gobierno del Estado para fomentar una educación integral y de calidad.



INICIA EL DIPLOMADO EN INVESTIGACIÓN 2026 EN LA REGIÓN LAGUNA

Como parte de las acciones para fortalecer la formación científica y tecnológica en la Región Laguna y en cumplimiento de las indicaciones del Gobernador del Estado de impulsar el desarrollo del conocimiento, la innovación y la preparación de capital humano altamente capacitado, dio inicio el Módulo de Metodología de la Investigación del Diplomado en Investigación 2026, teniendo como sede a la Facultad de Ingeniería, Ciencias y Arquitectura de la UJED.

Durante este módulo, las y los participantes desarrollarán competencias fundamentales para el diseño y ejecución de proyectos de investigación, fortaleciendo sus capacidades para generar soluciones a problemáticas de su entorno mediante la aplicación del método científico.

A través de esta estrategia de capacitación, el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Durango refrenda su compromiso con la formación de investigadores, docentes y estudiantes, promoviendo una cultura científica que contribuya al desarrollo social, económico y tecnológico de la entidad. Con estas acciones, el Gobierno del Estado de Durango continúa impulsando espacios de formación y actualización que favorecen la generación de conocimiento y la construcción de un futuro más competitivo e innovador para las y los duranguenses. Agradecemos la participación y entusiasmo de todos los asistentes que forman parte de esta importante iniciativa de capacitación y profesionalización y de manera muy especial al Dr. J. Natividad Gurrola Reyes, investigador del CIIDIR Unidad Durango del IPN, instructor de este primer módulo, así como a la FICA UJED por su anfitrionía.



CEREMONIA DE ENTREGA DE RECONOCIMIENTOS DEL PREMIO ESTATAL DE CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN DURANGO 2025

El jueves 2 de julio, se realizó la ceremonia de entrega del Premio Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación, que tiene por objetivo reconocer y estimular las actividades sobre investigación científica y tecnológica de calidad realizada por Investigadores Duranguenses o que radiquen en el Estado, además de impulsar la formación de recursos humanos de calidad, reconociendo la dedicación, el desempeño y los logros académicos de los egresados de maestría y doctorado. La ceremonia fue presidida por el Dr. Ricardo Morales Corral, Subsecretario de Administración y Planeación de la SEED representante del Sr. Gobernador Dr. Esteban Alejandro Villegas Villarreal y del Dr. José Guillermo Adame Calderón, Secretario de Educación, también nos brindó su compañía el Dip. David Enríquez Díaz, Secretario General del H. Congreso del Estado y el Ing. Alejandro Medrano Corral quien es el Subsecretario del Ayuntamiento de Durango, nos acompañó también el Ing. Adán Álvarez Haros, Coordinador de Áreas Naturales Protegidas y Fauna Silvestre de la SRNyMA, en representación de la Mtra. Claudia Ernestina Hernández Espino, titular de la misma Secretaría, así mismo, nos acompañó el Dr. Alfredo Téllez Valencia, Director Institucional de Posgrado e Investigación de la UJED en representación del Rector de la Universidad Juárez del Estado de Durango, igualmente el Dr. Guillermo de Anda Rodríguez, Director del Instituto Tecnológico de Durango y el Dr. Rubén Francisco González Laredo, quien lanzó un emotivo mensaje a toda la comunidad científica y tecnológica del Estado, haciendo énfasis en el gran esfuerzo que sus colegas hacen día a día para lograr un mejor y mayor conocimiento en favor de nuestra sociedad, animando a que ese esfuerzo sea incansable y persistente, estuvo presente también el Dr. José Betancourt Hernández, Director del Consejo de Ciencia y Tecnología y anfitrión de este evento.

Durante el acto protocolario se realizó también la entrega de Reconocimientos a los Exdirectores del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Durango, por su sobresaliente desempeño ejercido con liderazgo, compromiso y visión durante sus periodos de gestión, su valiosa contribución deja un legado significativo y un ejemplo digno de admiración para la Comunidad Científica y Tecnológica de Durango, de manera muy especial y con mucho respeto a su destacada carrera profesional, en el marco del 30 aniversario del COCyTED recibieron reconocimiento, primeramente el Dr. Hiram Medrano Roldán, el Dr. Rubén Francisco González Laredo, el Dr. José Dimas López Martínez, el Dr. Eliseo Medina Elizondo y la Dra. Juliana Morales Castro.

Enhorabuena a todas y todos los ganadores de esta edición del Premio Estatal de Ciencia, Tecnología e Innovación.



El Gobierno del Estado de Durango y la Secretaría de Educación del Estado, a través del Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Durango, te invitan a participar en la:

Feria Mexicana de Ciencias e Ingenierías DURANGO 2026

➡ Cierre del Registro: Jueves 24 de Septiembre
➡ Presentación de proyectos: Jueves 8 de Octubre



Link de registro: <https://forms.gle/WgU77qJfebQGm3V9>

SAPIENS+

INICIA EL DIPLOMADO EN INVESTIGACIÓN DURANGO 2026

Como parte de las acciones para fortalecer la formación científica y tecnológica e impulsar el desarrollo del conocimiento, la innovación y la preparación de capital humano altamente capacitado, dio inicio el Módulo de Metodología de la Investigación del Diplomado en Investigación Durango 2026, arrancando las actividades en el Instituto Tecnológico de Durango y en las instalaciones del Consejo de Ciencia y Tecnología.

A través de esta estrategia de capacitación, el Consejo de Ciencia y Tecnología del Estado de Durango refrenda su compromiso con la formación de investigadores, docentes y estudiantes, promoviendo una cultura científica que contribuya al desarrollo social, económico y tecnológico de la entidad. Con estas acciones, el Gobierno del Estado de Durango continúa impulsando espacios de formación y actualización que favorecen la generación de conocimiento y la construcción de un futuro más competitivo e innovador para las y los duranguenses.

Agradecemos la participación y entusiasmo de todos los asistentes que forman parte de esta importante iniciativa de capacitación y profesionalización y de manera muy especial al Dr. J. Natividad Gurrola Reyes, investigador del CIIDIR Unidad Durango del IPN, instructor de este primer módulo, así como al ITD y su Centro de Innovación Tecnológica junto al equipo COCYTED por su anfitrionía.



Sapiens+

Ciencia, Tecnología e Innovación

AÑO 7, NÚMERO 18.

LA PERIODICIDAD DE LAS PUBLICACIONES ES CUATRIMESTRAL

LOS ARTÍCULOS PUBLICADOS EN ESTA REVISTA, EXPRESAN LA OPINIÓN DE SUS AUTORES Y NO REPRESENTAN FORZOSAMENTE EL PUNTO DE VISTA DEL CONSEJO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DEL ESTADO DE DURANGO (COCYTED), LAS IMÁGENES INCLUIDAS EN LOS ARTÍCULOS SON RESPONSABILIDAD DEL AUTOR(A) O LOS AUTORES(AS).

CORREO DE CONTACTO:
SAPIENS.COCYTED@GMAIL.COM.

COCYTED

BLVD. GUADIANA NO. 123 FRACC. LOS REMEDIOS, C.P. 34100. DURANGO, DURANGO.
TEL. 618 812 9238, 618 813 3528 Y 618 688 5447

COCYTED LAGUNA

UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE GÓMEZ PALACIO, CARRETERA EL VERGEL - LA TORREÑA,
KM. 0+820, LOCALIDAD DE EL VERGEL, GÓMEZ PALACIO, DURANGO. TEL. 871 725 8601