

Entorno

REVISTA DE CONOCIMIENTO E INNOVACIÓN

UDLAP

LA ELECCIÓN DE
PAREJA EN LA
BIOLOGÍA DE LA
CONSERVACIÓN



LA VOZ DE LAS ECONOMÍAS EMERGENTES EN EL G20

En búsqueda de una gobernanza global más inclusiva

udlap.mx



» ISSN 2594-0147

» Indizada en Latindex

#21

DISTRIBUCIÓN GRATUITA SEP-DIC 2023

UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS PUEBLA

Maestrías UDLAP®

EN LÍNEA O PRESENCIAL, ¡TÚ DECIDES!



**CONOCE LOS
BENEFICIOS QUE TIENES
COMO exaudlap**
COMUNIDAD DE EGRESADOS

ESCANEA



Informes: Tel.: 222 229 23 13

✉ ingreso.posgrados@udlap.mx

CONTENIDO



4. LOS CONFLICTOS ARMADOS EN MÉXICO A LA LUZ DEL DERECHO INTERNACIONAL HUMANITARIO

Análisis del caso michoacano

► Armed Conflicts in Mexico in light of international humanitarian law. Analysis of the Michoacan case

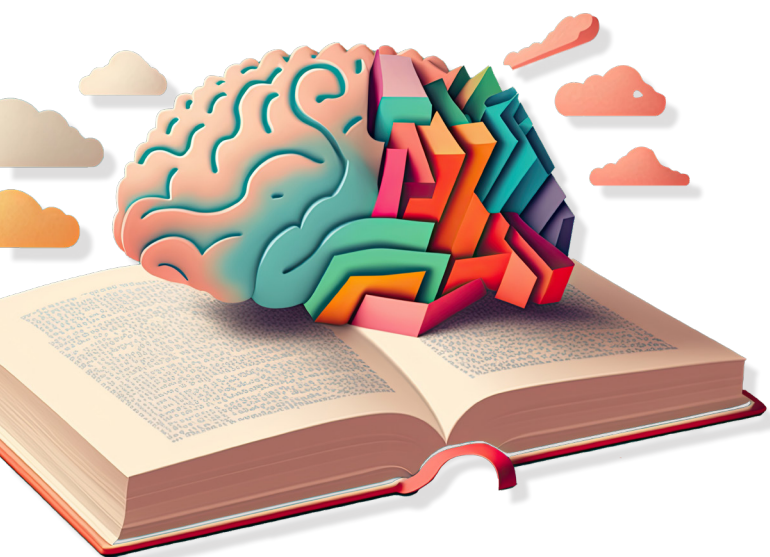
Por: Vania Inclán Regalet

14. EFFECTS OF AUDIOVISUAL SUPPORT ON VERBATIM MEMORY RECALL OF NARRATIVES

Implications for eyewitness and earwitness testimony

► Efectos del soporte audiovisual en el recuento literal de narrativas. Implicaciones para el testimonio de testigos de hechos vistos y oídos

Por: Bessy Janine Hernández García
y Antonio Rico Sulayes



◀ 28. PORTADA

LA VOZ DE LAS ECONOMÍAS EMERGENTES EN EL G20

En búsqueda de una gobernanza global
más inclusiva

► The voice of emerging economies in the G20
In search of more inclusive global governance

Por: Gisele Fernández Ludlow y Bárbara Magaña Martínez



38. LA ELECCIÓN DE PAREJA en la biología de la conservación

► Mate choice in conservation biology

Por: Oscar García Miranda



48. PREDICCIÓN DE LA RADIACIÓN TÉRMICA EMITIDA POR DARDOS DE FUEGO a través del procesamiento de imágenes

► Prediction of heat flux radiation from jet fires
through image processing

Por: Diana Laura Lima Bravo, Eduardo Javier López
Jiménez y Adriana Palacios Rosas

Entorno UDLAP

REVISTA DE CONOCIMIENTO E INNOVACIÓN

PRESIDENCIA

José Ramón Valdés Parra

EDITOR GENERAL

Martín Alejandro Serrano Meneses

CONSEJO EDITORIAL

Dirección ejecutiva

Israel Cedillo Lazcano

Director de
Investigación y Posgrado

Secretaría ejecutiva

Lorena Martínez Gómez

Directora general de la
Oficina de Rectoría

Coordinación editorial

Rosa Quintanilla Martínez

Jefa de Publicaciones

Edición gráfica

Sonia Gisella

Aguirre Narváez

Profesora de la Licenciatura en
Diseño de Información Visual

Biblioteca

Antonio Felipe

Razo Rodríguez

Director de Bibliotecas

Tecnologías de la Información

Alberto Augusto

Manzanilla Hernández

Director general de Tecnologías de
la Información

Diseño editorial

Willy Daniel Sepúlveda Juárez

Corrección de estilo

Andrea Garza Carbajal

María Silvana Martínez Couoh

Fotografías

www.freepik.es

COMITÉ EDITORIAL

EDITORES ASOCIADOS

Artes y Humanidades

Enrique Ajuria Ibarra

Ciencias

Miguel Ángel Méndez Rojas

Ciencias Sociales

Alison Elizabeth Lee

Ingeniería e Innovación

Aurelio López Malo Vigil

Negocios y Economía

Raúl Bringas Nostti

MIEMBROS DEL COMITÉ EDITORIAL

Antonio Alcalá González

Tecnológico de Monterrey

Cecilia Anaya Berríos

Universidad de las Américas Puebla

Lucila Castro Pastrana

Universidad de las Américas Puebla

Miguel Doria

UNESCO

Alexander James Hope

Universidad Autónoma de Madrid

Juan Enrique Martínez-Legaz

Barcelona Graduate School of Economics

Raúl Mújica García

Instituto Nacional de Astrofísica,
Óptica y Electrónica

Tony Payán

Rice University y Universidad Autónoma
de Ciudad Juárez

Ulises Sandal Ramos Koprivitz

Universidad de las Américas Puebla

Manuel Francisco Suárez Barraza

Universidad de las Américas Puebla

María Luisa Torregrosa y Armentia

Facultad Latinoamericana de
Ciencias Sociales

Jaime Urritia Fucugauchi

El Colegio Nacional y Universidad Nacional
Autónoma de México

EDITORIAL

3

ENTORNO UDLAP, Año 7, núm. 21, septiembre-diciembre 2023, es una publicación cuatrimestral editada por la Fundación Universidad de las Américas, Puebla. Ex hacienda Santa Catarina Mártir s/n, San Andrés Cholula, Puebla, C. P. 72810. Tel. (222) 229 2109. Sitio web de la revista: <https://entorno.udlap.mx/>, correo electrónico: revista.entornoudlap@udlap.mx. Editor responsable: Martín Alejandro Serrano Meneses. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo núm. 04-2016-091418231700-102, ISSN: 2594-0147, ambos otorgados por el Instituto Nacional del Derecho de Autor. Responsable de la última actualización de este número: Departamento de Publicaciones, Rosa Quintanilla Martínez, Exhacienda Santa Catarina Mártir s/n, San Andrés Cholula, Puebla, C. P. 72810. Fecha de última modificación: 8 de febrero de 2024.

Esta revista se publica bajo licencia de Creative Commons Atribución-No comercial-Compartir Igual 4.0 Internacional. CC BY-NC-SA 4.0» <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.es>



Los artículos publicados en *Entorno UDLAP* se someten a revisión por pares en el sistema de «doble ciego», es decir que los árbitros no conocen el nombre de los autores del texto que revisan, ni los autores los nombres de quienes lo revisan. La responsabilidad del contenido de los artículos corresponde exclusivamente a los autores, y no necesariamente refleja la postura de los editores, miembros del consejo y comité editoriales o de la Universidad de las Américas Puebla.

Este número destaca por la variedad de los temas que presenta y la heterogeneidad de sus autores, que van de estudiantes del Programa de Honores UDLAP a diplomáticas mexicanas, pasando por profesores e investigadores de diversas áreas. El artículo en portada, de Gisele Fernández y Bárbara Magaña, nos habla acerca de la oportunidad que representa el periodo, iniciado en 2022, de cuatro presidencias consecutivas del G20 encabezadas por países emergentes, para lograr una gobernanza global más inclusiva y justa. A la fecha, esto ha permitido que los temas prioritarios para el desarrollo de los países más vulnerables entren en la agenda mundial y ha demostrado que dichos países pueden proponer soluciones y lograr acuerdos, incluso en momentos de gran tensión geopolítica.

Vania Inclán analiza el caso michoacano y nos presenta un retrato de cómo el Cártel Jalisco Nueva Generación se ha apoderado de ese estado convirtiéndose en una de las organizaciones criminales transnacionales más peligrosas del mundo. La autora advierte que, aunque en 2006 inició la llamada «guerra contra el narco», las administraciones federales se han negado a reconocer que México se encuentra en guerra, y eso impide que se aplique la normatividad para proteger a la población civil.

Cuando un testigo en un juicio debe recordar literalmente las palabras que alguien usó, ¿qué tanto influye el hecho de que sólo las haya escuchado? Bessy Janine Hernández y Antonio Rico aplicaron un instrumento para evaluar cómo afecta a nuestra memoria contar con un soporte visual, en contraste con información únicamente auditiva. Sus hallazgos son importantes para el sistema judicial, ya que demuestran que un testigo ocular es más confiable que un testigo que no tuvo un soporte visual.

Por su parte, Oscar García explica en su artículo «La elección de pareja en la biología de la conservación» cómo se pueden mejorar los programas de conservación de las especies entendiendo los mecanismos detrás de la elección de pareja, al tiempo que exhorta a la comunidad académica a considerar a la biología del comportamiento como una herramienta para combatir la pérdida de biodiversidad.

Finalmente, Diana Laura Lima, Eduardo Javier López y Adriana Palacios presentan un análisis experimental para medir el alcance de los denominados «dardos de fuego», responsables de muchas de las explosiones que se dan en las industrias de procesos químicos y de accidentes como los ocurridos en Tlahuelilpan (2019), Minatitlán (2020) y Campeche (2021). Conocer mejor este fenómeno ayudará a prevenir riesgos y mejorar los sistemas de seguridad.

Estamos seguros de que este número ampliará sus conocimientos y despertará su curiosidad.

Queremos dedicar esta edición a la memoria del Dr. Carlos Patiño Gómez, director de la Cátedra UNESCO-UDLAP en Riesgos Hidrometeorológicos, científico comprometido, maestro y ser humano entrañable.

► Armed Conflicts in Mexico in light of international humanitarian law. Analysis of the Michoacan case

LOS CONFLICTOS ARMADOS EN México a la luz del derecho internacional humanitario Análisis del caso michoacano

Por:  Vania Inclán Regalet



Inclán Regalet, V. (2023). Los conflictos armados en México a la luz del derecho internacional humanitario. Análisis del caso michoacano. *Entorno UDLP*, 21

➡ **Recibido:** 23 de enero de 2023 ✓ **Aceptado:** 3 de octubre de 2023

◆ RESUMEN

Desde hace varios años, México —o al menos partes de él— ha sido el campo de batalla de diversos conflictos sin carácter internacional entre las fuerzas armadas y algunas células criminales suficientemente organizadas. Hoy, el Cártel Jalisco Nueva Generación se ha apoderado de Michoacán, pero, como sucede en cada sexenio, la administración actual se muestra reticente a reconocer que su territorio está en guerra, lo que perjudica gravemente a la población civil y la expone a toda clase de atropellos y sufrimiento.

◆ PALABRAS CLAVE

Michoacán • Cártel Jalisco Nueva Generación • Grupo armado organizado
• Derecho internacional humanitario
• Conflicto armado no internacional

◆ ABSTRACT

For several years now, México —or at least parts of it— has been the battleground for various non international conflicts between the armed forces and some sufficiently organized criminal cells. Today, the Cartel Jalisco Nueva Generación has taken over Michoacán, but as it occurs every six-year term, the current administration is reluctant to acknowledge that its territory is at war, which seriously harms and exposes the civilian population to all kinds of abuses and suffering.

◆ KEYWORDS

Michoacán • Cartel Jalisco Nueva Generación • Organized armed group
• International Humanitarian Law
• Non-international armed conflict



INTRODUCCIÓN

Oficialmente, la llamada *guerra contra el narco* inició en el sexenio del expresidente Felipe Calderón Hinojosa y concluyó en el de Enrique Peña Nieto. La realidad es que hace más de dos décadas que México es zona de guerra. Son diversos los conflictos armados que se han librado en este país desde la administración encabezada por Calderón; entre el Cártel del Golfo, el extinto Cártel de los Zetas y el de Sinaloa, en Baja California, Jalisco, Tamaulipas, Veracruz, Zacatecas y Michoacán; entre el Cártel Jalisco Nueva Generación (CJNG), el Estado mexicano y la alianza entre el Cártel de Ecatepec y Los Viagras, Cártel Unidos.

En 2017, la *Encuesta sobre conflictos armados* del Instituto Internacional de Estudios Estratégicos colocó a México como el segundo país en conflicto más letal a nivel mundial¹. Para arribar a dicha conclusión, se analizó la duración y el nivel de la violencia, si ésta representaba una amenaza nacional, si el control territorial del Gobierno era cuestionable y si el país había reconocido la amenaza en dichos términos y respondido con la fuerza². Aunque la administración del entonces mandatario Enrique Peña Nieto negó tal estimación, y que los resultados dieran cuenta de un conflicto armado no internacional (CANI), es evidente que México, hasta el día de hoy, reúne todos los criterios.

DESARROLLO

Bajo la política de *abrazos, no balazos*, adoptada por el presidente en turno Andrés Manuel López Obrador (AMLO), los indicadores de violencia y el poderío de los cárteles no han disminuido, al contrario, van al alza. De acuerdo con el *Índice de Paz México 2022*, la tasa nacional de crímenes de la delincuencia organizada ha aumentado un 48.1 % desde 2015³. Asimismo, se ha intensificado la actividad de la delincuencia organizada, lo que se ve materializado con las muertes producto de disputas entre cárteles registradas en 27 de las 32 entidades federativas en 2020, en comparación con nueve estados en 2006⁴.

Michoacán es un campo de batalla desde hace ya varios años, pero, como sucede sexenio tras sexenio, el gobierno de AMLO no reconoce la existencia de un CANI, con el pretexto de que él

tiene *otros datos*; minimizando la situación que atraviesa el estado y la violencia que ha derivado en la muerte y desplazamiento forzado de miles de personas. En marzo de 2022, la Secretaría del Migrante identificó alrededor de 3,500 michoacanos desplazados en Tijuana, quienes llevan meses fuera de sus hogares a causa del conflicto armado⁵.

Con el propósito de atender eficazmente el problema, en noviembre de 2022, el gobernador del estado de Michoacán Alfredo Ramírez Bedolla firmó un convenio de colaboración con el Alto Comisionado de las Naciones Unidas para los Refugiados (ACNUR)⁶. La acción es positiva, pero insuficiente para combatir la causa por la que miles de personas se ven obligadas a abandonar sus hogares con rumbo hacia lo desconocido.

Sobre el particular, es menester precisar que a tenor del derecho internacional humanitario (DIH) —rama del derecho internacional público que regula las situaciones bélicas— un CANI se configura siempre que haya violencia armada prolongada entre autoridades gubernamentales y un grupo armado organizado (GAO), o entre tales grupos en el territorio de un Estado⁷. A diferencia de los conflictos armados internacionales (CAI), en los que cualquier disputa que surja entre dos o más naciones y conduzca a la intervención de las fuerzas armadas basta para desencadenar la aplicación del DIH⁸, los CANI tienen un umbral más alto, a efecto de distinguirlos de formas menos graves de violencia, como las tensiones y los disturbios internos.

Así, para tener por acreditado un CANI, los grupos no estatales deben contar con un nivel mínimo de organización y las hostilidades deben alcanzar cierto grado de intensidad⁹. En el caso Haradinaj, el Tribunal Penal Internacional para la antigua Yugoslavia (TPIY) estableció distintos factores que revelan si un grupo armado tiene suficiente organización, a saber: 1) una estructura de mando y reglas y mecanismos dentro del grupo; 2) un cuartel general; 3) el control de un territorio específico; 4) la capacidad del grupo de alle-

⁵ CMDPDH, 2022, párr. 17.

⁶ Gobierno del Estado de Michoacán, 23 de noviembre de 2022, párr. 2.

⁷ Tadić, Decision on the Defence Motion for Interlocutory Appeal on Jurisdiction, 2 de octubre de 1995, párr. 70.

⁸ ICRC. Commentary of 2016, Article 2, CG I, párr. 236.

⁹ Tadić, Opinion and Judgement, 7 de mayo de 1997, párr. 562.

¹ Voronka, 12 de mayo de 2017, párr. 2.

² *Ibidem*, párr. 3.

³ IEP, 2022, p. 36.

⁴ *Ibidem*, p. 38.

garse de armas, otro equipo militar, reclutas y formación militar; 5) la capacidad de planear, coordinar y ejecutar operaciones militares; 6) la capacidad de definir una estrategia militar unificada y utilizar tácticas militares, y 7) la capacidad de hablar con una sola voz y negociar y concluir acuerdos¹⁰.

Tocante a la intensidad del conflicto, el caso Boškoski y Tarčulovski ofrece ciertos factores, entre los cuales cabe destacar: 1) la gravedad de los ataques y si han incrementado los enfrentamientos; 2) la propagación de los enfrentamientos sobre el territorio y durante un periodo determinado; 3) cualquier aumento en el número de fuerzas gubernamentales y la movilización y la distribución de armas entre ambas partes del conflicto; 4) el número de civiles que se han visto obligados a huir de las zonas de combate; 5) el tipo de armas utilizadas, en particular el uso de armas pesadas y otros equipos militares; 6) el número de víctimas causadas por los combates; 7) la cantidad de tropas y unidades desplegadas; 8) la ocupación del territorio y de las ciudades y pueblos, y 9) el despliegue de fuerzas gubernamentales en la zona de crisis¹¹.

En *La situación de la violencia relacionada con las drogas en México del 2006 al 2017: ¿Es un conflicto armado no internacional?*, la Comisión Mexicana de Defensa y Promoción de los Derechos Humanos (CMDPDH) aseguró que el CJNG es un GAO, capaz de ejecutar «operaciones de tipo militar altamente coordinadas mediante tácticas y armas pesadas, a través de lo que parece ser una clara estructura de mando»¹².

Pese a la falta de información sobre las reglas y mecanismos internos —salvo algunas normas básicas divulgadas por un exsicario del cártel, como no consumir drogas ni alcohol, no matar sin la orden del jefe y no reclutar mujeres o menores de doce años—¹³, la cadena de mando independiente puede inferirse del crecimiento del grupo en tamaño y fuerza¹⁴. Según el Departamento de Justicia de Estados Uni-

dos, el disciplinado mando y control del CJNG lo han vuelto uno de los cárteles más poderosos de México y una de las cinco organizaciones criminales transnacionales más peligrosas del mundo¹⁵.

Ahora, si bien el grupo tiene una fuerte presencia en Michoacán, específicamente en los municipios de Aguililla, Apatzingán, Buenavista, Coalcomán y Tepalcatepec, las disputas por el territorio con Cárteles Unidos impiden hablar de control territorial. Sin embargo, ello no es impedimento para catalogar la situación como un CANI bajo el artículo 3 común a los Convenios de Ginebra, dado que México no ha ratificado el Protocolo Adicional II, que exige que los grupos no estatales ejerzan un control tal sobre determinada parte del territorio que les permita llevar a cabo operaciones militares sostenidas y concertadas¹⁶.

Referente al cuartel general, «se considera que el CJNG tiene su base en Jalisco, ya que la mayoría de sus operaciones son manejadas desde ese estado»¹⁷. Por otra parte, la capacidad del cártel de adquirir armamento y equipo militar es innegable. Un estudio de la Oficina Federal de Investigación estadounidense (FBI, por sus siglas en inglés) demostró que entre 2018 y 2019, el CJNG compró material militar, incluidos rifles, fusiles y subfusiles, a través de las plataformas de comercio electrónico eBay y PayPal¹⁸.

En julio de 2020, circuló en redes sociales un video de miembros del grupo a bordo de vehículos modificados —similares a los empleados por las fuerzas armadas— y portando armas de grueso calibre, como ametralladoras, fusiles Barrett calibre 0.50, fusiles de asalto y lanzagranadas¹⁹. El analista de seguridad Ale-



UN ESTUDIO DEL FBI DEMOSTRÓ QUE ENTRE 2018 Y 2019, EL CJNG COMPRÓ MATERIAL MILITAR, INCLUIDOS RIFLES, FUSILES Y SUBFUSILES, A TRAVÉS DE LAS PLATAFORMAS DE COMERCIO ELECTRÓNICO EBAY Y PAYPAL.

10 *Haradinaj*, Trial Judgement, 3 de abril de 2008, párr. 60.

11 *Boškoski y Tarčulovski*, Trial Judgement, 10 de julio de 2008, párr. 177.

12 Universiteit Leiden, Grotius Centre for International Legal Studies, 2019, p. 62.

13 *Infobae*, 11 de diciembre de 2020, párr. 7.

14 Universiteit Leiden, Grotius Centre for International Legal Studies, 2019, p. 61.

15 Department of Justice, 16 de octubre de 2018, párr. 2.

16 *Protocolo adicional a los Convenios de Ginebra de 1949 relativo a la protección de las víctimas de los conflictos armados sin carácter internacional* ("Protocolo II"), Artículo 1, párr. 1.

17 Universiteit Leiden, Grotius Centre for International Legal Studies, 2019, p. 60.

18 Hernández, 8 de diciembre de 2020, párrs. 1-3.

19 *El Universal*, 20 de julio de 2020, figura 4.

LOS INDICADORES DE VIOLENCIA Y EL PODERÍO DE LOS CÁRTELES

7



2015

De acuerdo con el *Índice de Paz México 2022*, la tasa nacional de crímenes de la delincuencia organizada ha aumentado un 48.1 %.

2017

La *Encuesta sobre conflictos armados* del Instituto Internacional de Estudios Estratégicos colocó a México como el segundo país en conflicto más letal a nivel mundial.

2020

Se ha intensificado la actividad de la delincuencia organizada, lo que se ve materializado con las muertes producto de disputas entre cárteles registradas en 27 de las 32 entidades federativas.



EL CJNG, UNA DE LAS CINCO ORGANIZACIONES CRIMINALES TRANSNACIONALES MÁS PELIGROSAS DEL MUNDO, TIENE SU BASE EN JALISCO.

jandro Hope calculó que el valor del armamento y los vehículos mostrados superaba el millón de dólares²⁰.

Además, en enero de 2020, la explosión de una mina terrestre en un camino de terrecería entre los municipios de Aguililla, Tepalcatepec y Coalcomán dejó al menos cuatro soldados heridos²¹. Días después, un campesino falleció en Aguililla luego de que su camioneta entrara en contacto con una de las tantas minas antipersona sembradas por el cártel en la zona²². A raíz de estos acontecimientos, el Ejército desactivó más de 250 minas en las municipalidades referidas²³. El cártel también ha utilizado drones cargados con explosivos en su lucha por el control de Michoacán, por lo que, en voz del párroco de Aguililla, «o te cuidas del suelo que pisas, o te cuidas de lo que hay sobre tu cabeza»²⁴.

Las formas en que la organización recluta a nuevos miembros son ingeniosas, pues aparte de las tradicionales, el cártel ha seleccionado a adolescentes por medio de plataformas digitales y videojuegos. En 2021, un expolicía convertido en investigador de Facebook²⁵ informó al personal que el CJNG usaba la red social para reclutar, entrenar y pagar a sicarios²⁶. Igualmente,

recurrían a videojuegos con altos niveles de violencia, como *Grand Theft Auto*, *Gears of War* y *Call of Duty* para invitar a jóvenes interesados en las armas y la adrenalina a ser halcones²⁷.

Concerniente al entrenamiento, «se dice que [los integrantes del CJNG] han recibido capacitación de grupos en el extranjero, en países como Israel y Colombia»²⁸. Para la CМРDН, su *modus operandi* y la escala de sus operaciones indican que el grupo tiene la capacidad de planear, coordinar y llevar a cabo operaciones militares²⁹. Lo que a su vez supone que puede definir una estrategia militar unificada y utilizar tácticas militares.

Las alianzas forjadas con otras agrupaciones criminales a lo largo de los años evidencian que el CJNG es capaz de hablar con una sola voz, negociar y concluir acuerdos³⁰. El año pasado, el grupo buscó negociar la paz en Colombia para poner fin al conflicto armado entre las guerrillas de ese país y el Ejército venezolano, en aras de evitar un daño a las operaciones aéreas de contrabando de cocaína a países americanos desde Venezuela³¹. Con base en lo expuesto, es dable concluir que el CJNG cumple con el criterio de organización previsto en el caso Haradinaj.

Como afirma el periodista Carlos Ángel Arrieta, en Michoacán la paz murió hace mu-

20 Kahn, 23 de julio de 2020, párr. 4.

21 *Los Angeles Times*, 31 de enero de 2022, párrs. 3 y 4.

22 *El Universal*, 16 de febrero de 2022, párr. 1.

23 García, 19 de febrero de 2022, párr. 2.

24 González, 24 de marzo de 2022, párr. 5.

25 Red social desarrollada para conectar con otras personas y compartir información de diversa índole.

26 Scheck, 16 de septiembre de 2021, párr. 1.

27 Villa y Caña, 20 de octubre de 2021, párrs. 2, 3 y 5.

28 Universiteit Leiden, Grotius Centre for International Legal Studies, 2019, p. 61.

29 *Ibidem*, p. 62.

30 *Idem*.

31 Montenegro, 23 de marzo de 2022, párr. 5.

DELINCUENCIA ORGANIZADA

FACTORES QUE REVELAN EL GRADO DE ORGANIZACIÓN DE UN GRUPO ARMADO



Estructura de mando y reglas y mecanismos dentro del grupo



Un cuartel general



Control de un territorio específico



Capacidad de allegarse de armas, equipo militar, reclutas y formación militar



Capacidad de planear, coordinar y ejecutar operaciones militares



Capacidad de definir una estrategia militar unificada y utilizar tácticas militares



Capacidad de hablar con una sola voz y negociar y concluir acuerdos

cho³². En agosto de 2019 fueron encontrados los cuerpos de diecinueve personas en Uruapan. Alfonso Durazo, extitular de la Secretaría de Seguridad y Protección Ciudadana, declaró que tales hechos se daban en el marco de la disputa histórica entre el cártel liderado por Nemesio Oseguera Cervantes (El Mencho) y Los Viagras³³.

En octubre del mismo año, integrantes del CJNG emboscaron un convoy de la policía en el municipio de Aguililla, dejando trece agentes muertos. Luis Cresencio Sandoval, secretario de la Defensa Nacional, informó del envío de ochenta soldados y un helicóptero militar para la búsqueda y captura de los responsables³⁴. De igual forma, la Secretaría de Seguridad Pública estatal «anunció el reforzamiento de las labores de prevención y vigilancia en Aguililla, en coordinación con autoridades de los tres órdenes de gobierno, las cuales instalaron filtros de revisión y puestos de control para localizar a los agresores»³⁵.

No obstante, el poder y control del cártel en Aguililla —y en otros municipios michoacanos— se acrecentó. En 2020, el grupo redobló esfuerzos para controlar pequeñas ciudades y pueblos al oeste de Michoacán, bloqueando importantes caminos y tramos de carretera³⁶. El cártel se apoderó de Aguililla y bloqueó la vía principal que une el municipio con Apatzingán, prohibiendo el ingreso o salida de cualquier persona, incluidos civiles.

Las tropas estacionadas en la base militar de Aguililla fueron reabastecidas en helicóptero para evitar enfrentamientos con el cártel³⁷. La población civil fue la más afectada por la incapacidad del Estado mexicano para hacer frente a esta situación, ya que el bloqueo dificultó la entrada de alimentos y medicinas, lo que se tradujo en muertes y sufrimiento³⁸.

³² Arrieta, 3 de abril de 2022, párr. 1.

³³ Páramo, 9 de agosto de 2019, párr. 3.

³⁴ Nájar, 16 de octubre de 2019, párr. 12.

³⁵ Monroy, 14 de octubre de 2019, párr. 6.

³⁶ Abi-Habib, 4 de mayo de 2022, párr. 17.

³⁷ *Idem*.

³⁸ González, 12 de agosto de 2021, párrs. 14-15.

A un año de la toma de Aguililla, elementos del Ejército, la Guardia Nacional y la Policía de Michoacán entraron al municipio y liberaron tres rutas viales de la región³⁹. Algunas familias desplazadas por la violencia han regresado a sus hogares, pero el panorama no es favorable, pues ¿qué se puede esperar cuando quienes deben mantener el orden y la seguridad carecen de autoridad y huyen al menor contratiempo? Prueba de ello son los videos difundidos en mayo de 2022, en los que los cientos de efectivos que fueron desplegados en Michoacán son perseguidos por civiles armados —presuntos miembros del CJNG— quienes les impidieron instalar un retén en la carretera Cuatro Caminos-Los Olivos⁴⁰.

Con todo y los miles de elementos del Ejército y la Guardia Nacional enviados a Michoacán en 2022, en el primer bimestre del año, el estado se posicionó como el más violento de México, con 484 homicidios dolosos⁴¹. La población de Morelia y Uruapan parece estar de acuerdo, puesto que el 77 % y el 86.6 %, respectivamente, considera inseguro vivir en su ciudad⁴². Ello se ve reflejado en el número de personas desplazadas, que entre 2010 y 2021 asciende a 400,000⁴³.

De las consideraciones vertidas, se desprende que el conflicto entre el CJNG y el Estado mexicano rebasa el umbral de intensidad necesario para registrarse por el DIH. Por tanto, contrario a lo manifestado por AMLO y sus antecesores, la nación atraviesa un CANI. Pero ¿qué sucede si el Estado no lo reconoce como tal? ¿Cuáles son las implicaciones?

La negativa de México a aceptar que en su territorio —o en partes de él— tienen lugar conflictos armados se traduce en la no aplicación del DIH. Ello facilita que un GAO, como el CJNG, utilice medios y métodos de guerra que no se ajustan a este cuerpo normativo, y entorpece la

LAS FORMAS EN QUE LA ORGANIZACIÓN RECLUTA A NUEVOS MIEMBROS SON INGENIOSAS, PUES APARTE DE LAS TRADICIONALES, EL CÁRTEL HA SELECCIONADO A ADOLESCENTES POR MEDIO DE PLATAFORMAS DIGITALES Y VIDEOJUEGOS.

PARA EVITAR LA ENTRADA DE RIVALES, EL CÁRTEL HA TRANSFORMADO CIERTOS MUNICIPIOS DE MICHOACÁN EN AUTÉNTICOS CAMPOS MINADOS, Y TANTO MIEMBROS DE LA MILICIA COMO CIVILES HAN RESULTADO GRAVEMENTE HERIDOS O HAN PERDIDO LA VIDA POR ESTOS ARTEFACTOS.

protección de civiles y de categorías específicas de personas.

Ya en 2020, Salvador Tinajero, coordinador de Derecho Internacional de la Consultoría Jurídica de la Secretaría de Relaciones Exteriores, expresó que las nuevas tecnologías y la presencia de los GAO en los conflictos armados han hecho más compleja la protección de civiles⁴⁴. Empero, ¿cómo se pretende atacar el problema si no se implementa la solución?

La aplicación del DIH otorgaría mayor protección a todas aquellas personas que se juegan la vida cada día en las zonas de conflicto para ejercer la profesión que, de por sí, es la más peligrosa en un país disoluto y sin garantías: el periodismo. En enero de 2021, el reportero y director de Monitor Michoacán, Armando Linares, refirió que exhibir Gobiernos, funcionarios y políticos corruptos llevó a la muerte de su colega Roberto Toledo⁴⁵.

Linares fue asesinado meses después, tras denunciar las amenazas de las que él y su compañero fueron objeto, así como la relación entre células criminales y el Gobierno en Michoacán. Más que ilustrar la ola de violencia contra periodistas a nivel nacional, ambos homicidios demuestran la ineficacia de la política de no confrontación del presidente, la crisis de derechos humanos en México y el riesgo de no aplicar las normas del DIH en situaciones de conflicto.

Como siempre, la población civil es la que más padece los horrores de la guerra, y aunque los GAO deben cumplir todas las normas del DIH aplicables a los CANI, ¿por qué se sentirían obligados a observar tales disposiciones si ni el propio Estado lo hace? Al respecto, el CJNG utiliza armas de efectos indiscriminados, es decir, aquellas que no pueden dirigirse contra un objetivo militar o cuyos efectos no pueden limitarse como exige el DIH⁴⁶.

México es parte del Tratado de Ottawa (que prohíbe el empleo, almacenamiento, producción y transferencia de minas antipersona) y del Protocolo (II) sobre Prohibiciones o Restricciones del Empleo de Minas, Armas Trampa y

³⁹ Monroy, 9 de febrero de 2022, párrs. 1 y 6.

⁴⁰ Jiménez, 12 de mayo de 2022, párrs. 7-8.

⁴¹ Gobierno de México, 17 de marzo de 2022, diapositiva 7.

⁴² INEGI, 19 de abril de 2022, p. 2.

⁴³ Mistler-Ferguson, 3 de marzo de 2022, párr. 7.

⁴⁴ CICR, 3 de diciembre de 2020, párr. 11.

⁴⁵ *El País*, 15 de marzo de 2022, 0:47-1m.

⁴⁶ Norma 71, DIHC.



EL CÁRTEL TAMBIÉN HA UTILIZADO DRONES CARGADOS CON EXPLOSIVOS EN SU LUCHA POR EL CONTROL DE MICHOACÁN

Otros Artefactos. Aun cuando ninguno de estos instrumentos es vinculante para los GAO, sino únicamente para los Estados miembro, el uso de minas antipersona por parte del CJNG es ilícito, habida cuenta que su comportamiento debe ser acorde al DIH y dichas minas son, por naturaleza, indiscriminadas, en la medida en que no pueden distinguir entre combatientes o personas tomando parte directa en las hostilidades y civiles.

Para evitar la entrada de rivales, el cártel ha transformado ciertos municipios de Michoacán en auténticos campos minados, y tanto miembros de la milicia como civiles han resultado gravemente heridos o han perdido la vida por estos artefactos. Desde principios de 2022, el Ejército inició un plan de desminado, pero su trabajo no ha terminado y ello significa que miles de michoacanos deben vivir temerosos por su vida y la de sus familias.

Los drones con explosivos son otro motivo de preocupación. El uso de estos objetos como medio de guerra plantea, en general, cuestiones relativas al principio de distinción y la exposición de la población civil a daños incidentales y sufrimiento innecesario; el problema es que el CJNG ataca a civiles directamente. En enero de 2022, un dron de la célula criminal captó el momento en que bombardeó un campamento de habitantes de El Bejuco, Michoacán. Desde la primera detonación se aprecian personas corriendo presas del pánico. Afortunadamente, algunos pobladores y autoridades locales lograron derribar el aparato teledirigido⁴⁷.

Esa no fue la primera agresión del cártel con drones no tripulados y seguramente no será la última. Desde la segunda mitad de 2021, los enfrentamientos entre el CJNG y Cárteles Unidos se han agravado, y los esfuerzos del Ejército por paliar la situación han sido escasos.

Una vez más, dejando la seguridad del Estado en manos de la organización que se proclama dueña de Uruapan y el resto de los municipios de Michoacán.

CONCLUSIÓN

La respuesta del Estado mexicano a la violencia producida por el CJNG —y por otras organizaciones criminales— es lamentable. Las detenciones de los cabecillas de la célula a finales de 2022, incluido su líder regional, sólo significan una cosa: alguien más ocupará su lugar. Mientras tanto, el grupo sigue expandiendo su poder y presencia dentro y fuera de las fronteras mexicanas.

El Gobierno debe reconocer que el país está en guerra y aplicar la normatividad correspondiente para proteger a las personas que no toman parte directa en las hostilidades y se encuentran en un estado de vulnerabilidad constante. Además, se requiere el apoyo de organizaciones especializadas —como el Comité Internacional de la Cruz Roja y el Llamamiento de Ginebra— para promover y garantizar el cumplimiento del DIH en ambos bandos, pero especialmente en lo que respecta a grupos no estatales, en este caso, el CJNG.



Vania Inclán Regalet

Egresada de la Licenciatura en Derecho de la UDLAP, graduada *summa cum laude*. Ha participado en diversos concursos nacionales e internacionales. En el ámbito

profesional, ha colaborado en la ponencia de la magistrada María Leonor Pacheco Figueroa, en el Segundo Tribunal Colegiado en Materia Administrativa del Sexto Circuito y en la Dirección General de Derechos Humanos de la Suprema Corte de Justicia de la Nación. Actualmente, se desempeña como oficial judicial en el Juzgado Séptimo de Distrito en Materia de Amparo Civil, Administrativo, de Trabajo y de Juicios Federales en el estado de Puebla, encabezado por la jueza Adriana Carmona Carmona.

vania.inclanrt@udlap.mx

47 El Universal, 10 de enero de 2022, párrs. 2-4.

REFERENCIAS

Casos

• Prosecutor v. Dusko Tadić aka «Dule» (Decision on the Defence Motion for Interlocutory Appeal on Jurisdiction), IT-94-1, International Criminal Tribunal for the former Yugoslavia (ICTY), 2 de octubre de 1995. <https://www.icty.org/x/cases/tadic/acdec/en/51002.htm>

• Prosecutor v. Dusko Tadić aka «Dule» (Opinion and Judgement), IT-94-1-T, International Criminal Tribunal for the former Yugoslavia (ICTY), 7 de mayo de 1997. <https://www.icty.org/x/cases/tadic/tjug/en/tad-ts70507JT2-e.pdf>

• Prosecutor v. Ljube Bošković and Johan Tarčulovski (Trial Judgement), IT-04-82-T, International Criminal Tribunal for the former Yugoslavia (ICTY), 10 de julio de 2008. https://www.icty.org/x/cases/boskoski_tarculovski/tjug/en/080710.pdf

• Prosecutor v. Ramush Haradinaj et al. (Trial Judgment), IT-04-84-T, International Criminal Tribunal for the former Yugoslavia (ICTY), 3 de abril de 2008. <https://www.icty.org/x/cases/haradinaj/tjug/en/080403.pdf>

• Normas de Derecho Internacional Humanitario Consuetudinario Comité Internacional de la Cruz Roja (CICR). Norma 71, DIHC. Base de datos del Derecho Internacional Humanitario consuetudinario. https://ihl-databases.icrc.org/customary-ihl/spa/docs/vi_rul_rule71

Tratados

• Protocolo adicional a los Convenios de Ginebra de 1949 relativo a la protección de las víctimas de los conflictos armados sin carácter internacional («Protocolo II»), 8 de junio de 1977, 1125 UNTS 609. <https://www.icrc.org/es/doc/resources/documents/misc/protocolo-ii.htm>

Doctrina

• Comisión Mexicana de Defensa y Promoción de los Derechos Humanos (CMDPDH). Situación de Desplazamiento Interno Forzado en México, 2022. Noti.mx. <https://www.notimx.mx/2022/05/boletin-situacion-de-desplazamiento.html>

• Department of Justice. Justice, Treasury, and State Departments Announce Coordinated Enforcement Efforts Against Cartel Jalisco Nueva Generación, 16 de octubre de 2018. <https://www.justice.gov/opa/pr/justice-treasury-and-state-departments-announce-coordinated-enforcement-efforts-against>

• Gobierno de México. Informe de Seguridad, 17 de marzo de 2022. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/710205/CPM_Informe_de_seguridad_17mar22.pdf

• Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Encuesta Nacional de Seguridad Pública Urbana, Primer Trimestre de 2022. 19

de abril de 2022. https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2022/ensu/ensu2022_04.pdf

• Instituto para la Economía y la Paz (IEP). Índice de Paz México 2022. 2022. <https://static1.squarespace.com/static/5eaa390ddf0dcb548e9dd5da/t/628352adfl41dd50d7005d60/1652773595251/ESP-MPI-2022-web.pdf>

• International Committee of the Red Cross (ICRC). Commentary of 2016 to Convention (I) for the Amelioration of the Condition of the Wounded and Sick in Armed Forces in the Field. Geneva, 12 August 1949. (2016). <https://ihl-databases.icrc.org/applic/ihl/ihl.nsf/Comment.xsp?action=openDocument&documentId=EF5D4375E-2D6EB80C1258115003C1D4A>

• Universiteit Leiden, Grotius Centre for International Legal Studies. La situación de la violencia relacionada con las drogas en México del 2006 al 2017: ¿Es un conflicto armado no internacional? Comisión Mexicana de Defensa y Promoción de los Derechos Humanos (CMDPDH), Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente (ITESO). 2019. <https://www.cmdpdh.org/publicaciones-pdf/cmdpdh-la-situacion-de-la-violencia-con-las-drogas-2006-a-2017.pdf>

Notas periodísticas

• Abi-Habib, M. «El conflicto de nunca acabar»: residentes de Michoacán están atrapados en la guerra de los cárteles». *The New York Times*. 4 de mayo de 2022. <https://www.nytimes.com/es/2022/05/04/espanol/mexico-cartel-michoacan.html>

• Arrieta, C. A. «En Michoacán llevamos 20 años de guerra y ningún gobierno nos ha traído paz». *The Washington Post*. (3 de abril de 2022). <https://www.washingtonpost.com/es/post-opinion/2022/04/03/michoacan-violencia-masacre-narcotrafico-fusilamiento/>

• Comité Internacional de la Cruz Roja (CICR). México: Derecho Internacional Humanitario más vigente que nunca para regular nuevas guerras. 3 de diciembre de 2020. <https://www.icrc.org/es/document/mexico-derecho-internacional-humanitario-mas-vigente-que-nunca-para-regular-nuevas-guerras#:~:text=A%20partir%20de%20la%20Constituci%3%20n,decir%20C%20no%20tiene%20ninguna%20excepci%3%20n.>

• *El País*. «Asesinado Armando Linares en México: El octavo periodista en 2022» [YouTube]. 15 de marzo de 2022. <https://www.youtube.com/watch?v=3KbvgdooPAU>

• *El Universal*. (20 de julio de 2020). «Las armas, los vehículos y todo lo que sabemos del video del CJNG». <https://www.eluniversal.com.mx/nacion/politica/el-video-del-cjng-las-armas-los-vehiculos-y-todo-lo-que-sabemos>

• *El Universal*. «Dron capta momento del ataque con explosivos en Tepalcatepec, Michoacán». 10 de enero de 2022. <https://www.eluniversal.com.mx/estados/dron-capta-momento-del-ataque-con-explosivos-en-tepalcatepec-michoacan>

• *El Universal*. (16 de febrero de 2022). «Campesino muere tras pisar mina colocada por narcos en Michoacán». <https://www.eluniversal.com.mx/estados/campesino-muere-tras-pisar-mina-colocada-por-narcos-en-michoacan>

• García, J. «Más de 250 minas enterradas por el Cartel Jalisco aterrizan la región de Tierra Caliente en Michoacán». *El País*. 19 de febrero de 2022. <https://elpais.com/mexico/2022-02-19/mas-de-250-minas-enterradas-por-el-cartel-jalisco-aterrizan-la-region-de-tierra-caliente-en-michoacan.html>

• Gobierno del Estado de Michoacán. «Firman Gobernador y ACNUR convenio para atender desplazamiento forzado». 23 de noviembre de 2022. [https://www.michoacan.gob.mx/noticias/firman-gobernador-y-acnur-convenio-para-atender-desplazamiento-forzado/#:~:text=Morelia%20Michoac%C3%A1n%20C%2023%20de%20noviembre,Desplazamiento%20Forzado%20Interno%20\(DFI\)](https://www.michoacan.gob.mx/noticias/firman-gobernador-y-acnur-convenio-para-atender-desplazamiento-forzado/#:~:text=Morelia%20Michoac%C3%A1n%20C%2023%20de%20noviembre,Desplazamiento%20Forzado%20Interno%20(DFI))

• González, M. «Aguililla, el pueblo de Michoacán asediado por el narco que se convirtió en epicentro de la violencia incontrolable en México». *BBC News*. 12 de agosto de 2021. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-58169830>

• González, M. «Cómo los carteles en México están usando armas no convencionales como si fueran ejércitos de guerra». *BBC News*. 24 de marzo de 2022. <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-60486794>

• Hernández, A. «CJNG compró equipo militar en California por eBay». *Milenio*. 8 de diciembre de 2020. <https://www.milenio.com/policia/cartel-jalisco-generacion-compro-equipo-militar-ebay>

• Infobae. «Estas son las reglas de oro del CJNG al interior de su violenta legión de sicarios». 11 de diciembre de 2020. <https://www.infobae.com/america/mexico/2020/12/11/estas-son-las-reglas-de-oro-del-cjng-al-interior-de-su-violenta-legion-de-sicarios/>

• Jiménez, B. «Bloquea el CJNG a militares». *Reforma*. 12 de mayo de 2022. https://www.reforma.com/aplicacioneslibre/preacceso/articulo/default.aspx?__rval=1&urlredirect=/bloquea-el-cjng-a-militares/ar2401297?referer=-7d616165662f3a3a6262623b727a7a-7279703b767a783b786d--

• Kahn, C. «Mexico's Dominant Cartel Gains Power, The President Vows 'Hugs, Not Bullets'». *NPR*. 23 de julio de 2020. <https://www.npr.org/2020/07/23/893561899/as-mexicos-dominant-cartel-gains-power-the-president-vows-hugs-not-bullets>

• *Los Angeles Times*. «Presuntos sicarios atacan con mina terrestre a ejército en oeste de México». 31 de enero de 2022. <https://www.latimes.com/espanol/mexico/articulo/2022-01-31/presuntos-sicarios-atacan-con-mina-terrestre-a-ejercito-en-oeste-de-mexico>

• Mistler-Ferguson, S. «Violencia extrema sigue desplazando la población de Michoacán, México». *InSight Crime*. 3 de marzo de 2022. <https://es.insightcrime.org/noticias/violencia-extrema-desplazando-poblacion-michoacan-mexico/>

• Monroy, J. «Michoacán: 14 policías emboscados; en el año han asesinado a 37 agentes». *El Economista*. 14 de octubre de 2019. <https://www.eleconomista.com.mx/politica/Michoacan-14-policias-emboscados-en-el-ano-han-asesinado-a-37-agentes-20191014-0128.html>

• Monroy, J. «Ejército ingresa a Aguililla, Michoacán, y repliega al CJNG y los cárteles unidos». *El Economista*. 9 de febrero de 2022. <https://www.eleconomista.com.mx/politica/Ejercito-ingresa-a-Aguililla-Michoacan-y-repliega-al-CJNG-y-los-carteles-unidos-20220209-0065.html>

• Montenegro, J. L. «Cárteles de la droga mexicanos quieren negociar la paz en Colombia». *Independent en Español*. 23 de marzo de 2022. <https://www.independentespanol.com/noticias/america-latina/mexico-colombia-carteles-droga-guerra-b2042626.html>

• Nájara, A. «El reto a AMLO del Cartel Jalisco Nueva Generación, responsable de la emboscada a policías más mortífera de los últimos años». *BBC News*. (16 de octubre de 2019). <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-50072282>

• Páramo, A. «Cárteles detrás de masacre en Uruapan: Durazo». *Excelsior*. 9 de agosto de 2019. <https://www.excelsior.com.mx/nacional/carteles-detras-de-masacre-en-uruapan-durazo/1329501>

• Scheck, J., Purnell, N. y Horwitz, J. «Facebook Employees Flag Drug Cartels and Human Traffickers. The Company's Response Is Weak, Documents Show». 16 de septiembre de 2021. *The Wall Street Journal*. <https://www.wsj.com/articles/facebook-drug-cartels-human-traffickers-response-is-weak-documents-11631812953>

• Villa y Caña, P., Espino, M. y Morales, A. «Crimen organizado recluta menores como "halcones" a través de videojuegos, alerta SSPC». *El Universal*. 20 de octubre de 2021. <https://www.eluniversal.com.mx/nacion/crimen-organizado-recluta-menores-como-halcones-traves-de-videojuegos-alerta-sspc>

• Voronka, A. «Is Mexico really un a state of conflict?». *International Institute for Strategic Studies*. 12 de mayo de 2017. <https://www.iiss.org/blogs/analysis/2017/05/mexico-state-conflict>



► Efectos del soporte audiovisual en el recuento literal de narrativas. Implicaciones para el testimonio de testigos de hechos vistos y oídos

EFFECTS OF AUDIOVISUAL SUPPORT ON VERBATIM memory recall of narratives

IMPLICATIONS FOR EYEWITNESS AND EARWITNESS TESTIMONY

By: 🎧 Bessy Janine Hernández García · Antonio Rico Sulayes

Hernández García, B. J. y Rico Sulayes, A. (2023). Effects of audiovisual support on verbatim memory recall of narratives. Implications for eyewitness and earwitness testimony. *Entorno UDLAP*, 21

🔄 **Recibido:** 30 de mayo de 2023 ✓ **Aceptado:** 12 de octubre de 2023

📌 ABSTRACT

Verbatim memory can be crucial for testifying at a criminal court case, especially in situations in which the exact words are decisive to characterize or even define a potential crime. Since witnessing conditions may affect this type of memory, this raises the question of whether the exposure to narratives along with visual support, rather than just auditory information, may affect verbatim memory performance. Therefore, we have applied an instrument to evaluate these conditions in a group of participants. Our results show that there is a drastic difference in the precision of verbatim memory when narratives are presented with visual support, compared to narratives in an auditory-only format. The former reaches precision rates over 2.3 times larger, for a much more challenging stimulus over 3.2

times longer. These findings are relevant for the criminal justice system since an eyewitness' testimony on verbatim speech has been proven to be more reliable than that of a witness without visual support.

📌 KEYWORDS:

Forensic linguistics · Verbatim recall · Testimony precision

📌 RESUMEN

La memoria literal puede ser crucial al testificar en corte durante un caso criminal, especialmente en situaciones en las que las palabras exactas son decisivas para caracterizar o incluso definir un crimen potencial. Como las condiciones en que alguien es testigo podrían afectar este tipo de memoria, esto nos plantea la pregunta de si la exposición a narrativas acompañadas de so-



THERE ARE SITUATIONS IN WHICH THE LEGAL SYSTEM WILL RELY ON THE GIST OF WHAT WAS SAID, BUT THERE ARE ALSO CASES IN WHICH IT WILL ONLY ACCEPT VERBATIM MEMORY IN WITNESS TESTIMONIES, CONFESSIONS AND EVIDENCE PERTAINING CONVERSATIONS.



porte visual, en contraste con información únicamente auditiva, podría afectar el desempeño de la memoria literal. Por esto, hemos aplicado un instrumento para evaluar tales condiciones en un grupo de participantes. Nuestros resultados muestran que existe una diferencia drástica en la precisión de la memoria literal cuando una narrativa es presentada con soporte visual, en comparación con un formato sólo auditivo. La primera condición alcanza rangos de precisión 2.3 veces más altos, para un estímulo mucho más desafiante, con una longitud 3.2 veces mayor. Estos hallazgos resultan relevantes para el sistema judicial ya que hemos comprobado que un testigo visual que testifica sobre algo dicho literalmente es más confiable que un testigo sin soporte visual.

◆◆ PALABRAS CLAVE:

Lingüística forense • Memoria literal
• Precisión de testimonio

◆◆ INTRODUCTION

The brain and memory have been intensely studied throughout decades to understand their functions and inner workings. Memory is not only crucial for everyday tasks, but it could also be the determinant for the justice system's decisions in legal cases that involve language crimes like bribery, perjury, threats, or solicitation (Solan & Tiersma, 2005). The importance of language, its recording and recall, can be seen in cases such as *Perrin v. Morgan*, in which a single word complicated the execution of a will and led to the mentioned case¹. In the specific context

of recalling speech, there are situations in which the legal system will rely on the gist of what was said, but there are also cases in which it will only accept verbatim memory in witness testimonies, confessions and evidence pertaining conversations. As defined by the APA Dictionary of Psychology verbatim memory is the “recollection of the exact wording of verbal material (e.g., a conversation, poem, or quotation)” as it was originally said. Exact wording means that there should not be any interference with the person's interpretation of the utterance. However, this level of precision is highly unlikely to happen since “studies [...] suggest that recollections are affected by our current knowledge and feelings about the past event” (Brook, 2021, p. 294), and even more so after a long period of time. When referring to a previous conversation, a person will remember the gist of it instead of reciting it verbatim. Yet, some might try to convince others, and even themselves, that what they are recalling is verbatim. The person reporting a conversation should recognize and acknowledge whether they are quoting, summarizing or paraphrasing since this may have important implications in the legal context.

In Common Law legal analysis, there are cases in which testimonies heavily rely on memory evidence, “on [the] close inspection of the words that were actually used. Often, however, witnesses can't remember the exact words that were spoken” (Solan & Tiersma, 2005, p. 98). There are a number of cases that illustrate judicial reaction regarding these frailties of human memory, such as *Thorn v. Sundstrand Aerospace Corp.* (where one of the parties, months

¹ At the moment of her death, Emily Rose Morgan wrote in her homemade will without professional assistance: “all moneys of which I die possessed of shall be shared by my nephews and nieces now living”. The main contended issue in *Perrin v. Morgan* was whether the testator meant for the term ‘all moneys’ to

encapsulate her whole personal estate. The testator's personal estate was mainly comprised of investments (stocks, shares, debentures, etc.) and it was questioned whether this phrase, ‘all moneys’, was to include these investments.

after his first deposition, tried to change it), or *International Brotherhood of Teamsters, AFL-CIO v. Executive Jet Aviation Inc.* (in which the plaintiff could not spell out the exact words of a conversation the plaintiff had with a witness, but could convey its essence), or *Lovell v. Ponway Unified School District* (where a court held that the exact words of a student who threatened to kill a teacher where not necessary). Since the empirical data that we will use to explore some of these memory frailties is in Spanish, it is important to mention that there are legal cases that deal with verbatim memory in this language. In *US v. De La Jara*, the defendant claimed that his comment to a police officer, *debo llamar yo a mi abogado*, ‘Do I have to call my lawyer?’ / ‘I have to call my lawyer’ was a clear request for counsel, after which interrogation should have ceased. However, both the ambiguous translation of this Spanish phrase into English (it can be either a question or a statement) and the lack of a recording of the interaction raised the main issue in dispute in this case.

Despite all the examples of legal cases that deal with problems derived from human memory weaknesses, it is possible to find law that requires the use of verbatim information, such as the *Jencks Act* (18 U.S.C. § 3500 e) that demands prosecutors to provide defense attorneys with witnesses’ verbatim statements. This code was enacted following *Jencks v. United States*. Another example is the law governing defamation cases, which in many states requires exact words, such as in *New York Civil Practice Law and Rules* (§ 3016 a). Therefore, there seems to be an inconsistency, or at least an ambiguity, regarding the position of judicial bodies about whether human memory is reliable or not.

In theory, remembering verbatim might seem quite logical and not especially hard to do. One can remember dialogues from movies or complete songs because of interest and repetition; something that does not necessarily happen in real-life events. An event is ephemeral, and details disappear from the memory just as quickly as they happen. The brain has a cognitive gap since it cannot retain much information and even less for an extended period of time. As Solan and Tiersma (2005) note, past studies conducted with different stimuli, participants, and methodologies to determine the extent of verbatim memory have proven that the brain is not as successful at recalling verbatim as it is for gist memory. Since the spirit of the law, particularly in the Common Law, usually depends on verbatim memory, then it is crucial to know to what extent a person can recall verba-

tim when exposed to different stimuli. Witnesses testify about events in which they were involved or present in an array of ways. Seeing the actual crime, listening to it, or being relatively close to the scene results in an eyewitness, an earwitness, and a corroborative witness, respectively (Gehl & Plecas, 2016). These different settings may lead to different memory outcomes because of the brain’s recalling nature. From this, we derive the following hypothesis: when exposed to short narratives, if participants have visual support rather than just an audio-only source of information, their verbatim memory recall rates will be higher as a cause of the picture superiority effect, which claims that humans are better at remembering visual input rather than words. In our analysis of this hypothesis, we also explore some of the lateral effects of visual support in reported sentences.

• Gist memory versus verbatim

In a study performed in 1967, Jacqueline Sachs concluded that “we are much better at remembering the gist of what was said than we are at remembering what was actually said” (Solan & Tiersma, 2005, p. 99). The participants “listened to 24 taped passages and, after each passage, heard one recognition test sentence which was either identical to a sentence that had occurred in the passage, or was changed” (Sachs, 1967, p. 437) in meaning, form, substance, and from active to passive voice or vice versa. The participants had to respond whether the sentence was ‘identical’ or ‘changed’ in ‘meaning’ or ‘form’. As expected, there were better retention rates when they heard the test sentence immediately after the original for all test conditions. As the length of the passage reached between 80 to 120 syllables, the rate dropped and the participants were virtually guessing, although the rate was still high when identifying semantic changes. The original form of a sentence is retained for a short amount of time because after a semantic interpretation of a sentence is produced, the sentence is comprehended, and its meaning is stored. “Thus, the memory of the meaning is not dependent on [the] memory of the original form of the sentence” (Sachs, 1967, p. 437).

Sachs’ study is groundbreaking towards the misconception of the brain being able to replicate sentences verbatim. As shown in her study, the brain should not be considered a recording machine, since it is better suited for gist memory. Along the same line, Alan Baddeley, a British psychologist concluded that “verbatim speech remains in memory for two seconds” (Solan & Tiersma, 2005, p. 100). Glannon (2011) found



**AN EVENT IS
EPHEMERAL, AND
DETAILS DISAPPEAR
FROM THE MEMORY
JUST AS QUICKLY
AS THEY HAPPEN.
THE BRAIN HAS A
COGNITIVE GAP
SINCE IT CANNOT
RETAIN MUCH
INFORMATION AND
EVEN LESS FOR AN
EXTENDED PERIOD
OF TIME.**



WHEN A WITNESS IS TESTIFYING ON VERBATIM INFORMATION, WE SHOULD BE WARY ABOUT THE CONDITIONS THAT SURROUNDED HIS OR HER EXPOSURE TO THE ORIGINAL SPEECH EVENT.

that “the fact that none of the amnesiacs [they interviewed] was able to capture the gist of the past suggests that what matters is not only how much we can recall but also how we recall it” (p. 245). Therefore, the brain is better at gist recall since it economizes memories for its storage, ignoring trivial details. These studies, among others (e.g., Hassabis *et al.*, 2007), confirm that it is not possible for the brain to recall verbatim after an extended period of time or after being presented with other stimuli following the exposure to the original material. Hence, when a witness is testifying on verbatim information, we should be wary about the conditions that surrounded his or her exposure to the original speech event.

• The nuts and bolts of brain memory capabilities

As our understanding of how the brain recalls information has been refined by research, this section presents the most important insights that affect our object of study, which is verbatim memory. The brain processes new information in the medial temporal lobe (MTL) and the hippocampus, where eventually it will be stored into the long-term memory. The function of the MTL is to encode, retrieve and consolidate information, transforming short-term into long-term memory. Therefore, memory depends on the individual’s encoding and decoding processes (Morris *et al.*, 1977; Roediger & Blaxton, 1987). In the MTL the experience-derived information creates a connection (known as a *pattern of connection adjustments*) with different brain areas that depend on the senses, namely hearing, smell, taste, touch, and sight. In order for memories to be retrieved, there is a pattern of activation of these senses to recreate the memory, hence, they are heavily influenced by senses and emotions. For example, when recalling a pet dog, the mental image is usually remembered along with other pieces of information such as the sound of its barking, its name, or the softness and smell of its fur. The emotions and the context of events influence the perception of the information

received and its consolidation. This is true to the point that research (Dilevski *et al.*, 2020) has found that emotions are better recalled than the situations in which they emerged. “For example, a person may recall enjoying a colloquium that he or she attended during the previous week, but remember very little of its content” (Levine, 1997, p. 175).

If memories are better recalled than events, then there is a personal bias leading to a faulty recall that is accurate to the recaller’s beliefs, even if it is not accurate to reality. It is also true that emotional reactions are not static and can change over time. The current context also influences the recall of events, as Bartlett (1932) argues: “the past is continually being re-made, reconstructed in the interests of the present” (p. 309). Therefore, if a person is recalling an event that someone asked about, depending on the emotion related to the memory, who is asking and where, the memory could be modified consciously or subconsciously.

• The false-memory effect

At times, the human mind may be reliable, but it can also trick us with the creation of false memories. The first experimental investigation on false memories is credited to Bartlett for research he conducted in 1932 (Roediger & McDermott, 1995). He was able to distinguish “between *reproductive* and *reconstructive* memory. Reproductive memory refers to accurate, rote reproduction of material from memory, whereas reconstructive memory emphasizes the active process of filling in missing elements while remembering, with error frequently occurring” (p. 803). In order to distinguish these types of memories, Bartlett (1932) presented his participants with an Indian folktale and they had to recall it. In 1995 Roediger and McDermott (1995) replicated another pioneering experiment, first presented in Deese’s 1959 research, to recreate a single-trial free recall paradigm. They found that it is likely for people to falsely recall words associated with words previously presented even if they were not included in the experi-

In order for memories to be retrieved, there is a pattern of activation of these senses to recreate the memory,

hence, they are heavily influenced by senses and emotions.



The brain is better at gist recall since it economizes memories for its storage,

ignoring trivial details.

IF A PERSON IS RECALLING AN EVENT THAT SOMEONE ASKED ABOUT, DEPENDING ON THE EMOTION RELATED TO THE MEMORY, WHO IS ASKING AND WHERE, THE MEMORY COULD BE MODIFIED CONSCIOUSLY OR SUBCONSCIOUSLY.

ment. Deese conducted his experiment with 36 lists containing 12 words each. "Each list was composed of the 12 primary associates of a critical (nonpresented) word. For example, for the critical word *needle*, the list words were *thread, pin, eye, sewing, sharp, point, pricked, thimble, haystack, pain, hurt, and injection*" (Roediger & McDermott, 1995, p. 803). The investigators measured the probability with which people would produce the critical word even though it was not part of the 12- or 15-word lists. Roediger and McDermott (1995) found that in the 12-word lists, the critical word was produced 40% of the occasions and 55% in the 15-word lists. Although there was an accurate recognition of the words presented in the list, there was also a striking false recognition of the critical word that was not originally presented. This means that people are likely to think that they were presented information that was not included, as a result of an unconscious association to the stimuli. As previously mentioned, the recalling process requires a pattern of activity in which "subjects may not be able to reconstruct the actual event" (Roediger & McDermott, 1995, p. 811) leading to false recall and recognition. Therefore, the memory they have is based on the encoding, the memory trace or storage process and the information that they might have available when asked.

When asking a person to testify on the precision or truthfulness of another's testimony, there are a number of issues that should be addressed, from the possible inclusion of new available information, to the conditions of the original exposure, to the emotions and expectations of the recaller. Brook (2021) compared gist and verbatim memory in the case study of *R v Farquharson*. The author argues that "investigators, analysts, lawyers, and judges can deal with this issue, but the main thing is to be

aware that memory for conversations is poor, and in particular that people can only be expected to recall the gist” (p. 198). In this case, Farquharson was accused of murdering his three children based on the verbatim testimony of Greg King regarding a conversation that had happened three months before. Farquharson acknowledged that he had had a conversation with King where he had talked badly about his ex-wife, Cindy Gambino, and her new partner. “Greg King claims to recall verbatim sentences, while Robert Farquharson provides a gist version of the conversation, without attempting to question the verbatim memory of King” (Brook, 2021, p. 198). The specific comment in dispute was a sentence reported by King assuring that Farquharson said that he would ‘Pay [Cindy Gambino] back big time’. The Court of Appeals considered the verbatim sentences presented by King as more reliable, although research has repeatedly found that verbatim memory might not be accurate and may be tainted by the recaller’s perceptions and assumptions (Ley, 1979; Gibbs, 1999; Davis & Friedman, 2005; Schacter, 2012). A speaker can intend a certain speech act, and the interlocutor could interpret it differently, thus creating the tendency to misremember (Holtgraves, 2008). In the legal field, this could have decisive implications. In spite of this, Farquharson’s report based on gist memory, in which he stated that he did not threaten to kill his children saying ‘pay back’ was rejected. The court accepted King’s version although

memory research strongly suggests that Farquharson would not have been able to recall the particular sentences used, so how can he deny using those words? He denied the gist, but he was in no position to deny the words. The expectation of the court was that he should recall and deny specific words. (Brook, 2021, p. 296)

As it has been reported by researchers, a person cannot retain long-term the details of a conversation, much less verbatim speech, since the mind economizes the memories by storing them in gist. Research has also concluded that there are emotions and belief biases in memory (Dilevski *et al.*, 2020; Levine, 1997). Therefore, when testifying, witnesses might create a false memory to remain consistent with their perception of the case. Regardless of the precision of the memory, a testimony could be modified to persuade the jury, the judge, or the

DEPENDING ON THE TYPE OF EXPOSURE, VERBAL REPRESENTATIONS ARE STORED IN THE LOGOGEN PATHWAY WITHIN THE MEMORY, WHEREAS IMAGINAL REPRESENTATIONS ARE STORED IN IMAGEN PATHWAYS.

witnesses themselves that a certain event happened a certain way.

• The picture superiority effect

In a related vein of research that is particularly important to our study, it has been shown that the memory is better at remembering pictures rather than words. This is something that has been called the *picture superiority effect* (PSE). Paivio *et al.* (1968) and Paivio and Yarmey (1995) thoroughly researched this aspect of memory and found that pictures of objects had a higher recall rate than their names. Their interpretation for why pictures are more effectively stored or retrieved from short and long-term memory has to do with the way images are processed and stored in memory. For the authors, “pictures of familiar objects can be readily coded and stored in memory in a verbal form and, in addition, they associatively arouse concrete memory images of the things they represent” (p. 138). Depending on the type of exposure, verbal representations are stored in the logogen pathway within the memory, whereas imaginal representations are stored in imagen pathways. In the process of recalling, the specific pathways are triggered. If the stimulus is verbal, it is first stored in the logogen pathway and then a corresponding image is created by the mind and stored in the imagen pathways. The same happens the other way around if the stimulus is pictorial. “Because these two forms of representation are independent, the two codes can have additive effects; that is, memory will tend to be better for items represented in two codes than those represented in a single code” (Ensor, *et al.*, 2019, p. 183). Therefore, a verbal description such as an audio, when supported by images, is a dual-code which has the advantages of “reducing the time taken to understand, im-

proving the ease of understanding, and contributing to maintenance of memory” (Matsuki-Muramoto, *et al.*, 2020, p. 748). The PSE can easily create verbal material for the logogen pathway, in contrast to words, for which it takes longer to create an image representation in the imagen pathway. An only audio stimulus is one code that goes to the logogen pathway and fills the imagen pathways with mental created images. As this creation of mental images does not always occur, the “dual-coding theory argues that subjects are more likely to name a picture than they are to imagine a word’s referent” (Ensor *et al.*, 2019, p. 183).

Based on the studies we have just summarized, we want to explore how both veins of research, on one hand, verbatim and gist memory and, on the other, PSE, can influence each other when individuals are asked to recall verbatim speech that has a visual support in comparison to verbatim speech that has an only-audio stimulus. Although there has been research conducted on verbatim free recalling of word lists, utterances and on PSE, to the best of our knowledge, there is no literature that targets the effect of a short narrative with visual support in a verbatim speech recall. The conditions that we have conducted research on are important to understand the differences between the testimony of an earwitness against that of an eyewitness. This study should be particularly useful to inform legal investigation and judicial decisions regarding cases in which witnesses were exposed to both language and visual information supporting speech. We believe that these conditions may actually be some of the most common in the real-life setting where a crime usually takes place.

audio in the European variety of Spanish that were played once. The video, with a 1:59 min duration, is about a college girl’s daily routine, in which she does her activities while simultaneously describing them. This video was chosen so participants could receive a clear visual and oral stimulus for a particular real-life narrative of simple common events. In the audio, with a 0:37 min duration, a young man is talking about his daily routine. The audio is shorter in length because, as it only contains speech without a visual support, we assumed that an audio closer in length to our video would be too difficult to remember. As it will be discussed later, this assumption was proved to be right, since the recall rates for the audio were significantly lower in spite of the fact that the video was over 3.2 times longer. Both stimuli were about a daily routine because this type of narrative is rich in meaningful events and

It generally has been assumed that the act of remembering materials rich in meaning gives rise to reconstructive processes (and therefore errors), whereas the act of remembering more simplified material (e.g., nonsense syllables word lists) gives rise to reproductive (and thus accurate) memory. (Roediger & McDermott, 1995 p. 803)

In order to study the short-term verbatim storage, the participants were first told to watch the video, report on its contents, and then listen to the audio, and report on its contents too. Namely, they were instructed to orally recall verbatim immediately after each exposure. During the oral verbatim reproduction of each narrative, the participants were recorded with the audio application Audacity.

Once all 20 narratives (2 per participant) were recorded, they were transcribed and analyzed. The verbatim speech was examined in detail comparing it to the original transcription. For the audio-only experiment, table 1 shows in the first column on the left the full transcript of the audio. The second column shows the transcription of what participant 1 said. In this same table, the third column includes a word count



**THE RECALL
RATES FOR THE
AUDIO WERE
SIGNIFICANTLY
LOWER IN SPITE OF
THE FACT THAT THE
VIDEO WAS OVER
3.2 TIMES LONGER.**

METHODOLOGY

This study was performed within a relatable and low-stakes controlled context as a first attempt to analyze the verbatim memory of events rich in meaning. We collected data from 10 Spanish speakers within the age range of 21 to 26. The materials used as prompts were a video and an

FORMULA 1

Precision=

Number of words correctly reproduced

Total number of words in original speech

22

«

THE DATA COLLECTED FROM THE 10 PARTICIPANTS SHOWS A SUPERIOR RECALL ON VERBATIM SPEECH MEMORY WHEN THEY WERE EXPOSED TO THE AUDIOVISUAL STIMULUS, AS IT WAS PREDICTED IN THE HYPOTHESIS.

of the verbatim recall, and the fourth column, a word count of the original transcript. The last column on the right represents the precision rate, which was calculated dividing the number of words correctly reproduced in each narration by the total number of words in the original speech (see Formula 1).

The use of precision, as measured in the above formula, is common in many computational linguistics tasks, such as sentence identification, syntactical parsing (Jurafsky & Martin, 2008) and text classification (Jurafsky & Martin, 2022). Table 1 shows the application of this formula individually for each sentence in the recall of the audio-only stimulus for our first participant. It also shows also shows the original transcript from the auditory-only stimulus versus the words reproduced by the participant, with both emphasized when the words were recalled verbatim. At the bottom of the table, the calculation of the accumulated precision recall rate for the entire stimulus has been included as well.

• **Analysis and results**

The calculation of the precision for a whole narrative is shown for each participant in table 2. This table shows the number of words correctly reproduced in each narrative, which divided by the total number of words in the passage shown in the top line, produces the the results shown in table 2. This table also shows the words correctly reproduced for each narrative and the accumulated precision recall rate for all narratives of some type for the 10 participants.

The data collected from the 10 participants shows a superior recall on verbatim speech memory when they were exposed to the audiovisual stimulus, as it was predicted in the hypothesis, based on previous related studies, such as PSE research. The percentage of words reproduced accurately was twice as large with the audiovisual support, which obtained an overall 0.3614 precision rate, when compared to the precision achieved in the reproduction of the audio, with a 0.1562 overall precision rate. These results were obtained regardless

Table 1. Transcription and evaluation of the recall on an audio stimulus.

Transcript	Participant 1	# Words reproduced	# Words	Precision recall rate
Yo hago muchas actividades todos los días.		0	7	0
Voy a la escuela en la mañana.	Me levanto y voy a la escuela	4	7	0.5714
Después de regresar, almuerzo y descanso por una hora.	Regreso de la escuela y desayuno.	1	9	0.1111
Luego hago mis tareas y estudio para el día siguiente.	Después de eso me pongo a hacer mis tareas, deberes, quehaceres de la casa.	2	10	0.2
Me gusta ver televisión y jugar videojuegos.	Y ya que puedo me gusta ver televisión o jugar videojuegos.	6	7	0.8571
También me gusta practicar deportes como fútbol y béisbol de vez en cuando.		0	13	0
Siempre ayudo a limpiar la casa, lavar los trastes y hacer los quehaceres en la casa.	deberes, quehaceres de la casa.	3	16	0.1875
A veces voy al cine con mis amigos o jugamos juntos.		0	11	0
Total		16	80	0.2

of the fact that the video was over 3 times as long as the audio in terms of duration time (119 seconds compared to 37 seconds in the audio) and twice as long in terms on words (161 words compared to 80 words in the audio). This confirms that the decision we made to choose a much shorter audio was a convenient one, since using an audio as long as the video in terms of duration or number of words might have been too detrimental in order to present the results.

The study may have also been influenced by the *concreteness effect* present when recalling concrete words and phrases from an audio. Something that should also have been present in the visually-supported video. Since “the probability of dual coding (and recall) decreases from pictures to concrete words to abstract words” (Ensor *et al.*, 2019, p. 183). The video probably aided the participants when they forgot the words, as they could remember the images, and so they could recall what they were missing. Due to this, participants seemed to be more confident when recalling verbatim the audiovisual stimulus and for the audio they were rather unsure, nervous, and disappointed, as they were not able to recall as much as they had for the video.

It is worth noting that there are also some negative side effects to using visual support in

the verbatim recall task. There were instances where the participants experienced interference as they inferred information based on what they saw in the video. For example, in the original narrative, the woman said *tostadas*, a variant from Spain for ‘toast’, but most participants reported this piece of information in their Mexican variant as *pan tostado*. However, this negative effect was not a problem for all participants. For some of them it was the opposite, maybe because the Peninsular Spanish variant stood out to them making it easier for them to remember verbatim words like *tostadas*, ‘toast’, *coger*, ‘take’, *autobús*, ‘bus’, or *me ducho*, ‘I take a shower’, which are different in Mexican Spanish (*pan tostado*, *tomar*, *camión* and *me baño*, respectively). In this sense, when the woman’s narrative mentioned ‘I take the bus’, she used the European Spanish variant *cojo el autobús*, and actually half of the participants reported this action with the verb *coger* and only three participants said it with the Mexican expression, *tomar el camión/autobús*.

There were other alterations that were not influenced by geographical dialect. Two participants said *a las 12 de la noche*, ‘12 at night’ instead of *a la medianoche*, ‘at midnight’. Although these utterances are semantically similar, they are not verbatim. Several partic-



THERE WERE INSTANCES WHERE THE PARTICIPANTS EXPERIENCED INTERFERENCE AS THEY INFERRED INFORMATION BASED ON WHAT THEY SAW IN THE VIDEO.

Table 2. Precision in the two narratives for each participant.

Participants	___/161 Total words	Audiovisual precision recall rate	___/80 Total words	Audio precision recall rate
Participant 1	64	0.39751	16	0.2
Participant 2	34	0.21118	16	0.2
Participant 3	55	0.3416	21	0.2625
Participant 4	60	0.3726	9	0.1125
Participant 5	64	0.3975	20	0.25
Participant 6	77	0.4782	4	0.05
Participant 7	96	0.5962	3	0.0375
Participant 8	22	0.1366	19	0.2375
Participant 9	64	0.3975	11	0.1375
Participant 10	46	0.2857	6	0.075
Average total	58.2	0.3614	12.5	0.1562

**IT CAN BE ASSUMED THAT IN A LESS RELATABLE
CONTEXT AND IN A HIGH-STAKE SCENARIO LIKE
A JUDICIAL COURT, WITNESSES WILL HAVE MORE
ERRORS WHEN RECALLING.**

**THE MEMORY OF AN EVENT IS NOT SO MUCH
REPRODUCTIVE BUT RATHER RECONSTRUCTIVE,
WHERE WITNESSES MAY MAKE UP INFORMATION
OR FALSELY RECALL, AS A WAY TO FILL IN THE
NATURAL COGNITIVE GAP.**

**EVEN IF WITNESSES MAY JUST BE TRYING TO
HELP, JUDGING THEIR VERBATIM TESTIMONY AS
INFALLIBLE IS NOT APPROPRIATE NOR ETHICAL
IN THE CONTEXT OF CRIMINAL INVESTIGATION,
WHERE PEOPLE'S LIFE MAY BE AFFECTED BY A
WRONGED JUDICIAL DECISION.**

ipants added more connectors than the ones the woman used in her original narrative, such as *de ahí*, 'from there/then', *después*, 'later/afterwards', *después de eso*, 'after that', and *luego*, 'then'. There were also instances where the participants had a hard time saying the information verbatim, conjugating in first person as in the original narrative, and instead they conjugated in third person, thus using reported speech. For example, the participants said *se levanta*, 'she gets up', instead of *me levanto*, 'I get up'. There was only one participant that reported some activities that were not mentioned or shown in the video: *de ahí me cepillé los dientes*, 'then I brushed my teeth' and *almuerzo arroz*, 'I eat rice for breakfast'.

When the woman talked about her master's degree, only one participant was able to recall it verbatim. The other nine uttered something semantically related to the field originally mentioned. She said *el máster en estudios ingleses*, 'the master's in English studies'. The participants gave the following alternative options: *el máster en lenguas*, *una maestría de lingüística*, *la maestría en lengua inglesa*, *un máster de inglés*, *el máster en estudios de inglés*, *mi máster de lengua inglesa*, *el máster en lenguas inglesas*. In this case, we can first observe the influence of the participants' Mexican Spanish variety, in which for a master's degree it is more common to say *maestría*, than to say *máster*, although the latter is also possible. As to the field of study, it is interesting to see that there are several different reports (*lenguas*, 'languages', *lingüística*, 'linguistics', *lengua(s) inglesa(s)*, 'English language(s)', *inglés*, 'English', and *estudios de inglés*, 'English language studies'), but they all fall within the same semantic field.

It is also worth noting that, in general, the participants remembered most of the activities listed in the video. Even if they did not recall them verbatim, they remembered the various activities mentioned in the daily routine narratives. Therefore, this part of our experiment clearly supports the argument, previously presented in the literature, that gist memory prevails over verbatim memory. As to the latter, the average recall was 58.2 words from a 161 total, which

is quite high when compared to the audio recall of 12.5 words from an 80 total.

For the audio, it was common for the participants to infer the information said since they only had their auditive memory to rely on. Most were not able to describe the gist of the activities performed by the speaker, much less recall verbatim. Some were only able to say two or three sentences, or even only a few correct words, and some made up information, probably in an attempt to say something, even though they did not remember clearly. As an example, we can comment on a specific short sentence: *Voy a la escuela en la mañana*, 'I go to school in the morning'. One of the participants made it a longer sentence, *Voy camino a la universidad, tomo mis clases*, 'I am on my way to school, I take my classes'. Maybe the participant felt that adding more detail, would make his report seem more credible, although credibility was not being tested, but verbatim recall. The young man in the audio said *me gusta*, 'I like', for a couple of activities in his daily routine, watching television and playing videogames. One of the participants said *me gusta* for almost all of the eight activities listed in the routine audio. In the audio the man also said, *ayudo a limpiar la casa*, 'I help to clean the house'. The same participant inferred that the young man helps in *escombrar*, 'cleaning/clearing out'. Certainly, *escombrar*, which means cleaning and throwing out things that are no longer useful or are trash, is an evocative for *limpiar*, 'cleaning', but conveys extra information. The man in the audio said that he went to *la escuela*, 'school'. Two participants chose the synonym *colegio* and one said *universidad*, 'university/college'. One participant said *voy al gimnasio*, 'I go to the gym', which is something the speaker did not say in the audio. Seven participants were able to recall that the young man liked to do sports and mentioned one or more of the sports listed. Four remembered he likes playing videogames.

CONCLUSION

The results from the collected data support the conclusion that the picture superiority effect is one of the reasons why, when participants have

visual support rather than just an audio, their verbatim recall results are higher. The stimuli, being daily routine narratives, was rich in meaning making it challenging to remember, but the texts were relatable to the participants to some extent, as they are also young college students. Even though some participants were not confident in recalling verbatim, that did not seem to influence the outcome. Interestingly enough, participant 7 was very nervous and yet had the best audiovisual recall rate.

The current investigation is relevant in the legal context since the recall of a daily routine is a common reconstructive memory that can relate to that of recalling an event in a crime scene and testifying about it. In this investigation the participants could relate to the audiovisual and audio and were asked in a low-stake scenario, and even so, they still had trouble remembering. Therefore, it can be assumed that in a less relatable context and in a high-stake scenario like a judicial court, witnesses will have more errors when recalling.

For this study, it would not be accurate to ask people to free recall lists of words or images. Real life, at least in the legal context just mentioned, does not usually require people to remember things like lists of words. We believe that our research design tests a more realistic scenario where people will try to recreate verbatim an event they saw or heard. *Thorn v. Sundstrand Aerospace Corp.*, *International Brotherhood of Teamsters, AFL-CIO v. Executive Jet Aviation Inc.*, *Lovell v. Ponway Unified School District*, and *US v. De La Jara* are good examples of legal cases in which one of the involved parties testified about language they either heard or produced in their interactions with others, where visual input was part of the context.

At the same time, our results also show that the memory of an event is not so much reproductive but rather reconstructive, where witnesses may make up information or falsely recall, as a way to fill in the natural cognitive gap. This is acknowledged by judge Richard Poster in *Thorn v. Sundstrand Aerospace Corp.*, where a witness wanted to change his deposition after months because "What he tried to do, whether or not honestly, was to change his deposi-

tion from what he said to what he meant.” In the context of our experiment, the participants did not only rely on their auditive memory, the images in the video helped them create a back-up memory when they forgot verbatim speech. It can be assumed that a similar thing would take place with an eyewitness versus an earwitness, who only heard the event either directly or through some audio device. Therefore, the advantage derived from having visual support should also be seen with caution as it may result in false recalls.

Some limitations of this investigation are that the age group of the participants was limited. All participants were university students in their early twenties. The test was performed with students from the same university, although they were pursuing different majors. All participants are Mexicans currently living in the state of Puebla. Also, the audiovisual material was spoken in European Spanish whereas the audio was a in more standard, Latin American Spanish. An important aspect to have in mind is that a study cannot recreate the reactions that a person might have when experiencing a real-life event that generates strong emotions, such as a crime that has the potential to modify people’s memory capabilities (Solan & Tiersma, 2005).

The present study is a first attempt to explore a complex phenomenon that requires future research. As a starting point, we considered relevant to control as many variables as possible like the age, background, level of study, nationality, and they language variant. And in the execution of the experiment, we controlled the time between the exposure to the stimuli and its recall. The effects of various relevant conditions should be tested, such as the influence of other languages, other sources of meaning-loaded materials like criminal events either real or fictional, di-



Bessy Janine Hernández García

Has a BA in Languages from the Languages Department at Universidad de las Américas Puebla, in Cholula, Mexico. She was the editor-in-chief for magazine *Repentino*, which won the Silver Crown Award granted by Columbia Scholastic Press Association in 2019. Among her interests are forensic linguistics and psycholinguistics.
bessy.hernandezga@udlap.mx



Antonio Rico Sulayes

Obtained a PhD in Computational Linguistics from Georgetown University (2012) in Washington DC. He has authored over 40 research articles and three books. Rico-Sulayes is a senior associate professor at Universidad de las Américas Puebla, in Cholula, Mexico. Among his interests are language technologies and lexical studies.
antonio.rico@udlap.mx

verse age groups or people belonging to different socioeconomic backgrounds.

Regarding the criminal justice system, this study has brought out important insights. If the witness was present and able to see the event he or she is to testify on, he or she will have better verbatim recall rates than someone who just heard linguistic information, as an earwitness who did not see the event at all. When testifying or even recalling in a seemingly unharmed situation, people tend to say more than what they heard, probably to be useful or just to make a good impression. Even if witnesses may just be trying to help, judging their verbatim testimony as infallible is not appropriate nor ethical in the context of criminal investigation, where people’s life may be affected by a wronged judicial decision.

REFERENCES

- American Psychological Association. (2022). Verbatim memory. *APA Dictionary of Psychology*. Retrieved from <https://dictionary.apa.org/verbatim-recall>
- Bartlett, F. C. (1932). *Remembering: A study in experimental and social psychology*. Cambridge University Press.
- Brook, C. (2021). A false memory trap: Verbatim vs gist memories on trial. *Alternative Law Journal*, 46(6), 293-298. DOI: 10.1177/1037969X211009969.
- Davis, D., & Friedman, R. D. (2005). Memory for conversation: The orphan child of witness memory researchers. In M. P. Toglia, J. D. Read, D. F. Ross, & R. C. L. Lindsay (Eds.), *Handbook of eyewitness psychology: Vol. 1. Memory for events* (pp. 3-52). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Dilevski, N., Paterson, H., Walker, S., & Van Golde, C. (2020). Adult memory for specific instances of a repeated event: a preliminary review. *Psychiatry Psychology and Law* 28(5), 711-732. <https://doi.org/10.1080/13218719.2020.1837031>
- Ensor, T. M., Surprenant, A. M., & Neath, I. (2019) Increasing word distinctiveness eliminates the picture superiority effect in recognition: Evidence from the physical-distinctiveness account. *Memory & Cognition*, 47, 182-193.
- Glannon, W. (2011). The Neuroethics of Memory. En S. Nalbatiam, P. Matthews, & J. McClelland (Eds.), *The Memory Process: Neuroscientific and Humanistic Perspectives* (pp. 233-251). The MIT Press.
- Gehl, R. & Plecas, D. (2016). *Introduction to Criminal Investigation: Processes, Practices and Thinking*. New Westminster, BC: Justice Institute of British Columbia.
- Gibbs, R. W., Jr. (1999). *Intentions in the experience of meaning*. Cambridge University Press.
- Habla Manana. (2019, October 29). *Mi rutina diaria. Español Básico A1-A2. Mi día* [Video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=B8hbp0BIWxw>.
- Hassabis, D., Kumaran, D., Vann, S. D., & Maguire, E. A. (2007). Patients with hippocampal amnesia cannot imagine new experiences. *PNAS*, 104(5), 1726-1731. <https://doi.org/10.1073/pnas.0610561104>
- Holtgraves, T. (2008). Conversation, speech acts, and memory. *Memory & Cognition*, 36(2), 361-374. DOI: 10.3758/MC.36.2.361
- International Brotherhood of Teamsters, AFL-CIO v. Executive Jet Aviation Inc., 53 F.3d 331 (6th Cir. 1995).
- Jencks Act (18 U.S.C. § 3500).
- Jencks v. United States, 353 U.S. 657 (1957).
- Jurafsky, D., & Martin, J. H. (2008). *Speech and Language Processing: An Introduction to Language Natural Processing, Computational Linguistics, and Speech Recognition* (2nd ed.). Upper-Saddle River, NJ: Pearson-Prentice Hall.
- Jurafsky, D., & Martin, J. H. (2022). *Speech and Language Processing: An Introduction to Language Natural Processing, Computational Linguistics, and Speech Recognition* (3rd ed.). Upper-Saddle River, NJ: Pearson-Prentice Hall.
- Levine, L. (1997). Reconstructing Memory for Emotions. *Journal of Experimental Psychology: General*, 126(2), 165-177. DOI: 10.1037/0096-3445.126.2.165
- Ley, P. (1979). Memory for medical information. *British Journal of Social & Clinical Psychology*, 18, 245-255.
- Lovell v. Ponway Unified School District, 90 F.3d 367, 374, (9th Cir. 1996).
- Matsuki-Muramoto, Y., Ogasawara, M., Kawamoto, T., Yamaji, K., & Tamura N. (2020). Picture superiority effect as one of the potential advantages of musculoskeletal ultrasound complementation of verbal explanation. *Modern Rheumatology*, 30(4), 748-751.
- Morris C. D., Bransford, J. D. & Franks, J. J. (1977); Levels of processing versus transfer appropriate processing. *Journal of Verbal Learning & Verbal Behavior*, 16, 519-533.
- New York Civil Practice Law and Rules. Retrieved from <https://codes.findlaw.com/ny/civil-practice-law-and-rules/>
- Paivio, A., Rogers, T. B., & Smythe, P. C. (1968). Why are pictures easier to recall than words? *Psychonomic Science*, 11(4), 137-138.
- Paivio, A. & Yarmey A. D. (1995) Pictures versus words as stimuli and response in paired-associate learning. *Psychonomic Science*, 5(6), 135-136.
- Perrin v. Morgan, (1943) AC 399.
- Roediger H. L. & Blaxton, T. A., (1987). Effects of varying modality, surface features, and retention interval on priming in word-fragment completion. *Memory & Cognition*, 15, 379-388.
- Roediger, H. L. & McDermott, K. (1995). Creating False Memories: Remembering words not presented in lists. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 21(4), 803-814.
- Sachs, J. (1967) Recognition memory for syntactic and semantic aspects of connected discourse. *Perception & Psychophysics*, 2, 437-442. <https://doi.org/10.3758/BF03208784>
- Schacter, D. L. (2012). Constructive memory: past and future. *Dialogues in Clinical Neuroscience*, 14(1), 7-18. <https://doi.org/10.31887/DCNS.2012.14.1/dschacter>
- Solan, L. M. & Tiersma, P. M. (2005). *Speaking of Crime: The Language of Criminal Justice*. University of Chicago Press.
- SpanishLearningLab. (2013, October 30). *La Rutina - Describing Your Daily Routine in Spanish* [Audio]. SpanishLearningLab. www.spanishlearninglab.com/daily-routine-in-spanish.
- Thorn v. Sundstrand Aerospace Corp., 207 F.3d 383, 388-89 (7th Cir. 2000).
- US v. De la Jara, 973 F.2d 746 (9th Cir. 1992).



► The voice of emerging economies in the G20
In search of more inclusive global governance

La voz de las ECONOMÍAS EMERGENTES EN EL G20

En búsqueda de una gobernanza global más inclusiva

Por: 🗣️ Gisele Fernández Ludlow · Bárbara Magaña Martínez



Fernández Ludlow, G. y Magaña Martínez, B. (2023). La voz de las economías emergentes en el G20: en búsqueda de una gobernanza global más inclusiva. *Entorno UDLAP*, 21

➡️ **Recibido:** 19 de septiembre de 2023 ✓ **Aceptado:** 12 de octubre de 2023

RESUMEN

El G20 ha evolucionado para consolidarse como uno de los foros de cooperación más relevantes para los países desarrollados y emergentes que se ha adaptado para responder a los retos globales. Desde 2022, el G20 tiene un ciclo de cuatro presidencias consecutivas de economías emergentes, lo cual ofrece una oportunidad adicional para fortalecerlo como un mecanismo más inclusivo para la coordinación económica y política mundial.

Este artículo ofrece una descripción del funcionamiento y la representatividad del G20, analiza la influencia de los países en desarrollo en su agenda, e identifica sus oportunidades. Finalmente, argumenta que el éxito futuro del G20 radica en la incidencia de las economías emergentes para continuar avanzando con sus prioridades de desarrollo. Este foro debe permanecer como un instrumento eficaz, capaz de responder a las necesidades apremiantes de aquellos países más impactados por las crisis

contemporáneas y construir una gobernanza global más incluyente.

PALABRAS CLAVE

G20 • Economías emergentes • Países en desarrollo • Gobernanza global • Desarrollo sostenible

SUMMARY

The G20 has evolved to establish itself as one of the most relevant forums for cooperation among developed and emerging countries, adapting to respond to global challenges. Since 2022, the G20 has a cycle of four consecutive presidencies from emerging economies, which offers an additional opportunity to strengthen it as a more inclusive mechanism for global economic and political coordination.

This article provides an overview of the functioning and representativeness of the G20, analyzes the influence of developing countries on its agenda, and identifies its opportunities.

— Las opiniones expresadas por las autoras son a título personal y no reflejan la posición oficial de la Secretaría de Relaciones Exteriores.



1 El G20 está integrado por 19 países: Alemania, Arabia Saudita, Argentina, Australia, Brasil, Canadá, China, Estados Unidos, Francia, India, Indonesia, Italia, Japón, México, Reino Unido, República de Corea, Rusia, Sudáfrica y Turquía, y la Unión Europea.

2 El ciclo se refiere a las presidencias del G20 por parte de Indonesia en 2022, la de India en 2023, la de Brasil en 2024 y la de Sudáfrica en 2025.



Finally, it argues that the future success of the G20 lies in the influence of emerging economies to continue advancing their development priorities. This forum must remain an effective instrument capable of responding to the pressing needs of those countries most affected by contemporary crises and building a more inclusive global governance.

◆ KEYWORDS

G20 • Emerging economies • Developing countries • Global governance • Sustainable development

◆ INTRODUCCIÓN

El Grupo de los 20¹ (G20) es un poderoso mecanismo de gobernanza global que reúne a países tanto desarrollados como en desarrollo. Su misión principal es servir como un foro de diálogo y cooperación, donde los líderes de las principales economías se unen para abordar desafíos económicos y financieros a nivel mundial. Las decisiones y políticas acordadas en el G20 tienen un impacto directo en nuestra vida cotidiana, ya que influyen en la economía global, la estabilidad, el desarrollo sostenible y la cooperación entre naciones.

Este artículo busca demostrar que los países en desarrollo desempeñan un papel fundamental dentro del G20. Actúan como puentes en la construcción de consensos y proponen soluciones constructivas, incluso en medio de las tensiones geopolíticas. La actual serie de cuatro presidencias consecutivas de economías emergentes², que comenzó en 2022, representa una oportunidad única para impulsar las prioridades de desarrollo y la cooperación internacional de los más vulnerables, con el objetivo de alcanzar una gobernanza global más justa, equitativa e incluyente.

• El funcionamiento del G20: un mecanismo de diálogo y acción global

El G20 comenzó en 1999 como un foro global de discusión económica y financiera. Tras la crisis económica y financiera mundial de 2007, el G20 elevó su nivel de participación a jefes de Estado o Gobierno. Esto marcó su preeminencia como el principal foro para la cooperación económica internacional respecto al G8 (ahora G7) debido a su representación más amplia.

Los miembros del G20 representan una parte significativa del mundo, con el 85 % del PIB, el 80 % de la inversión, el 75 % del comercio y el 66 % de la población mundial. Además, al incluir a los 27 países de la Unión

Europea junto con otros 19 miembros, el grupo representa casi una cuarta parte de los países miembros de la Organización de las Naciones Unidas (ONU).

En su nueva etapa, el G20 se ha comprometido a hacer del crecimiento económico sostenible e inclusivo el núcleo de su agenda. El foro amplió su agenda reconociendo que el desarrollo y la inclusión social son fundamentales para lograr un crecimiento económico sostenible.

En los últimos diez años, la agenda de desarrollo del G20 se ha centrado en temas clave como la inversión en infraestructura, la creación de empleo, la inclusión financiera, el desarrollo sostenible, la salud, la agricultura, la energía, el medioambiente, el cambio climático y la lucha contra la corrupción.

El G20 opera bajo el principio del consenso, lo que significa que todas las decisiones deben contar con el acuerdo de todos sus miembros. Aunque no tiene un mecanismo de cumplimiento o supervisión, sus decisiones generan un impulso positivo que influye en otros foros y motiva a los países y actores a adoptar políticas alineadas con las decisiones del G20. Asimismo, identifica nuevos temas en la agenda internacional (*agenda setter*) y crea normas —formales o informales— que rigen la acción internacional (*rule maker*).

Es relevante diferenciar al G20, que es un foro de organismos internacionales como la ONU o la OCDE, el G20 es más flexible en su proceso y estructura, lo que le permite actuar con agilidad. La falta de una burocracia permanente y un presupuesto anual lo distingue de otros organismos.

Esto ha permitido que el G20 cuente con métodos de trabajo flexibles que facilitan la toma de decisiones. Su trabajo se divide en dos canales (*tracks*): el de finanzas y el de *sherpas*, emisarios personales de los líderes de cada país, que encabezan el canal político. En el canal de finanzas operan actualmente ocho grupos de trabajo y en el canal de *sherpas*, quince³. Este último cuenta con tres iniciativas a partir de 2024: 1) *Task Force* sobre Establecimiento de una Alianza Mundial contra el Hambre y la Pobreza; 2) *Task Force* sobre Movilización Global con-

3 Agricultura, Anticorrupción, Comercio e Inversión, Cultura, Desarrollo, Economía Digital, Educación, Empleo, Empoderamiento de la Mujer, Transiciones Energéticas, Investigación e Innovación, Medio Ambiente y Sostenibilidad Climática, Reducción del Riesgo de Desastres, Salud, y Turismo

DIAGRAMA DEL FUNCIONAMIENTO DE LOS DOS CANALES DEL G20

CANAL DE FINANZAS

Ministros de finanzas
y gobernadores de los
bancos centrales



8 grupos
de trabajo

CANAL DE SHERPAS

Representantes



15 grupos
de trabajo

tra el Cambio Climático; y 3) la Iniciativa sobre Bioeconomía.

La Cumbre del G20 se celebra anualmente, bajo el liderazgo de una presidencia rotativa anual (G20, s. f.). Este es el momento mediáticamente más visible en el cual se adopta la *Declaración de Líderes*, el documento con los compromisos asumidos por los países. Sin embargo, esos dos días son la culminación de las consultas y reuniones a nivel técnico que se desarrollaron a lo largo del año en los diferentes grupos de trabajo.

Otra característica importante del G20 es la incorporación de otros actores mediante los grupos de compromiso que reúnen a la sociedad civil, parlamentarios, grupos de reflexión, mujeres, jóvenes, trabajadores, empresas e investigadores. Estas participaciones permiten que voces no estatales incidan en sus trabajos.

• Representatividad en el G20: el papel crucial de África

La representatividad del G20 es un tema relevante, ya que sus miembros incluyen países desarrollados más las principales economías emergentes. El grupo constituye una «red de redes», lo cual deja en claro su pluralismo y neutralidad con respecto al tipo de gobierno (Bradford, 2022). El G20 se ha vuelto cada vez más proactivo cuando se trata de África, pero esa agenda ha sido establecida por otros países en nombre de dicho continente (Ryder, 2022). A pesar de su importancia global, África está subrepresentada y es necesario reconocer su capacidad de decisión (Ordóñez, 2023).

Una mayor representación africana empezó a considerarse en los últimos años como una opción altamente viable. La Unión Africana (UA), que desde 2010 ha sido invitada al igual que las otras presidencias de organismos regionales, hizo un llamado a los miembros del G20 para obtener un asiento permanente en el grupo, señalando que cuenta con las credenciales para la ejercer la membresía completa y tomar decisiones (Unión Africana, 2023). La UA representa los intereses económicos y sociopolíticos colectivos de África. Existe una creciente centralidad de la UA en la gobernanza económica gracias al Área de Libre Comercio Continental Africana que reúne a las 55 economías del continente (Signé y Coulibaly, 2023).

India aprovechó su presidencia del G20 para apoyar esta aspiración y en la Cumbre de Nueva Delhi se aprobó por consenso otorgar un asiento permanente a la UA, argumen-

tando que esto permitirá que África exprese abiertamente sus intereses (Eguegu, 2022) y avanzar hacia una gobernanza global más representativa. Esta reciente integración reforzará la agenda de desarrollo y equilibrará la toma de decisiones sobre los asuntos que conciernen a los países africanos.

No obstante, dado que no existen criterios de elegibilidad específicos, ni un proceso concreto para agregar miembros, diversos países han expresado preocupaciones debido a que la UA no cuenta con una política exterior y una política fiscal/monetaria unificadas, como sucede en el caso de la Unión Europea. Asimismo, han señalado que, al concretarse la inclusión de la UA, se abre la posibilidad para que otros foros o mecanismos regionales, incluyendo los de América Latina o Medio Oriente, pudieran tener aspiraciones similares.

• Voz e influencia de las economías emergentes en la agenda del G20

El G20 surgió de la necesidad de reconocer que las crisis globales requieren la participación tanto de las potencias mundiales como de los países emergentes para encontrar soluciones más sostenibles e inclusivas. Esto abrió un espacio que refleja la creciente incidencia económica y política de las naciones emergentes, complementando el papel de las naciones desarrolladas.

Los conflictos y crisis impactan con mayor fuerza a las poblaciones más vulnerables, como los países menos adelantados y en vías de desarrollo. Éstos enfrentan desafíos adicionales para alcanzar los Objetivos de Desarrollo Sostenible y lidiar con problemas como la pobreza, la desigualdad, el cambio climático, la seguridad alimentaria, la crisis energética y la inflación. Por lo tanto, su participación activa en foros como el G20 es fundamental para dar forma a la agenda y buscar soluciones a estos problemas críticos.

En años recientes, los países en desarrollo han impulsado iniciativas importantes en el G20, incluyendo la creación en 2014 del Centro de Infraestructura Global (*Declaración de líderes del G20*, 2014) y en 2020 de la Iniciativa Global para Reducir la Degradación de la Tierra, que busca disminuir el deterioro ambiental.

En 2019, lograron mantener el tema migratorio (*Declaración de líderes del G20*, 2019) con un enfoque integral que reconoce las causas fundamentales de la migración y el respeto a los derechos humanos y libertades fundamen-



LA REPRESENTATIVIDAD DEL G20 ES UN TEMA RELEVANTE, YA QUE SUS MIEMBROS INCLUYEN PAÍSES DESARROLLADOS MÁS LAS PRINCIPALES ECONOMÍAS EMERGENTES.

Economías emergentes en la presidencia del G20 (2022-2025)

34

Septiembre - Diciembre 2023



LAS ECONOMÍAS EMERGENTES HAN IMPULSADO A LO LARGO DE LOS AÑOS LA LUCHA CONTRA EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LA CONTAMINACIÓN POR PLÁSTICOS, DESTACANDO LA IMPORTANCIA DE FINANCIAR ACCIONES CLIMÁTICAS Y LA NECESIDAD DE ENFRENTAR LOS DESAFÍOS AMBIENTALES EN TODOS LOS PAÍSES.

tales de los migrantes, sin importar su condición migratoria.

En 2020, en respuesta a la pandemia de COVID-19, las economías emergentes desempeñaron un papel vital al abogar por el acceso equitativo y universal a vacunas, pruebas y tratamientos, además de movilizar fondos para los países en desarrollo (*Declaración de líderes del G20, 2020*).

Ese mismo año, abogaron por la suspensión de pagos de deudas de países pobres, lo que llevó a la adopción del Marco Común para el Tratamiento de la Deuda. Dicha problemática es prioritaria para las economías emergentes, que siguen llamando al G20 a buscar alternativas más amplias para los países de ingresos medios, ya que la mayoría de los instrumentos de alivio de la deuda que se han discutido son para los países de ingresos bajos.

En 2021, lograron el reconocimiento universal de las vacunas autorizadas por la OMS y se promovió la protección de los contenidos culturales de los pueblos indígenas (*Declaración de líderes del G20, 2021*). En 2022, impulsaron la movilización de financiamiento para el desarrollo y enfatizaron la cooperación Sur-Sur y triangular, junto con la transferencia de tecnología y conocimiento (*Declaración de líderes del G20, 2022*).

Del mismo modo, las economías emergentes han impulsado a lo largo de los años la lucha contra el cambio climático y la contaminación por plásticos, destacando la importancia de financiar acciones climáticas y la necesidad de enfrentar los desafíos ambientales en todos los países.

En cuanto a la igualdad de género, han hecho hincapié en la inclusión de las mujeres en la recuperación económica y en cerrar la brecha digital de género, a través de iniciativas en-

caminadas al empoderamiento de las mujeres que buscan acelerar el avance hacia el cierre de la brecha digital, destacando la importancia de visibilizar, prevenir y atender la violencia de género y el acoso en línea facilitados por la tecnología, con una perspectiva interseccional, especialmente considerando el impacto diferenciado en el acceso a la tecnología de las mujeres en toda su diversidad.

Durante la presidencia india, en 2023, los países en desarrollo promovieron la creación de un nuevo Grupo de Trabajo para el Empoderamiento de la Mujer dentro del Canal de Sherpas, que empezará a sesionar en 2024, en la próxima presidencia que le corresponde a Brasil.

• Perspectivas y oportunidades de los países en desarrollo en el G20

El ciclo de presidencias de Indonesia en 2022, India en 2023, Brasil en 2024 y Sudáfrica en 2025 son oportunidades para que las economías emergentes hagan oír su voz con más fuerza y promuevan los intereses de las naciones en desarrollo. Su visión permite influir en la gobernanza global, defender los intereses de los países en desarrollo y aumentar su incidencia en el sistema internacional.

La participación de las economías emergentes en el G20 se ha destacado por desempeñar un papel de puente, como demostraron los resultados positivos de la Cumbre de Bali, en noviembre de 2022. Su papel fue clave en las negociaciones, particularmente de México y Brasil, para lograr la adopción de una *Declaración de líderes* histórica, por ser el primer documento adoptado por consenso desde que inició la guerra en Ucrania, que incluye un rechazo específico a la invasión, así como a la amenaza del uso de armas nucleares y la importancia del diálogo para resolver el conflicto.



INDONESIA 2022



INDIA 2023



BRASIL 2024



SUDÁFRICA 2025

Ciclo de presidencias del G20 por parte de países en desarrollo.

35

La guerra en Ucrania como consecuencia de la invasión de Rusia en febrero de 2022, y las sanciones internacionales contra este último país han repercutido en la estabilidad y la seguridad internacionales, agravando la crisis alimentaria, la degradación energética, la interrupción de la globalización, la desaceleración de la recuperación de la pandemia y el bajo avance de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Si bien el G20 no es el foro apropiado para discutir temas de seguridad y confrontaciones geopolíticas, estos asuntos están cada vez más íntimamente ligados a la crisis económica y financiera. Ante las realidades que imponen los enfrentamientos geopolíticos en el desarrollo y la economía, el grupo «se torna un trampolín valioso para poder acercar posturas y negociaciones que frecuentemente no forman parte propia del grupo, ni de sus negociaciones» (Ordóñez, 2023).

Los miembros del G20 discutieron si Rusia debía ser excluida del grupo después del inicio de la invasión a Ucrania. Al ser un foro que se rige por el principio del consenso, los países emergentes rechazaron su expulsión, argumentando que el multilateralismo se trata de diálogo e inclusión, no de aislamiento. Asimismo, insistieron en que el tratamiento de este tema debe contemplar un enfoque que reconozca las implicaciones negativas sobre los países en desarrollo, tanto de la invasión a Ucrania, como de las sanciones impuestas a Rusia.

La confrontación por el conflicto Rusia-Ucrania continuó durante los trabajos bajo la presidencia de India en 2023, debido a que China y Rusia rechazaron el consenso alcanzado en Bali en 2022 sobre este tema. La relevancia del grupo, e incluso su propia supervivencia, dependían de alcanzar una *Declaración de líderes* en

Nueva Delhi. Nuevamente, el papel de los países en desarrollo, principalmente los que encabezan el ciclo de presidencias, Indonesia, India, Brasil y Sudáfrica, resultó fundamental para lograr el consenso y renovar el espíritu de colaboración, evitando que la polarización geopolítica paralice al grupo.

La más reciente Cumbre de Líderes concluyó exitosamente el 10 de septiembre de 2023 con la adopción de la Declaración de Nueva Delhi (*Declaración de líderes del G20, 2023*) que incluye temas prioritarios para los países en desarrollo, además de una mención específica a la guerra en Ucrania, haciendo referencia al respeto a los principios de la Carta de la ONU y la importancia de promover la paz.

Si bien los países del G7 exigían la inclusión en la Declaración de una condena expresa a Rusia por la invasión de Ucrania, eventualmente terminaron por adoptar una posición más constructiva y aceptar el lenguaje de consenso por la importancia que otorgan al G20 como un espacio privilegiado para fortalecer sus vínculos con las economías emergentes.

Por su parte, Rusia tenía una posición contraria y extrema en los párrafos referentes a la situación geopolítica, que era inaceptable para la mayoría de los miembros. Sin embargo, gracias a las negociaciones con las economías emergentes, también cedió y moderó su posición, motivada principalmente por el costo que tendría para su Gobierno boicotear una cumbre bajo la presidencia de un país en desarrollo y miembro de los BRICS.

Esto demuestra que los países emergentes en el G20 contribuyen a acercar posiciones y lograr un mejor equilibrio entre las prioridades e intereses de las naciones desarrolladas y en desarrollo. En años anteriores, había una percep-



LOS PAÍSES EMERGENTES EN EL G20 CONTRIBUYEN A ACERCAR POSICIONES Y LOGRAR UN MEJOR EQUILIBRIO ENTRE LAS PRIORIDADES E INTERESES DE LAS NACIONES DESARROLLADAS Y EN DESARROLLO.

ción de predominio de la agenda de las grandes potencias en la discusión. Sin embargo, recientemente se observa una consolidación de la incidencia de los países emergentes, que tienen mucho que proponer para alcanzar un futuro más justo, sostenible, igualitario y de paz.

Asimismo, las economías emergentes tienen la oportunidad de impulsar dentro del G20 el fortalecimiento de la cooperación internacional en temas que afectan directamente a sus sociedades como el combate al tráfico ilícito y el desvío de armas pequeñas y ligeras, y la lucha contra las cadenas internacionales de suministro de drogas ilícitas, incluida la demanda. Éstas son amenazas globales que sólo pueden ser enfrentadas en conjunto, mediante la coordinación y suma de esfuerzos.

Los países en desarrollo dentro del G20 deben insistir en la necesidad de reestructurar una arquitectura financiera internacional que vele por todos, por igual. Las economías emergentes son más vulnerables a los choques económicos globales. Los tiempos demandan mayores recursos para invertir en mayor protección social, cuidado del medioambiente, la salud, la educación y la seguridad alimentaria. Lamentablemente, las consecuencias de la pandemia y las tensiones geopolíticas actuales seguirán perjudicando el progreso de los objetivos de desarrollo, con efectos duraderos en las naciones más vulnerables.

◆ CONCLUSIÓN: EL FUTURO DEL G20

El G20 se ha convertido en un foro estratégico de cooperación global para países desarrollados y en desarrollo, que se ha adaptado para responder a los retos globales. Sus miembros tienen la obligación de seguir contribuyendo a preservar al G20 como un mecanismo vigente y efectivo para la coordinación económica y política internacional, que responda a las necesidades de los países más afectados por las crisis actuales.

🌐 Bárbara Magaña Martínez

Licenciada en Relaciones Internacionales por El Colegio de México y maestra en Paz y Seguridad Internacional por King's College London. Recientemente realizó un Diplomado en Gobernanza Global por la UDLAP-Jenkins Graduate School. Es miembro del Servicio Exterior Mexicano desde 2010, con rango de primera secretaria. Fue representante alterna en la Oficina de Representación de México en Palestina y actualmente es asesora para G20 y MIKTA en la Subsecretaría de Relaciones Exteriores.

barbsmm@gmail.com

🌐 Gisele Fernández Ludlow

Licenciada en Relaciones Internacionales por el Instituto Tecnológico Autónomo de México y maestra en Derecho Internacional en Conflictos Armados por el Instituto de Postgrado de Estudios Internacionales y de Desarrollo de Ginebra. Es miembro del Servicio Exterior Mexicano desde 2006, con rango de primera secretaria. Actualmente es directora para Desarrollo Sostenible en la Dirección General para Temas Globales en la Secretaría de Relaciones Exteriores.

gisfernandez@yahoo.fr

Al finalizar la Cumbre de Nueva Delhi, India pasó el mando a Brasil, que encabeza al grupo a partir del 1 de diciembre de 2023. El presidente Lula da Silva dio a conocer las tres prioridades de la agenda brasileña, en línea con las preocupaciones del resto de las economías emergentes: la lucha contra la desigualdad y el hambre, el combate al cambio climático y la reforma de las instituciones de gobernanza internacional.

Con Brasil inicia la segunda mitad del ciclo de presidencias de economías emergentes y se abre la oportunidad de continuar fortaleciendo su voz, los espacios ganados e impulsar los temas prioritarios del mundo en desarrollo. Al concluir dicho ciclo, se espera que el grupo funcione de manera más representativa, contribuyendo así a una gobernanza global más inclusiva.

REFERENCIAS

- Bradford, C. I. (13 de diciembre de 2022). Indonesia's Successful G20 Summit: A Turning Point? *East Asia Forum*. <https://www.eastasiaforum.org/2022/12/13/indonesias-successful-g20-summit-a-turning-point/>
- Eguegu, O. (29 de julio de 2022). Why the G20 needs the African Union as a member. *The Africa Report*. <https://www.theafricareport.com/226417/why-the-g20-needs-african-union-as-a-member/>
- *Declaración de líderes del G20. Cumbre de Brisbane*. (2014). <https://www.g20.org/es/acerca-del-g20/cumbres-anteriores?activeAccordion=73814cd9-ed16-4890-aca8-232da5793466%02C55038fe2-b49a-47dc-afc2-d57a20dbfba1>
- *Declaración de líderes del G20. Cumbre de Osaka*. (2019). *Declaración de líderes del G20*. <https://www.g20.org/es/acerca-del-g20/cumbres-anteriores?activeAccordion=73814cd9-ed16-4890-aca8-232da5793466%02C55038fe2-b49a-47dc-afc2-d57a20dbfba1>
- *Declaración de líderes del G20. Cumbre de Riad*. (2020). *Declaración de líderes del G20*. <https://www.g20.org/es/acerca-del-g20/cumbres-anteriores?activeAccordion=73814cd9-ed16-4890-aca8-232da5793466%02C55038fe2-b49a-47dc-afc2-d57a20dbfba1>
- *Declaración de líderes del G20. Cumbre de Roma*. (2021). *Declaración de líderes del G20*. <https://www.g20.org/es/acerca-del-g20/cumbres-anteriores?activeAccordion=73814cd9-ed16-4890-aca8-232da5793466%02C55038fe2-b49a-47dc-afc2-d57a20dbfba1>
- *Declaración de líderes del G20. Cumbre de Bali*. (2022). *Declaración de líderes del G20*. <https://www.g20.org/es/acerca-del-g20/cumbres-anteriores?activeAccordion=73814cd9-ed16-4890-aca8-232da5793466%02C55038fe2-b49a-47dc-afc2-d57a20dbfba1>
- *Declaración de líderes del G20. Cumbre de Nueva Delhi*. (2023). *Declaración de líderes del G20*. <https://www.g20.org/es/acerca-del-g20/cumbres-anteriores?activeAccordion=73814cd9-ed16-4890-aca8-232da5793466%02C55038fe2-b49a-47dc-afc2-d57a20dbfba1>
- Ordoñez, I. (2023). La dinámica al interior del G20. *Revista Mexicana de Política Exterior*, 126. <https://revistadigital.sre.gob.mx/index.php/rmpe/article/view/2624>
- Ryder, H. (7 de febrero de 2022). Africans Need More Seats at the Tables of Power: Turn the G-20 into the G-21 by adding the African Union. *Foreign Policy*. <https://foreignpolicy.com/2022/02/07/african-union-multilaterals-more-representation-g20/>
- Signé, L. y Coulibaly, B. S. (26 de abril de 2023). Africa's Seat at the Table: Why the G-20 Needs the African Union. *Foreign Affairs*. https://www.foreignaffairs.com/africa/africas-seat-table?check_logged_in=1&utm_medium=promo_email&utm_source=lo_flows&utm_campaign=register-user_welcome&utm_term=email_1&utm_content=20230813
- Unión Africana. (2023). Asamblea de la Unión: 38° sesión ordinaria, 18-19 febrero 2023, Addis Ababa, Etiopía. [chrome-extension://efaidnbmn-nnibpcajpgclclefindmkaj/https://au.int/sites/default/files/decisions/42725-Assembly_AU_Dec_839_-_865_XXXVI_E.pdf](https://efaidnbmn-nnibpcajpgclclefindmkaj/https://au.int/sites/default/files/decisions/42725-Assembly_AU_Dec_839_-_865_XXXVI_E.pdf)

► Mate choice in conservation biology

LA ELECCIÓN DE PAREJA EN LA BIOLOGÍA DE LA CONSERVACIÓN

Por:  Oscar García Miranda



García Miranda, O. (2023). La elección de pareja en la biología de la conservación. *Entorno UDLAP*, 21

➡ **Recibido:** 16 de febrero de 2023 ✓ **Aceptado:** 5 de mayo de 2023

◆ RESUMEN

Cuando en nuestro entorno universitario se habla de las consecuencias del cambio climático, pocas veces se mencionan las repercusiones que tiene para las poblaciones animales. Menos aún se habla sobre la aplicación de la biología del comportamiento en la conservación de las especies. Sin embargo, estamos viviendo la sexta extinción masiva y, dentro de los zoológicos, refugios de biodiversidad, la mayoría de animales no logran reproducirse con éxito. Por lo tanto, para conservar a las especies vulnerables a largo plazo, es crucial facilitar su reproducción. A manera de revisión, el presente trabajo explica cómo entendiendo los mecanismos detrás de la elección de pareja se pueden mejorar los programas de conservación. A su vez, exhorta a la comunidad académica a considerar a la biología del comportamiento como

una herramienta crucial para combatir la pérdida de biodiversidad.

◆ PALABRAS CLAVE

Etología • Cautiverio • Proporción sexual • Infanticidio

◆ ABSTRACT

When the consequences of climate change are discussed in our university environment, the repercussions for animal populations are rarely mentioned. Even less is said about the application of behavioral biology to species conservation. Yet we are living through the sixth mass extinction and within zoos, refuges of biodiversity, the vast majority of animals are failing to reproduce successfully. Therefore, to conserve vulnerable species in the long term, it is crucial to facilitate their reproduction. By way of review, this paper explains how understanding the mechanisms behind mate choice can improve conservation plans. It also urges the academic community to consider animal behavior as a crucial tool to tackle biodiversity loss.







KEYWORDS

Ethology • Captivity • Sex ratio • Infanticide



INTRODUCCIÓN

Sí, estamos en medio de una emergencia climática. No obstante, los seres humanos no somos los únicos afectados en esta crisis. Mientras que en los últimos años nuestro entorno universitario ha puesto el foco en la frecuencia de los eventos climáticos extremos y en cómo nos afectarán a nivel nacional, presenciemos, como si fuera aplazable, el transcurso de la sexta extinción masiva (Cowie *et al.*, 2022). Para proteger, conservar y restaurar las poblaciones animales que hoy día están en peligro, es imperante que cada disciplina enfoque parte de sus esfuerzos en resolver este problema. Los departamentos de Ecología y Evolución de diversas universidades, desde mediados de los años 90, han propuesto aplicar la teoría de la biología del comportamiento a problemas prácticos de conservación (Caro, 2007). A la fecha, sin embargo, existe sólo un libro de texto dirigido a un público no especializado en donde se explica cómo el estudio del comportamiento animal contribuye al mejoramiento de los programas de conservación (Blumstein y Fernández-Juricic, 2010). Esta falta de divulgación no hace justicia a las incontables aplicaciones que ofrece la biología del comportamiento para detener, en conjunto con otras ramas de investigación, la estrepitosa pérdida de biodiversidad.

Un gran aporte de la biología del comportamiento animal reside en que estudia, entre otras cosas, los engranajes detrás del mecanismo responsable del mantenimiento de las poblaciones: la reproducción. Para conservar a largo plazo, de nada sirve tener un exceso de individuos en un área natural protegida, o en un safari, si no se reproducen exitosamente. Según la Asociación de Zoológicos y Acuarios, el 80 % de las parejas reproductivas con un programa de conservación en cautiverio (incluyendo mamíferos, aves, reptiles, anfibios y peces) no lograron aparearse en el primer intento (Faust *et al.*, 2019). Claramente, el problema está en los detalles de su proceso reproductivo.

Reproducirse exitosamente no es asunto sencillo. Para lograrlo se requiere que no exista ningún obstáculo en la etapa de apareamiento, luego en la de fertilización y por último en la de la supervivencia de las crías. El objetivo del presente trabajo es ejemplificar cómo la teoría del comportamiento animal se aplica para conservar a las especies. No obstante, para simpli-

ficar, sólo se enfocará en las aplicaciones que tiene en la etapa de apareamiento. En particular, se enumerarán las distintas soluciones que surgen de comprender cómo eligen los individuos a sus parejas.

• ¿Por qué elegir una pareja?

En la mayoría de las especies de vida silvestre, los individuos encuentran a más de una pareja potencial a lo largo de su vida. La dificultad se encuentra, entonces, en saber escoger a la adecuada. Para elegir bien, los animales necesitan evaluar la calidad de su pareja. Ciertos rasgos visibles —en biología conocidos como rasgos fenotípicos— están relacionados con la capacidad de producir crías sanas, longevas, fértiles y competitivas. Por lo tanto, los animales escogerán a las que contengan estos rasgos para incrementar su éxito reproductivo.

Por ejemplo, los saltamontes longicornios hembras prefieren aparearse con los machos que les ofrecen el espermátforo más nutritivo (una cápsula llena de nutrientes y espermatozoides) para proveer mejor a sus crías (Lehmann y Lehmann, 2016). Otro caso es el del azulillo grande, un ave paseriforme que anida en México. En esta especie se ha observado que los machos más atractivos para las hembras son los que poseen un plumaje más azulado (Keyser y Hill, 1999). La clave está en que la brillantez del azul de un individuo depende de su nivel de nutrición. Debido a que la cantidad de recursos que los azulillos pueden invertir en colorear sus plumas depende de qué tan nutridos o sanos estén, a esta clase de características se les conoce como rasgos dependientes de la condición. Estos rasgos también ocurren en animales en cautiverio. Por ejemplo, en una bandada de flamencos que viven en el Parque Temático Disney's Animal Kingdom, se advirtió que los machos más colorados, en comparación con los más apagados, tenían más probabilidades de obtener una pareja (figura 1; Freeman *et al.*, 2016). Por otro lado, algunos caballitos del diablo evitan aparearse con quienes tienen huecos en la coloración de sus alas, un signo de infección parasítica, ya que la posibilidad de adquirir la enfermedad es mayor (Córdoba-Aguilar *et al.*, 2003).

No obstante, elegir a la pareja más atractiva a veces no es lo más ventajoso. Tenemos el caso del gorgojo, en donde suele ocurrir que los individuos más atractivos son parientes cercanos (Bilde *et al.*, 2009). En ambientes cambiantes, evidentemente, la aptitud de las crías de





Figura 1. Bandada de flamencos común (*Phoenicopterus roseus*).

una pareja incestuosa no es la más adecuada. En otras ocasiones, ocurre que los rasgos que se prefieren en una pareja no suponen costos o beneficios aparentes. En las moscas de ojos saltones, por ejemplo, las hembras se aparean preferentemente con los machos con los pedúnculos oculares más largos, un rasgo que no tiene efecto alguno en la aptitud de las crías (Wilkinson y Reillo, 1994).

Dichos ejemplos muestran que ya sea evitando aparearse con una pareja enferma o escogiendo a una sana, la elección de los individuos afecta a su aptitud. A este tipo de decisiones se les conoce como elecciones de pareja sujetas a selección directa, porque afectan directamente al éxito reproductivo. Sin embargo, vemos que las especies también pueden escoger entre sus potenciales parejas basándose en las señales perceptibles o beneficios materiales que estén asociados a genes «malos» o «neutrales».

Incluso desde este nivel básico podemos inferir las posibles aplicaciones para la conservación de las especies. Si observamos que nuestra especie de interés evita aparearse con individuos enfermos, es necesario entonces mantenerla libre de parásitos. Además, si escoge a su pareja con base en un rasgo dependiente de la condición, tenemos que redoblar esfuerzos para que la nutrición y salud del pretendiente sea la óptima. Por último, si la especie escoge a sus parejas basándose en un rasgo específico, en la brillantez de las plumas por ejemplo, una solución sería modificar artificialmente ese

rasgo en los individuos para alentar su apareamiento —ya sea pintándoles el pecho de algún color, o colocándolos en un grupo de contendientes de menor calidad para que así resalten— (Pariser *et al.*, 2010).

•¿Cómo elegir una pareja?

Si bien los animales pueden escoger a sus parejas por sus distintos rasgos, no en todas las especies se hace de la misma manera. Para elegir, es posible adoptar dos tipos de estrategias, una con un mecanismo comparativo y otra con un mecanismo de límite (Reid y Stamps, 1997). Si las hembras eligen al mejor macho comparando sus opciones, entonces utilizan un mecanismo comparativo. Por lo tanto, la calidad de la elección de las hembras dependerá de qué tantos machos comparen, de su capacidad de discriminación y de las veces que evalúe a sus posibles opciones.

Sin embargo, si comparar a varios machos supone un elevado gasto de energía o de exposición a depredadores, las hembras podrían desarrollar un mecanismo de límite. Existen dos tipos de límites, los fijos y los ajustables. Las hembras con un límite fijo preferirán a los machos que tienen un rasgo específico con independencia de la calidad de toda la población. Por ejemplo, escogerán a todos los que tengan una altura de 1.80 metros en adelante, incluso aunque uno con esa altura sea el más bajo. Por otro lado, en el mecanismo de límite ajustable, también se podría escoger a los ma-

chos con una cierta altura, sin embargo, el límite también se ajusta a las opciones disponibles. Pongamos que se tiene un criterio de elección de machos de 1.80 metros de primeras. Más, si buscando se encuentra a uno de dos metros, en ese momento el límite cambia y ahora se elegirán a los que superen esa nueva medida.

Ahora bien, los mecanismos de elección de las hembras son aún más complejas. No sólo puede variar la naturaleza del límite (fijo o ajustable), sino también el rango de dicha preferencia (Blumstein y Fernández-Juricic, 2010). Las preferencias de las hembras son muy diversas y particulares para cada hembra de cada población, no obstante, podemos simplificar agrupándolas en tres categorías. En la figura 2, podemos ver un ejemplo hipotético de las formas de preferencia de las hembras por el tamaño corporal del macho de una catarina. Observamos que las que tienen un rango de preferencia asintótico, prefieren a los machos a partir de un cierto tamaño, luego su preferencia aumenta con el tamaño del macho, y después de un cierto punto prefieren cualquier macho incluso si su tamaño sigue incrementado (figura 2a). Otras especies podrían tener un rango de preferencia fijo, en el que tienen un límite mínimo y máximo estricto en el que prefieren el rasgo masculino. Sobrepasado el límite descartan a cualquier macho —pensemos en que las hembras dejarían de preferir a los machos con un tamaño corporal demasiado grande— (figura 2b). Por último, las hembras podrían tener un rango de preferencia parabólico, en el que también tienen un límite mínimo y máximo, pero tienen una preferencia significativa por un macho que se encuentra en la media del tamaño corporal (figura 2c).

Es evidente entonces que existe una inmensa diversidad en la forma en que las hembras podrían elegir a sus compañeros; estas variaciones en la naturaleza y el rango de las preferencias mencionadas son sólo un ejemplo. Siendo

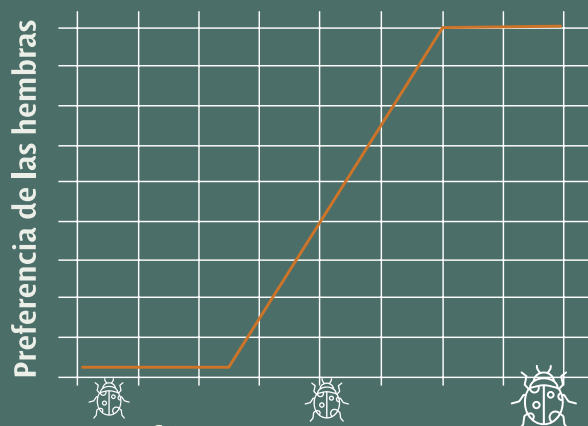
así, para incrementar el éxito reproductivo de una hembra fuera de su hábitat natural sería necesario conocer el tipo de preferencia que tiene para asegurarnos de que le presentamos a un macho que se encuentre dentro del límite y el rango deseado. Sin embargo, esto requiere demasiado tiempo y dinero. Es fundamental, en tal caso, describir los patrones generales que expliquen las preferencias de las hembras entre las especies, y un punto de partida para lograrlo es identificar los factores ambientales y genéticos que las afectan.

• Factores que afectan la elección de pareja

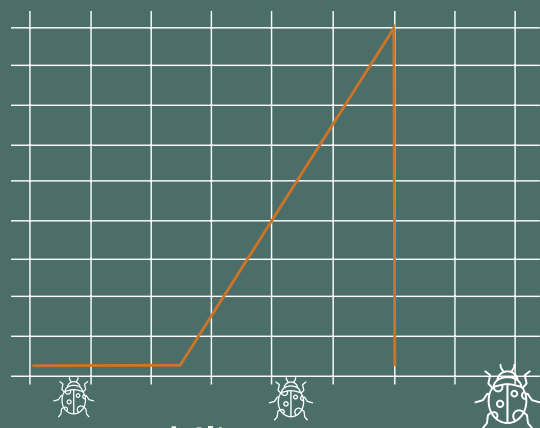
La belleza está en los ojos de quien la mira, pero ¿qué hace que nos cambie la mirada? La atracción está influida por fuerzas externas e internas y, como todo en la biología, el comportamiento también se desarrolla gracias a factores genéticos y ambientales. En el caso de la atracción, el entorno social puede definir el foco y la perspectiva de quien percibe. Aquí se enumeran cinco maneras en las que el entorno social afecta la preferencia por una pareja.

Primero está la impronta, que es el proceso de adquisición de una preferencia por la familiaridad o la novedad que se adquiere cuando aún se está en el nido o en las primeras etapas de desarrollo (Montero *et al.*, 2013). En segundo término está el aprendizaje asociativo —el proceso que describe el fetichismo—. Por ejemplo, se ha observado que asociar artificialmente una recompensa sexual a un objeto arbitrario provoca fetichismo en las ratas, en este caso, un trozo de tela aumentaba el esfuerzo sexual de los machos (Pfaus *et al.*, 2012). En tercero, la proporción sexual —una fuerte influencia en la elección de la pareja—. Los machos del pez topote del Atlántico (*Poecilia mexicana*) se aparean más con las hembras menos atractivas cuando hay más machos a la redonda (Plath *et al.*, 2008). Cuarto, cuando la elección de pareja implica un costo relativamente alto, las hembras tienden a elegir a un macho, aunque sea poco

a Rango asintótico



b Rango fijo



c Rango parabólico

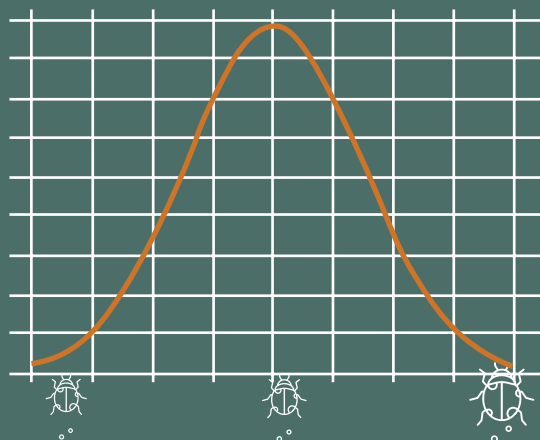


Figura 2. Rangos de preferencia de las hembras en función de la probabilidad de aparearse con un macho. En este caso hipotético, el rasgo es el tamaño corporal de una catarina macho. (a) Las hembras con una preferencia asintótica no se aparean con ningún macho por debajo de un tamaño crítico, pero sí con cualquier macho por encima de otro tamaño crítico. (b) Las hembras con una preferencia fija se aparean con machos que tienen un tamaño dentro de un rango específico. (c) Las hembras con una preferencia parabólica tienen una preferencia significativa por un macho que se encuentra en la media del tamaño corporal.

Fuente: elaboración propia, adaptado de Blumstein (1998).

atractivo, si ven a otra hembra cortejándolo (Gibson y Höglund, 1992). Sin embargo, la copia de la elección de pareja sólo puede verse favorecida si los machos populares realmente incrementan la aptitud de las hembras. Por último, en quinto, cuando hay infanticidio las preferencias de las hembras prácticamente desaparecen. En algunas especies, como en las cebras de Burchell (figura 3; Pluháček y Bartoš, 2005), cuando se introduce un macho al cerco donde habita una hembra con sus crías, éste las mata. Poco después las hembras entran en celo y engendran hijos del nuevo macho, dejando así a las hembras exentas de cualquier preferencia (Blumstein y Fernández-Juricic, 2010).

También hay que tener en cuenta que los cambios en la proporción sexual afectan de forma diferente a las especies en función de su sistema de apareamiento. Greene *et al.* (1998) modelaron los efectos de distintos tipos de cacería sobre la población (caza sólo de machos adultos, de adultos de ambos sexos y de individuos indistintamente de su sexo y edad), teniendo en cuenta distintos comportamientos reproductivos. Observaron que, en las especies infanticidas, cazar sólo machos afecta especialmente a la población porque aumenta la probabilidad de que los nuevos machos maten a las crías de los machos cazados. Aunado a ello, los efectos de la caza eran peores en las especies monógamas que en las polígamas. Esto demuestra que invertir tiempo en conocer la biología reproductiva de las especies es, de nuevo, crucial para entender las consecuencias que los humanos podemos generar en los cambios de proporción sexual.

Aunque el entorno social puede modificar la preferencia por la pareja, cabe señalar que, como la mayoría de los rasgos biológicos, su expresión está regulada por la interacción de componentes genéticos y ambientales. Así, aunque pueden formarse preferencias individuales diferentes en determinadas circunstancias, existen diferencias intrínsecas entre las especies. Por ejemplo, las hembras de pez espada cabeza de carnero prefieren los fenotipos de machos familiares, mientras que a los peces espada de altura, su especie hermana, les repele la familiaridad (Verzijden *et al.*, 2012).

Además, la preferencia puede ser el resultado de una trampa sensorial. Por ejemplo, las hembras (y los machos) pueden sentirse atraídos por el color amarillo porque lo identifican como indicador de una presa nutritiva (Macías-García y Ramírez, 2005). Sin embargo, como los genes que forman parte del sistema

«
**LA ATRACCIÓN
 ESTÁ INFLUIDA POR
 FUERZAS EXTERNAS
 E INTERNAS Y,
 COMO TODO EN
 LA BIOLOGÍA, EL
 COMPORTAMIENTO
 TAMBIÉN SE
 DESARROLLA
 GRACIAS A
 FACTORES
 GENÉTICOS Y
 AMBIENTALES.**



Figura 3. Hembra de cebra de Burchell (*Equus quagga burchelli*) con su cría.

sensorial pueden tener múltiples efectos sobre la percepción, es posible que su preferencia por el amarillo en sus presas se convierta en el color corporal preferido en sus parejas.

Tras enumerar algunos factores sociales que influyen en la elección de pareja, parecería que ésta depende absolutamente del ambiente y de procesos genéticos estocásticos. Sin embargo, la persistencia de una preferencia sugiere que existen ciertas fuerzas selectivas que la mantienen a lo largo del tiempo. Hoy, aún no es claro si las madres pueden heredar una cierta preferencia a las hijas. En caso de que sí, descubrir los mecanismos que influyen en esa heredabilidad es crucial para la conservación, ya que, si las hembras pierden la preferencia hacia los machos más aptos, por ejemplo, el tamaño de la población podría disminuir.

Por último, es importante remarcar que el entorno social y los procesos genéticos pueden ser influenciados por factores abióticos que muchas veces son antropogénicos. A continuación, se enlistan las causas antrópicas que han modificado dichos factores y han resultado en modificaciones en la elección de pareja.

Una alteración de origen antrópico en la elección de pareja es la modificación indirecta de la proporción sexual. Modificar la proporción sexual puede provocar la extinción inminente de una población, ya que tiene efectos catastró-

ficos sobre la tasa reproductiva. La cantidad de machos en una población puede afectar la preferencia de las hembras si tienen un mecanismo comparativo de elección (Nemesházi *et al.*, 2021). Las consecuencias podrían ser aún más desastrosas en las hembras con un mecanismo de límite fijo, ya que, si los machos que antes aceptaban no están presentes, muchas de ellas no se reproducirán. Veamos dos formas en las que los humanos afectamos la proporción sexual y con ello la elección de pareja.

El ser humano ha afectado la proporción sexual de las especies vertiendo residuos químicos que transforman el sexo o que interrumpen el desarrollo sexual de los animales. Por ejemplo, la atrazina, uno de los herbicidas más utilizados en el mundo, provoca la feminización en algunos anfibios —se le conoce así al proceso en el cual individuos genéticamente machos muestran un desarrollo de gónadas femeninas— (figura 4; Hayes *et al.*, 2010). El clotrimazol, un agente antifúngico utilizado para combatir las infecciones vaginales, el pie de atleta o la candidiasis, también ha causado que la proporción sexual en las poblaciones del pez cebra esté sesgada hacia los machos (Brown *et al.*, 2015).

En especies que dependen de la temperatura para determinar su sexo, como los reptiles y los peces teleosteos, un incremento de temperatura afecta su proporción sexual. Es el caso de

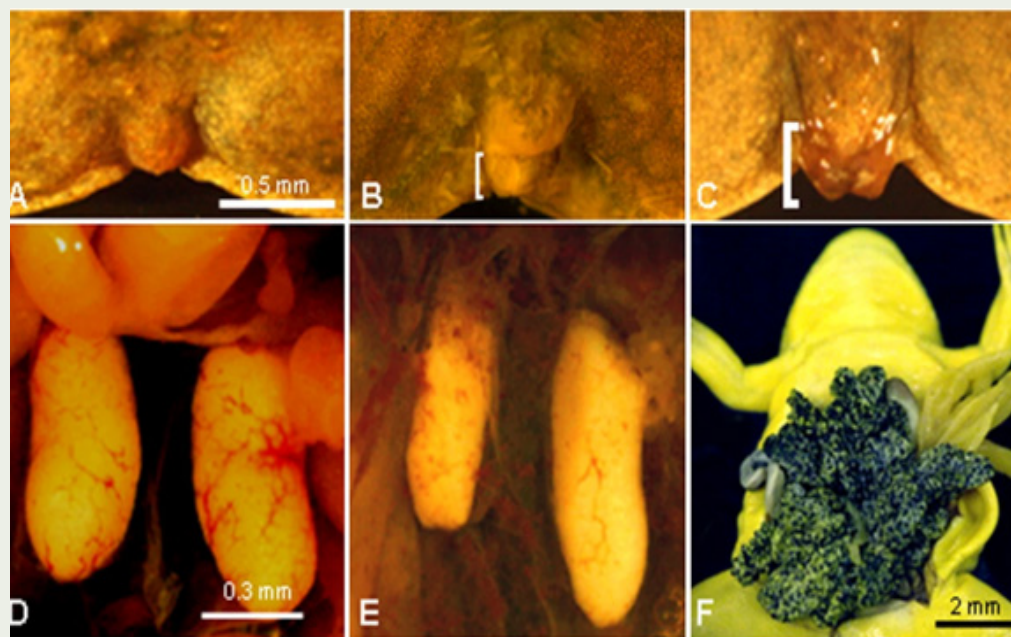


Figura 4. Machos feminizados de rana de uñas africana (*Xenopus laevis*). Cloaca (A-C) y gónadas (D-F) de un macho control (A y D), de un macho expuesto a la atrazina (B y E), y de una hembra expuesta a la atrazina (C y F). Los corchetes (B) indican una labia cloacal protuberante, un rasgo sexual femenino, presente en un individuo genéticamente macho.

Fuente: foto tomada y adaptada de Hayes *et al.*, (2010).

las tortugas verdes de Guinea-Bissau, donde se ha estudiado en profundidad la relación entre la temperatura de incubación y la proporción de machos nacidos (Patrício *et al.*, 2017). El calentamiento global, causado por el ser humano, está afectando directamente a la proporción sexual de estas tortugas vulnerables.

Por otro lado, hay varias formas directas en que los humanos afectan la preferencia de las parejas. En primer lugar, la contaminación acústica o lumínica puede interferir en la transmisión de las señales de apareamiento. Por ejemplo, en el grillo de campo del Pacífico, una exposición elevada al ruido del tráfico de automóviles reduce el esfuerzo en el canto del macho en su temporada reproductiva, siendo así menos atractivo para las hembras (Bowen *et al.*, 2020). También se ha observado que el aumento de la luz artificial, incluso a niveles bajos, dificulta la formación de parejas en las luciérnagas (Bird y Parker, 2014). En ambientes acuáticos, la turbidez del agua, causada por contaminación antropogénica, puede tener efectos en la elección de pareja de las hembras. En dos especies coloridas de cíclidos del lago Victoria con emparejamiento selectivo, es decir, que las más coloridas se aparean con los más coloridos y viceversa, se encontró que en aguas muy turbias, al no reflejarse los colores, las hembras

no podían distinguir a los machos de mayor calidad (Seehausen *et al.*, 1997). Esto ocasionó que tanto machos coloridos como machos apagados fueran elegidos a la par, causando una disminución en la diversidad de los morfotipos de cíclidos en este lago.

◆ APLICACIONES Y CONCLUSIÓN

¿Hay algún ejemplo en el que nuestra incompreensión de los procesos de elección de pareja haya afectado a los animales en cautividad? Sí, tenemos el caso del único oso de seis dedos: el panda gigante. Tradicionalmente, los programas de cría intentan minimizar la endogamia. Así, los individuos se trasladan de un zoológico a otro para aumentar la variabilidad genética. Esto es beneficioso para evitar que se presenten enfermedades congénitas en la población. No obstante, al ofrecer a los animales sólo una opción de pareja, se omite la elección de pareja por parte de ambos sexos.

En 2015, Martin-Wintle *et al.* demostraron que cuando a los osos panda se les da la oportunidad de elegir a su pareja, e intentan reproducirse con la elegida, tienen un mayor éxito reproductivo (figura 5). Los programas de apareamiento, incluso en especies como el oso panda, en cuya reproducción se invierten mi-



LOS PROGRAMAS DE APAREAMIENTO, INCLUSO EN ESPECIES COMO EL OSO PANDA, EN CUYA REPRODUCCIÓN SE INVIERTEN MILLONES DE DÓLARES AL AÑO, HAN IGNORADO HASTA MUY RECIENTEMENTE LAS APLICACIONES DE LA ELECCIÓN DE PAREJA EN EL ÉXITO REPRODUCTIVO.



Figura 5. Pareja de osos panda (*Ailuropoda melanoleuca*) en cautiverio.



**DEBERÍAMOS
EVITAR TRABAJAR
CON ESPECIES
MODELO PARA
RESOLVER
PROBLEMAS DE
CONSERVACIÓN
CONCRETOS;
PARA SALVAR A
LAS CATARINAS,
ESTUDIEMOS A LAS
CATARINAS**

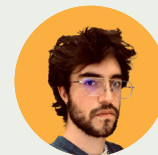
llones de dólares al año, han ignorado hasta muy recientemente las aplicaciones de la elección de pareja en el éxito reproductivo. Por ello, Martin-Wintle *et al.* exhortaron en este estudio seminal a los cuidadores de zoológicos a que consideren los procesos de elección de pareja como cruciales para aumentar la tasa reproductiva en individuos mantenidos en cautividad.

Ya hemos sugerido algunas formas en las que, en casos concretos, el estudio del comportamiento reproductivo, especialmente la elección de pareja, puede ser la clave para mantener a largo plazo las especies vulnerables. Para terminar, se mencionarán dos medidas que podemos tomar como académicos, biólogos del comportamiento y conservacionistas, utilizando estos conocimientos para salvaguardar la integridad de las especies amenazadas (Caro, 2007).

Primero, las investigaciones se deben centrar en cómo el estudio del comportamiento reproductivo puede resolver un problema de conservación específico. Para ello, se debe fortalecer el vínculo entre los etólogos, los gestores de la fauna silvestre y los cuidadores de zoológicos. Cuanto más aportemos los académicos a los zoológicos, más podremos influir en la calidad de vida reproductiva de las especies amenazadas. Y segundo, no debemos esperar a que una especie entre en cautividad para empezar a estudiar su comportamiento reproductivo. Comencemos a estudiar los mecanismos de la preferencia de pareja de las especies que ten-

gan la categoría de vulnerable en la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (UICN). Por tanto, deberíamos evitar trabajar con especies modelo para resolver problemas de conservación concretos; para salvar a las catarinas, estudiemos a las catarinas, la información obtenida de otras especies no es necesariamente transferible, especialmente cuando se trata de la elección de pareja.

En conclusión, aunque el estudio del comportamiento reproductivo no es la panacea de la conservación, sí ofrece una amplia gama de soluciones para detener la extinción de varias especies. Exhortemos a los académicos de nuestro entorno a emparejar las investigaciones biológicas básicas con las otras disciplinas que también se empeñan en entender las consecuencias del cambio climático. La única forma de conservar a las especies vulnerables a largo plazo es aplicando los conocimientos que nos aporta el estudio de la elección de pareja.



Oscar García Miranda
Licenciado en Biología por la Universidad de las Américas Puebla y maestro en Biología por la University of Debrecen, Hungría. Actualmente trabaja como asistente de investigación en el Department

of Evolutionary Zoology and Human Biology de la University of Debrecen.

oscar.garcia.miranda@outlook.com

REFERENCIAS

- Bilde, T., Maklakov, A. A., Meisner, K., La Guardia, L. y Friberg, U. (2009). Sex differences in the genetic architecture of lifespan in a seed beetle: Extreme inbreeding extends male lifespan *bilde T. *BMC Evolutionary Biology*, 9(1), 1-12. <https://doi.org/10.1186/1471-2148-9-33>
- Bird, S. y Parker, J. (2014). Low levels of light pollution may block the ability of male glow-worms (*Lampyris noctiluca* L.) to locate females. *Journal of Insect Conservation*, 18(4), 737-743. <https://doi.org/10.1007/s10841-014-9664-2>
- Blumstein, D. T. y Fernández-Juricic, E. (2010). *A primer of conservation behaviour*. Sinauer.
- Bowen, A. E., Gurule-Small, G. A. y Tinghitella, R. M. (2020). Anthropogenic noise reduces male reproductive investment in an acoustically signaling insect. *Behavioral Ecology and Sociobiology*, 74(8). <https://doi.org/10.1007/s00265-020-02868-3>
- Brown, A. R., Owen, S. F., Peters, J., Zhang, Y., Soffker, M., Paull, G. C., Hosken, D. J., Abdul Wahab, M. y Tyler, C. R. (2015). Climate change and pollution speed declines in zebrafish populations. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 112(11), E1237-E1246. <https://doi.org/10.1073/pnas.1416269112>
- Caro, T. (2007). Behavior and conservation: a bridge too far? *Trends in Ecology and Evolution*, 22(8), 394-400. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2007.06.003>
- Córdoba-Aguilar, A., Salamanca-Ocaña, J. C. y Lopezaraziza, M. (2003). Female reproductive decisions and parasite burden in a calopterygid damselfly (Insecta: Odonata). *Animal Behaviour*, 66(1), 81-87. <https://doi.org/10.1006/anbe.2003.2198>
- Cowie, R. H., Bouchet, P. y Fontaine, B. (2022). The Sixth Mass Extinction: fact, fiction or speculation? *Biological Reviews*, 97(2), 640-663. <https://doi.org/10.1111/brv.12816>
- Faust, L. J., Long, S. T., Perišin, K. y Simonis, J. L. (2019). Uncovering challenges to sustainability of AZA Animal Programs by evaluating the outcomes of breeding and transfer recommendations with PMCTrack. *Zoo Biology*, 38(1), 24-35. <https://doi.org/10.1002/zoo.21470>
- Freeman, H. D., Valuska, A. J., Taylor, R. R., Ferrie, G. M., Grand, A. P. y Leighty, K. A. (2016). Plumage variation and social partner choice in the greater flamingo (*Phoenicopterus roseus*). *Zoo Biology*, 35(5), 409-414. <https://doi.org/10.1002/zoo.21321>
- Gibson, R. M. y Höglund, J. (1992). Copying and sexual selection. *Trends in Ecology and Evolution*, 7(7), 229-232. [https://doi.org/10.1016/0169-5347\(92\)90050-L](https://doi.org/10.1016/0169-5347(92)90050-L)
- Greene, C., Umbanhowar, J., Mangel, M. y Caro, T. (1998). Animal Breeding Systems, Hunter Selectivity, and Consumptive Use in Wildlife Conservation. In T. Caro (Ed.), *Behavioral Ecology and Conservation Biology* (pp. 271-305). Oxford university Press.
- Hayes, T. B., Khoury, V., Narayan, A., Nazir, M., Parka, A., Brown, T., Adame, L., Chan, E., Buchholz, D., Stueve, T. y Gallipeau, S. (2010). Atrazine induces complete feminization and chemical castration in male African clawed frogs (*Xenopus laevis*). *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(10), 4612-4617. <https://doi.org/10.1073/pnas.0909519107>
- Keyser, A. J. y Hill, G. E. (1999). Condition-dependent variation in the blue-ultraviolet coloration of a structurally based plumage ornament. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 266(1421), 771-777. <https://doi.org/10.1098/rspb.1999.0704>
- Lehmann, G. U. C. y Lehmann, A. W. (2016). Material benefit of mating: The bushcricket spermatophylax as a fast uptake nuptial gift. *Animal Behaviour*, 112, 267-271. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2015.12.022>
- Macías García, C. y Ramírez, E. (2005). Evidence that sensory traps can evolve into honest signals. *Nature*, 434(7032), 501-505. <https://doi.org/10.1038/nature03363>
- Martin-Wintle, M. S., Shepherdson, D., Zhang, G., Zhang, H., Li, D., Zhou, X., Li, R. y Swaisgood, R. R. (2015). Free mate choice enhances conservation breeding in the endangered giant panda. *Nature Communications*, 6(May), 4-10. <https://doi.org/10.1038/ncomms10125>
- Montero, I., Teschke, M. y Tautz, D. (2013). Paternal imprinting of mating preferences between natural populations of house mice (*Mus musculus domesticus*). *Molecular Ecology*, 22(9), 2549-2562. <https://doi.org/10.1111/mec.12271>
- Nemesházi, E., Kövér, S. y Bókony, V. (2021). Evolutionary and demographic consequences of temperature-induced masculinization under climate warming: the effects of mate choice. *BMC Ecology and Evolution*, 21(1), 1-18. <https://doi.org/10.1186/s12862-021-01747-3>
- Pariser, E. C., Mariette, M. M. y Griffith, S. C. (2010). Artificial ornaments manipulate intrinsic male quality in wild-caught zebra finches (*Taeniopygia guttata*). *Behavioral Ecology*, 21(2), 264-269. <https://doi.org/10.1093/beheco/arp185>
- Patrício, A. R., Marques, A., Barbosa, C., Broderick, A. C., Godley, B. J., Hawkes, L. A., Rebelo, R., Regalla, A. y Catry, P. (2017). Balanced primary sex ratios and resilience to climate change in a major sea turtle population. *Marine Ecology Progress Series*, 577, 189-203. <https://doi.org/10.3354/meps12242>
- Pfaus, J. G., Kippin, T. E., Coria-Avila, G. A., Gelez, H., Afonso, V. M., Ismail, N. y Parada, M. (2012). Who, what, where, when (and maybe even why)? How the experience of sexual reward connects sexual desire, preference, and performance. In *Archives of Sexual Behavior* (Vol. 41, Issue 1). <https://doi.org/10.1007/s10508-012-9935-5>
- Plath, M., Blum, D., Schlupp, I. y Tiedemann, R. (2008). Audience effect alters mating preferences in a livebearing fish, the Atlantic molly, *Poecilia mexicana*. *Animal Behaviour*, 75(1), 21-29. <https://doi.org/10.1016/j.anbehav.2007.05.013>
- Pluháček, J. y Bartoš, L. (2005). Further evidence for male infanticide and feticide in captive plains zebra, *Equus burchelli*. *Folia Zoologica*, 54(3), 258-262.
- Reid, M. L. y Stamps, J. A. (1997). Female mate choice tactics in a resource-based mating system: Field tests of alternative models. *American Naturalist*, 150(1), 98-121. <https://doi.org/10.1086/286058>
- Seehausen, O., Van Alphen, J. J. M. y Witte, F. (1997). Cichlid fish diversity threatened by eutrophication that curbs sexual selection. *Science*, 277(5333), 1808-1811. <https://doi.org/10.1126/science.277.5333.1808>
- Verzijden, M. N., Culumber, Z. W. y Rosenthal, G. G. (2012). Opposite effects of learning cause asymmetric mate preferences in hybridizing species. *Behavioral Ecology*, 23(5), 1133-1139. <https://doi.org/10.1093/beheco/ars086>
- Wilkinson, G. S. y Reillo, P. R. (1994). Female choice response to artificial selection on an exaggerated male trait in a stalk-eyed fly. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 255(1342), 1-6. <https://doi.org/10.1098/rspb.1994.0001>



► Prediction of heat flux radiation from jet fires
through image processing

Predicción de la radiación
térmica emitida por

DARDOS DE FUEGO

a través del
procesamiento
de imágenes

Por:  Diana Laura Lima Bravo • Eduardo Javier López Jiménez • Adriana Palacios Rosas



Lima Bravo, D. L., López Jiménez, E. J. y Palacios Rosas, A. (2023). Predicción de la radiación térmica emitida por dardos de fuego a través del procesamiento de imágenes. *Entorno UDLAP*, 21.

➡ **Recibido:** 17 de mayo de 2023 ✓ **Aceptado:** 28 de septiembre de 2023

RESUMEN

A lo largo de los últimos cinco años se han generado aproximadamente 5,000 explosiones en las industrias de procesos químicos en México, desde petroquímicas hasta alimenticias, provocando grandes daños a las personas, las instalaciones y el medioambiente. La presente investigación presenta un análisis experimental, matemático y computacional para encontrar una manera automática de medir el alcance de las llamas de difusión turbulentas denominadas incendios de chorro, dardos de fuego o *jet fires* en inglés; basado en un análisis de tratamiento y medición de imágenes conformadas por píxeles y apoyado por la programación en la aplicación MATLAB®. La radiación térmica de estos dardos de fuego a escala laboratorio ha sido calculada como una función del diámetro del orificio de salida del combustible y la longitud de la llama, obtenida con el presente tratamiento de imágenes experimentales. Esto fortalece el estudio del comportamiento de los dardos de fuego (*jet fires*) para prevenir fenómenos de riesgo, evitando así la propagación de un daño mayor a través de una secuencia de accidentes graves generados por un dardo de fuego.

PALABRAS CLAVE

Radiación térmica • Flujo turbulento
• Tratamiento de imágenes • Dardo de fuego
• Incendios industriales

ABSTRACT

Throughout the last five years, approximately 5,000 explosions have been generated in the chemical process industries in Mexico, from petrochemical to food, causing great damage to people, facilities, and the environment. This work presents an experimental, mathematical, and computational analysis to find an automatic way to measure the reach of turbulent jet diffusion flames, based on a treatment analysis and pixelated image measurements, and supported by programming in the MATLAB® application. The thermal radiation of these laboratory-scale jet fires has been calculated as a function of the diameter of the fuel exit hole and the length of the flame, obtained with the present treatment of experimental images. This will strengthen the study of the behavior of jet fires to prevent risk phenomena and avoid the spread of greater damage through a sequence of serious accidents generated by a jet fire.

NOMENCLATURA

C_p

CALOR ESPECÍFICO DEL AIRE A
TEMPERATURA AMBIENTE (KJ/KG·K)

D

DIÁMETRO DE LA TUBERÍA (M)

G

ACELERACIÓN DE LA GRAVEDAD
(m²/s)

H

ALTURA DE LA LLAMA, DESDE
EL DIÁMETRO DE SALIDA DEL
COMBUSTIBLE HASTA LA PUNTA
DE LA LLAMA (m)

i

REGIÓN VERDADERA EN PÍXELES

$\dot{Q}$

TASA DE CALOR IRRADIADO (KW)

Q^*

PARÁMETRO ADIMENSIONAL,

$$(Q^* = Q / \rho_a C_p T_a \sqrt{g D D^2})$$

rv

VARIABLE ALEATORIA
INDEPENDIENTE

T_a

TEMPERATURA ATMOSFÉRICA (K)

X

VALOR NUMÉRICO

GRIEGO

P_a

DENSIDAD DEL AIRE A PRESIÓN
ATMOSFÉRICA (kg/m³)

ACRÓNIMOS

PPI

PIXELES POR PULGADA
(DPI EN INGLÉS)

RGB

COMPONENTES DE COLORES
PRIMARIOS, COLOR ROJO, VERDE Y
AZUL

KEYWORDS

Heat flux radiation • Turbulent flow • Image processing • Jet fire • Industrial fires

INTRODUCCIÓN

En las industrias químicas y petroquímicas, la gestión, procesamiento y transporte de sustancias y materiales puede implicar en muchas ocasiones el riesgo de explosiones incendios que comprometen la seguridad de los trabajadores, así como los activos y equipos de las empresas. Los incendios, explosiones, vertidos y emisiones tóxicas son los accidentes más importantes de la industria química y afines (Rivera, 2020; Palacios *et al.*, 2021). Específicamente, los incendios presentan graves consecuencias, tales como grandes flujos de calor y modificación de la calidad del aire, al generar gases de efecto invernadero que contribuyen al calentamiento global. Con base en los estudios realizados por el Centro Nacional de Comunicaciones (2023) «los incendios son fuegos de grandes proporciones que se desarrollan sin control, los cuales pueden presentarse de una manera instantánea o gradual, pudiendo provocar daños materiales, interrupción de los procesos de producción, pérdida de vidas humanas y afectación al ambiente» (párr. 1). La razón del interés que



**LOS INCENDIOS
PRESENTAN GRAVES
CONSECUENCIAS,
TALES COMO
GRANDES FLUJOS
DE CALOR Y
MODIFICACIÓN DE
LA CALIDAD DEL
AIRE, AL GENERAR
GASES DE EFECTO
INVERNADERO QUE
CONTRIBUYEN AL
CALENTAMIENTO
GLOBAL.**

despiertan los incendios radica en la gravedad de sus consecuencias ya que, junto con las explosiones, son los accidentes más catastróficos en una instalación industrial, con la posibilidad de la destrucción de la totalidad de las infraestructuras existentes. Conocer el comportamiento de los incendios es de suma importancia para poder decidir la colocación de las medidas de seguridad y salvaguardas para prevenir y/o mitigar estos accidentes. De acuerdo con Palacios et al. (2009):

Los incendios son los accidentes graves más frecuentes ocurridos en las industrias químicas y petroquímicas, seguidos de explosiones y formación de nubes tóxicas y/o inflamables de gas. Además, se encontró que, de los accidentes ocurridos en los puertos marítimos, el 51 % corresponden al caso general de pérdida de contención, 29 % corresponden a incendios, 17 % a explosiones y 3 % a nubes de gases tóxicos y/o inflamables. Cuando sólo los accidentes con resultado de incendio, explosión o nubes de gases tóxicos y/o inflamables son considerados, los valores resultantes fueron 59.5 % para incendios, 34.5 % para explosiones y 6 % para nubes de gases tóxicos y/o inflamables. Entre los accidentes ocurridos durante el transporte de sustancias

peligrosas por carretera y/o ferrocarril, se encontró que el 65 % fueron incendios, el 24 % fueron explosiones y el 11 % nubes de gases tóxicos y/o inflamables.

Con base en lo anterior, los incendios pueden ser considerados peligrosos en ambientes industriales y han costado millones de dólares en daños, sin hablar de las pérdidas y lesiones ocasionadas a las personas y el medioambiente. Un tratamiento correctamente realizado sobre el comportamiento de estos fenómenos, por ejemplo, mediante un análisis de imágenes extraídas de videos que posteriormente serán fragmentadas para generar una estadística de estos sucesos, se plantea en el presente estudio como una metodología que permita identificar y entender su comportamiento, evitando así posteriores incidencias y propagaciones de incendios.

• Accidentes graves con fuego

Los accidentes graves con fuego se pueden clasificar en las categorías generales que se muestran en la tabla 1. Dentro de este tipo de accidentes, el dardo de fuego es de especial interés, pues a pesar de tener dimensiones menores comparadas con otro tipo de incendios como

Tabla 1. Clasificación de accidentes graves con fuego (Palacios, 2011).

Accidente	Descripción
Incendios de charco (<i>pool fires</i>)	Combustión en estado estacionario de un charco de líquido inflamable con un tamaño y forma determinados, delimitados por la presencia de un dique o por la pendiente del terreno.
Incendios de tanque (<i>tank fires</i>)	Similar a los incendios de charco, pero generalmente con una forma circular, donde el diámetro es determinado por el tamaño del tanque. Este tipo de llamas se encuentran a cierta altura sobre el nivel del suelo.
Dardos de fuego (<i>jet fires</i>)	Llamas de difusión turbulenta en estado estacionario con una gran relación longitud-diámetro, causadas por la ignición de un dardo turbulento de gas o vapor inflamable.
Incendios repentinos (<i>flash fires</i>)	Son incendios repentinos e intensos en los que las llamas se propagan a través de una mezcla de aire y gas o vapor inflamable. Éstos están asociados con la dispersión atmosférica de gas-vapor bajo ciertas condiciones meteorológicas. Cuando la nube se encuentra con una fuente de ignición, la llama se propaga a través de la mezcla inflamable.

los de charco o de tanque, los dardos de fuego han sido señalados repetidamente como los iniciadores de secuencias de accidentes a través de un efecto dominó, que escala las consecuencias (Gómez-Mares *et al.*, 2008). De acuerdo con Casal (2017):

El efecto dominó se ha definido como una cascada de eventos en los que las consecuencias de un accidente anterior se ven incrementadas tanto espacial como temporalmente por los siguientes, dando lugar a un accidente grave mayor. Las instalaciones involucradas en un efecto dominó pueden o no pertenecer al mismo establecimiento (párr. 6).

El dardo de fuego es un fenómeno en el ámbito de incendios que puede suceder en tanques a presión o tuberías que transportan/almacenan productos inflamables bajo presiones

de 2 bares o mayores (Palacios *et al.*, 2009). Estos ocurren cuando hay una fuga, orificio o ruptura en la tubería o tanque presurizado y el producto combustible es impulsado a la atmósfera; una vez alcanzado su punto de ignición, como consecuencia se produce un dardo de fuego en la dirección del combustible que, dependiendo de las condiciones, puede llegar a alturas considerables y alcanzar temperaturas de más de 1,250 °C, como el que se presenta en la figura 1.

• **Análisis histórico de dardos de fuego ocurridos en México**

Se presenta el análisis de algunos ejemplos de accidentes de dardos de fuego ocurridos en México durante los años 2019-2021 (tabla 2), ya que durante este periodo el aumento de incendios en el mundo se presentó de manera progresiva.

Tabla 2. Accidentes de dardos de fuego ocurridos en México durante los años 2019-2021.

Fecha	Lugar	Descripción
18 de enero de 2019	Tlahuelilpan, Hidalgo	Un accidente provocó la trágica muerte de casi 120 personas. El accidente se debió a la explosión de un oleoducto de Petróleos Mexicanos (Pemex) que había sufrido una fuga de gasolina alrededor de las 5 de la tarde. Muchas personas aprovecharon la oportunidad de obtener combustible gratis y comenzaron a recolectarlo de manera ilegal. Unas dos horas después, se reportó la fuga del oleoducto a las autoridades y se produjo una explosión, cuyo origen fue un dardo de fuego. Los bomberos lograron controlar el fuego alrededor de la medianoche del mismo día. Es importante señalar que la recolección ilegal de combustibles directamente de los ductos de Pemex es una práctica común en estados como Puebla, Hidalgo y Oaxaca, entre otros, en México (Gallangos, 2019).
18 de abril de 2020	Minatitlán, Veracruz	La petrolera Pemex sufrió un incendio en la refinería de Minatitlán, dejando un saldo de siete heridos. Los reportes sobre el incidente apuntaron a que las llamas fueron provocadas por una fuga en la bomba de carga de la planta denominada Reformadora. La tercera mayor refinería de México dejó de operar varias semanas como consecuencia del incendio, generado nuevamente con un dardo de fuego como evento iniciador (García, 2020).
26 de junio de 2021	Campeche	Se produjo un incendio en el mar del estado de Campeche, en el golfo de México, que duró varias horas. El fuego se originó en la madrugada de ese viernes debido a una fuga de gas en un ducto de Pemex, que se encontraba a unos 150 metros de la plataforma satélite KU-C del complejo petrolero Ku-Maloob-Zaap (KMZ) de Pemex. Esa misma tarde, la petrolera estatal informó que las llamas, que se iniciaron por un dardo de fuego, habían sido controladas y que no se habían registrado heridos ni daños en la extracción de crudo (Suárez, 2021).

• Radiación térmica emitida por dardos de fuego

El calor irradiado a los alrededores es una de las principales características de los incendios industriales, ya que a partir de este valor es posible establecer las distancias de seguridad para las personas y los equipos en las instalaciones industriales. Además, estos valores también permiten predecir el nivel de daños que podría ocurrir en plantas químicas y/o petroquímicas, si se suscitaran estos accidentes graves con fuego (API, 2014).

El flujo de calor irradiado a los alrededores ha sido estudiado por varios autores como función de diversas variables; por ejemplo, a través de la longitud de la llama, el caudal másico de combustible y/o el diámetro de orificio de salida del combustible. El objetivo del presente artículo es predecir la radiación térmica emitida por dardos de fuego de propano, a escala laboratorio, a través del procesamiento de imágenes experimentales. En el presente estudio se analizará el calor irradiado por la llama como una función de su longitud y el diámetro del orificio de salida del combustible, tal y como se hizo en el estudio realizado por Bradley *et al.* (2016). Fueron analizados dardos de fuego de 0.08 m a 110 m, que involucraban 6 combustibles, obteniéndose expresiones matemáticas para predecir el calor irradiado de la llama. En el presente estudio se utilizarán dos de las ecuaciones ([2] y [3]) obtenidas por Bradley *et al.* (2016) para estimar la radiación térmica emitida por dardos de fuego de propano a escala laboratorio; las principales variables para el cálculo de la radiación térmica son el diámetro del orificio de salida del combustible y la longitud de la llama. Esta última se obtuvo a través del procesamiento de imágenes, tal y como se describe en el apartado «Metodología».

◆ METODOLOGÍA

Para obtener la geometría en una estadística de una llama en un video fragmentando para su análisis, se programaron dos códigos en MATLAB®; el primero se encarga de grabar un video y tomar una foto de la llama para posteriormente analizarla, con ayuda del segundo código se analiza cada fragmento del video para obtener las medidas geométricas de la llama (*i. e.* contorno, altura y anchura).

• Códigos MATLAB®

A continuación, se presenta el primer código programado en MATLAB®. Este código ha sido elaborado para la obtención de imágenes a tra-

vés de la fragmentación de los videos experimentales. Estas imágenes son posteriormente guardadas automáticamente en formato AVI en el ordenador (figura 2) para su posterior tratamiento.

En la figura 3 se muestra el segundo algoritmo desarrollado para generar una imagen de la llama, con base en los fragmentos obtenidos del video experimental (figura 2). Este segundo código, programado en MATLAB®, se encarga inicialmente de identificar la ubicación del video; a continuación, recorre cada fragmento del video, para obtener la desviación estándar, con base en un promedio de las imágenes de cada fragmento. Finalmente, obtiene el contorno de la llama mediante una imagen en escala de grises y una imagen promedio donde se puede observar la luz emitida por la llama para definir correctamente las medidas geométricas (*i. e.* contorno, altura y anchura) de cada llama.

La figura 4 muestra una imagen en escala de grises, obtenida a través del uso de los códigos mostrados en las figuras 2 y 3. Como se mencionó anteriormente, este formato ayuda a identificar la luz emitida por la llama para lograr una mayor precisión durante la obtención de sus medidas geométricas.

Las regiones óptimas, con base en las estadísticas, representan objetos teóricos que comparten una propiedad común de homogeneidad. Así, las expectativas de las regiones estadísticas adyacentes son diferentes para al menos un canal de color 2 escala de grises, que se obtienen de la muestra de cada pixel estadístico para valores escala de grises observados en la figura 4. Las figuras 5 y 6 muestran cómo el contorno de la llama es obtenido, a través de la figura 4, en donde la luz emitida por la llama ha sido analizada.

Finalmente, la figura 7 muestra la última parte del segundo código, en donde se observa la obtención de una imagen promedio (figura 8); obtenida del video original del dardo de fuego, tras el uso de los códigos programados y mostrados en las figuras 2, 3, 5 y 7. Es decir, esta imagen ha sido obtenida de los fragmentos promedio del video original, la cual servirá como marco de referencia para la obtención de las medidas geométricas de la llama.

Es importante mencionar que cada canal de color se reemplaza por un conjunto de X variables aleatorias independientes (rv), tomando valores positivos en dominios delimitados por $i = X$. Esto muestra la expectativa de pixeles estadísticos y la imagen generada. Dada la propiedad de homogeneidad, las fronteras entre

Los dardos de fuego han iniciado secuencias de accidentes a través de un efecto dominó que escala las consecuencias, por eso, merecen especial atención.



1

Figura 1. Dardo de fuego (Palacios, 2011).

2

Figura 2. Código elaborado para la obtención de fragmentos de videos en MATLAB®. Elaboración propia.

3

Figura 3. Código elaborado para el procesamiento de imágenes en MATLAB®. Elaboración propia.

4

Figura 4. Imagen obtenida con los códigos de MATLAB® (figuras 2 y 3) para la medición de las características geométricas de la llama (*i. e.* contorno, altura y anchura) en escala de grises.

5

Figura 5. Código de procesamiento de imágenes en MATLAB® para obtener el contorno de la llama (continuación del segundo código mostrado en la figura 3).

6

Figura 6. Imagen obtenida de los códigos de MATLAB® (figuras 2, 3 y 5), muestra la obtención del contorno de la llama.

7

Figura 7. Código de procesamiento de imágenes en MATLAB® para obtener la imagen promedio y sacar las medidas geométricas de la llama (continuación del segundo código mostrado en las figuras 3 y 5).

8

Figura 8. Imagen promedio de los fragmentos del video de la llama.

9

Figura 9. Imagen promedio de los códigos de MATLAB® (figuras 2, 3, 5 y 7) para la obtención de las medidas de las características geométricas de la llama (*i. e.* contorno, altura y anchura) con base en la figura 8.

10

Figura 10. Imagen original de la llama obtenida a partir de los códigos de MATLAB® a través de video e imagen en un ambiente abierto.

11

Figura 11. Imagen obtenida de los códigos de MATLAB® para la medición de superficies en escala de grises con base en la figura 10.

12

Figura 12. Imagen obtenida de los códigos de MATLAB® para la medición de superficies, donde se muestra el margen de cada superficie de la llama con base en la figura 11.

13

Figura 13. Imagen obtenida de los códigos de MATLAB® para la medida de las principales características geométricas de la llama, en un ambiente abierto, con base en las figuras 10-12.

14

Figura 14. Imagen original de la llama obtenida a partir de los códigos de MATLAB® de obtención de video e imagen en un ambiente cerrado.



```
camlist = webcamlist;
% Conexión a la cámara
cam = webcam(1);
preview(cam);
img = snapshot(cam);
imshow(img)
%Nos muestra la imagen en el panel de MATLAB.
%Video
vid=VideoWriter('f1');
%Se comienza a grabar los fragmentos del video
open(vid);
for frames = 1:1000
    %toma single image
    img = snapshot(cam);
    %display image
    imshow (img)
    T(frames)=getframe;
end
writeVideo(vid,T);
%Se guarda el video que se ha creado
close (vid);
imsave
%Se guarda una imagen del video
```

```
C:\Users\diani\Documents\MATLAB
%ubicación de archivos en escritorio
clear; close; all;
%limpia el panel de análisis para evitar contraposiciones de otros códigos.
threshold=0.9;
%Se cambia los cad del video por los de la imagen por lo que se pone en %aaa
%videoheader('Toma_Imagen_Mat_mel');
%Nombre del video en la carpeta
%CurrentLine=4.99;
%Background
n=1;
vidframe=readframe(v);
% Average frame
B=zeros(size(vidframe(1)));
%Inicia el procesamiento del video
while hasframe(v)
    n=n+1;
    vidframe=readframe(v);
    tmp=vidframe-vidframe;
    A=double(max(tmp,[],3))/255;
    B=A;
end
%Inicia el análisis de cada fragmento del video obtenido para obtener un
promedio de las imágenes obtenidas.
B=0/A;
% Standard deviation
V=var(A,1);
n=1;
vidframe=readframe(v);
C=zeros(size(vidframe(1)));
while hasframe(v)
    n=n+1;
    vidframe=readframe(v);
    tmp=vidframe-vidframe;
    A=double(max(tmp,[],3))/255;
    C=C+(A-B)/n;
end
C=sqrt(C/(n-1));
%Calcula
% figure
figure(1);
imshow(C,'[0 threshold]);
%Muestra la imagen de RGB
```



```
colorbar;
hold on;
contour(C);
%Nos muestra el contorno/ perímetro de la llama
```



```
figure(2);
imshow(C)
%Nos muestra la imagen original
colorbar;
%Obtenemos los datos necesarios para las medidas.
```

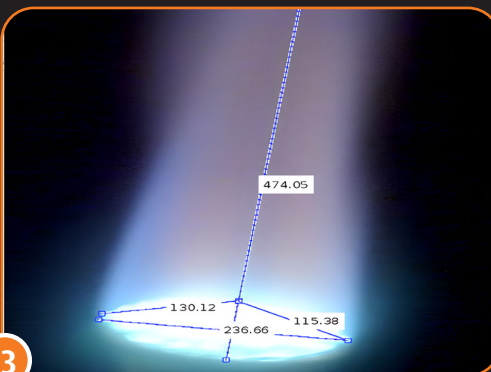
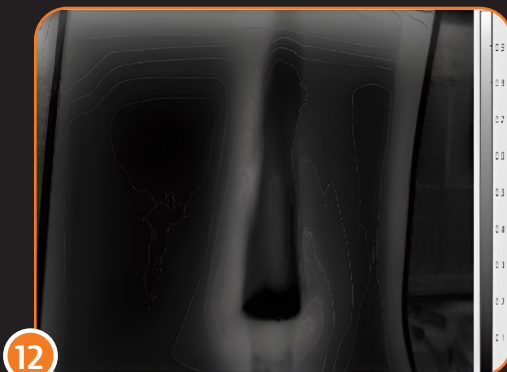
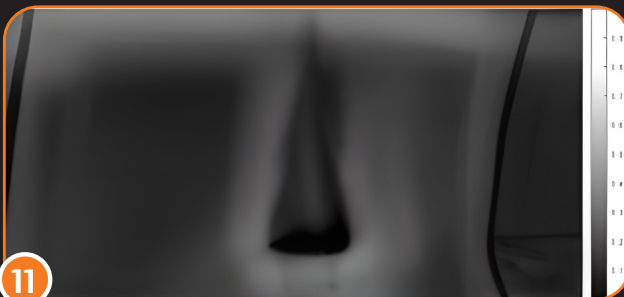
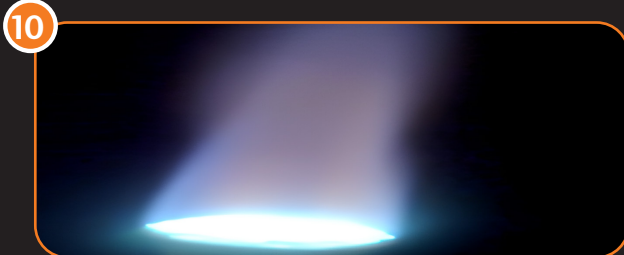
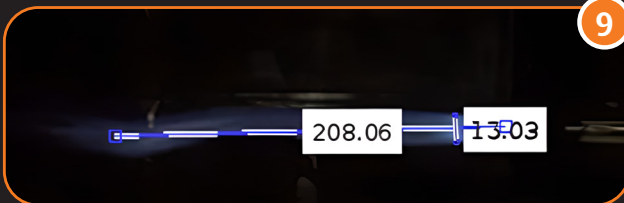
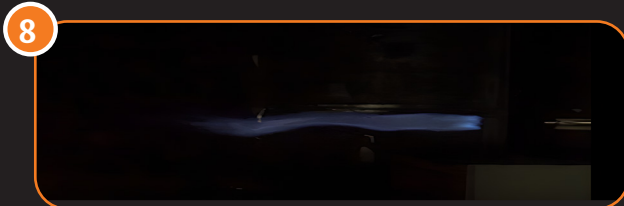


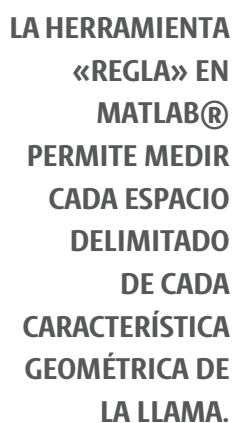
Figura 15. Imagen obtenida de los códigos de MATLAB® para la medición de superficies, donde se muestra el margen de cada superficie de la llama, con base en la figura 14.



Figura 16. Imagen obtenida de los códigos de MATLAB® para la medición de superficies en escala de grises con base en la figura 15.



Figura 17. Imagen obtenida de los códigos de MATLAB® para la medida de la expulsión de la llama, en un ambiente cerrado, con base en las figuras 14-16.



regiones verdaderas están conectando píxeles con diferencias en sus expectativas de color, y el segmento ideal trazado desde la base en las fronteras entre las regiones estadísticas. Para obtener la medida del contorno de la llama dentro de cualquier región estadística y con cualquier canal de color 2 escala de grises, los píxeles estadísticos tienen la misma expectativa para este canal de color.

Los códigos desarrollados en MATLAB® (figuras 2, 3, 5 y 7) permiten generar la imagen promedio de la llama (figura 8), a través del tratamiento de todo el video experimental del dardo de fuego; para posteriormente obtener las características geométricas de la llama (*i. e.* contorno, altura y anchura) (figura 9) con base en la desviación estándar de cada fragmento del video. Es decir, la obtención de estas características se realiza mediante la correcta medición de la altura y anchura de la llama en píxeles, con base en los contornos delimitados por la desviación estándar del código, a través del apoyo de la herramienta «Regla» en MATLAB®. Esta herramienta permite medir cada espacio delimitado de cada característica geométrica

de la llama; por ejemplo, la figura 9 muestra que las características geométricas de la llama obtenidas en un promedio de fragmentos del video (figura 8) son 208.06 píxeles de largo por 13.03 píxeles de ancho.

- **Medición en píxeles**

Un pixel es un punto individual en una imagen digital que puede representar un color o un valor de brillo específico. En las imágenes en color, cada pixel generalmente está compuesto por tres subpixeles, que representan los componentes de color rojo, verde y azul (RGB). Al combinar diferentes intensidades de estos tres colores en cada pixel, se pueden crear una amplia gama de colores. Para convertir una medida de pixeles a centímetros, es necesario conocer la densidad de pixeles o la resolución de la pantalla o la imagen. Esta densidad de pixeles se mide en pixeles por pulgada (PPP o DPI, por sus siglas en inglés), permitiendo determinar cuántos pixeles abarca una pulgada de la pantalla o la imagen. La fórmula básica para convertir pixeles a centímetros se muestra en la ecuación [1]. En el siguiente apartado

ECUACIÓN [1]

$$\text{CENTÍMETROS} = \text{PIXELES} / (\text{DENSIDAD DE PIXELES})$$

se muestran los resultados obtenidos a partir de dicha ecuación.

• Discusión de resultados

A continuación, se presentan las pruebas experimentales desarrolladas para comprobar el correcto funcionamiento de los códigos programados en MATLAB® y el análisis de las características de las llamas, llevados a cabo en distintos ambientes para observar su comportamiento. Las pruebas experimentales se realizaron en dos de los laboratorios de Ingeniería Química de la Universidad de las Américas Puebla (UDLAP), en donde se tomaron varios videos de una llama, en diferentes lugares, para obtener una estadística en ambientes diversos. El mechero Bunsen utilizado, el flujo de combustible y la relación aire-combustible fue la misma para ambos casos de estudio.

• Caso 1. Llama en un ambiente abierto

El caso de estudio 1 es representado por una llama generada con un mechero Bunsen en un laboratorio, sin estar dentro de alguna campana de extracción; es decir, una llama generada en un espacio abierto (figura 10). En la figura 10 se muestra la foto de un fragmento del video obtenido en vivo de la cámara USB para su análisis con los códigos de MATLAB® en un ambiente abierto.

En la figura 11 se muestra el cambio de color a escala de grises de un fragmento del video de la llama, con una llama más nítida, que se expresa en un color totalmente negro en su parte inferior y marcando el contorno de la misma llama, para obtener un correcto análisis en las medidas de la desviación estándar.

En la figura 12 se muestra la extracción del contorno de la llama, remarcándose en las líneas blancas, para que los códigos de MATLAB® puedan establecer correctamente los contornos de la llama donde se va a marcar su medición (figura 12).

En la figura 13 se muestra la extracción de los principales puntos donde se limita la luz, a través del contorno delimitado en la figura 12. La altura, el ancho y las distancias se obtuvieron mediante el uso de la herramienta «Regla» de MATLAB®, la cual permitió observar que las medidas de cambio de intensidad de la llama fueron de 474.05 pixeles, 236.66 pixeles, y 130.12 y 115.38 pixeles, respectivamente.

• Caso 2. Llama en un ambiente cerrado

A continuación, se presenta una llama generada con un mechero Bunsen en un laboratorio, dentro de una campana de extracción (figura 14). En la figura 14 se muestra la captura de pantalla de un fragmento del video obtenido en vivo de la cámara USB en un espacio cerrado, caso de estudio 2.

En la figura 15 se muestra el cambio de color a escala de grises de un fragmento del video de la llama, obteniendo una llama poco visible; sin dejar de lado la observación de un color totalmente negro que se expresa en la parte inferior del mechero.

En la figura 16 se muestra la extracción del contorno de la llama, para que los códigos de MATLAB® puedan establecer correctamente los contornos donde se va a marcar su medición, a pesar de que las líneas de extracción del contorno de la llama son tenues (figura 16).

En la figura 17 se muestra la extracción de los principales puntos donde se limita la luz, a



**LAS PRUEBAS
EXPERIMENTALES SE
REALIZARON EN DOS DE
LOS LABORATORIOS DE
INGENIERÍA QUÍMICA
DE LA UNIVERSIDAD DE
LAS AMÉRICAS PUEBLA
(UDLAP).**

través del contorno delimitado en la figura 16. Como se mencionó anteriormente, la altura, el ancho y las distancias se obtuvieron mediante el uso de la herramienta «Regla» de MATLAB®, la cual permitió observar que las medidas de cambio de intensidad de la llama fueron de 392.03 píxeles, 174.01 píxeles, y 117.32 y 100 píxeles, respectivamente.

A continuación, la tabla 3 muestra los valores en píxeles y centímetros para la altura y ancho de las llamas analizadas en ambos casos de estudio (*i. e.* ambientes abierto y cerrado, respectivamente). Estos valores fueron obtenidos a partir de la ecuación [1], presentada en la subsección «Medición de píxeles» de la sección «Metodología». Es así como la tabla 3 muestra las medidas de altura y ancho de las llamas obtenidas de las figuras 13 y 17.

Es importante mencionar que las imágenes mostradas en las figuras 13 y 17 corresponden a un valor promedio experimental; es decir, estas imágenes son el valor promedio de todos los fragmentos en los que se dividió cada grabación experimental en sistemas abiertos y cerrados, respectivamente. En el presente trabajo de investigación se realizaron diversas grabaciones en sistemas abiertos y sistemas cerrados; específicamente, se realizaron tres videos para cada condición experimental y el valor promedio para la altura y el ancho de la llama de estos videos es el reportado en la tabla 3 para cada caso.

• Cálculo de la radiación térmica emitida por dardos de fuego

El presente trabajo permite obtener las principales características geométricas del dardo de fuego (*i. e.* altura y ancho de la llama), relacionadas directamente con su alcance, a través del tratamiento de imágenes experimentales. De igual manera, la metodología muestra el comportamiento de los dardos de fuego, ayudando así a la prevención y mitigación de sus consecuencias.

ECUACIÓN
[2]

$$H/D = 3.4Q^{*2/5} - 0.6$$

ECUACIÓN
[3]

$$Q^* = \dot{Q} / \rho_a C_p T_a \sqrt{g D D^2}$$

Específicamente, a través de la obtención de la longitud de la llama mediante el tratamiento de imágenes y la utilización de las ecuaciones [2] y [3], obtenidas por Bradley *et al.* (2016), se ha estimado la radiación térmica emitida por los dardos de fuego de propano a escala laboratorio del presente estudio.

Las ecuaciones [2] y [3] muestran que las principales variables para el cálculo de la radiación térmica, Q , son el diámetro del orificio de salida del combustible, D , y la longitud de la llama, H . Esta última fue obtenida a través del procesamiento de imágenes. Mediante el uso de los valores del diámetro del orificio de salida de combustible en las pruebas experimentales igual a 4.5 cm y de la longitud de llama obtenidas en el presente estudio (tabla 3): (i) altura de la llama en el caso 1, ambiente abierto, igual a 9.12 cm, y (ii) altura de la llama en el caso 2, ambiente cerrado, igual a 10.32 cm, se procedió a calcular el valor de Q^* de la ecuación [2]. Los valores obtenidos fueron $Q^* = 0.5$ kW y $Q^* = 0.67$ kW, respectivamente.

Posteriormente, la radiación térmica, $\dot{Q}$, fue obtenida a través de la ecuación [3] con el uso de los valores de Q^* obtenidos previamente. Los valores de radiación térmica para las llamas de los casos 1 y 2 fueron $\dot{Q} = 1.1$ kW y $\dot{Q} = 1.4$ kW, respectivamente. Estos resultados demuestran que, por lo que respecta a las consecuencias debidas



EL PRESENTE TRABAJO PERMITE OBTENER LAS PRINCIPALES CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DEL DARDO DE FUEGO, RELACIONADAS DIRECTAMENTE CON SU ALCANCE, A TRAVÉS DEL TRATAMIENTO DE IMÁGENES EXPERIMENTALES.

Tabla 3. Características geométricas de las llamas analizadas en el presente estudio.

Caso de estudio	Figura	Altura de la llama (píxeles)	Ancho de la llama (píxeles)	Densidad de píxeles/Resolución (ppp)	Altura de la llama (cm)	Ancho de la llama (cm)
Videos de prueba	9	208.06	13.03	102.4	2.03	0.13
Caso 1: ambiente abierto	16	474.05	236.66	52.0	9.12	4.55
Caso 2: ambiente cerrado	20	392.03	174.01	38.0	10.32	4.58

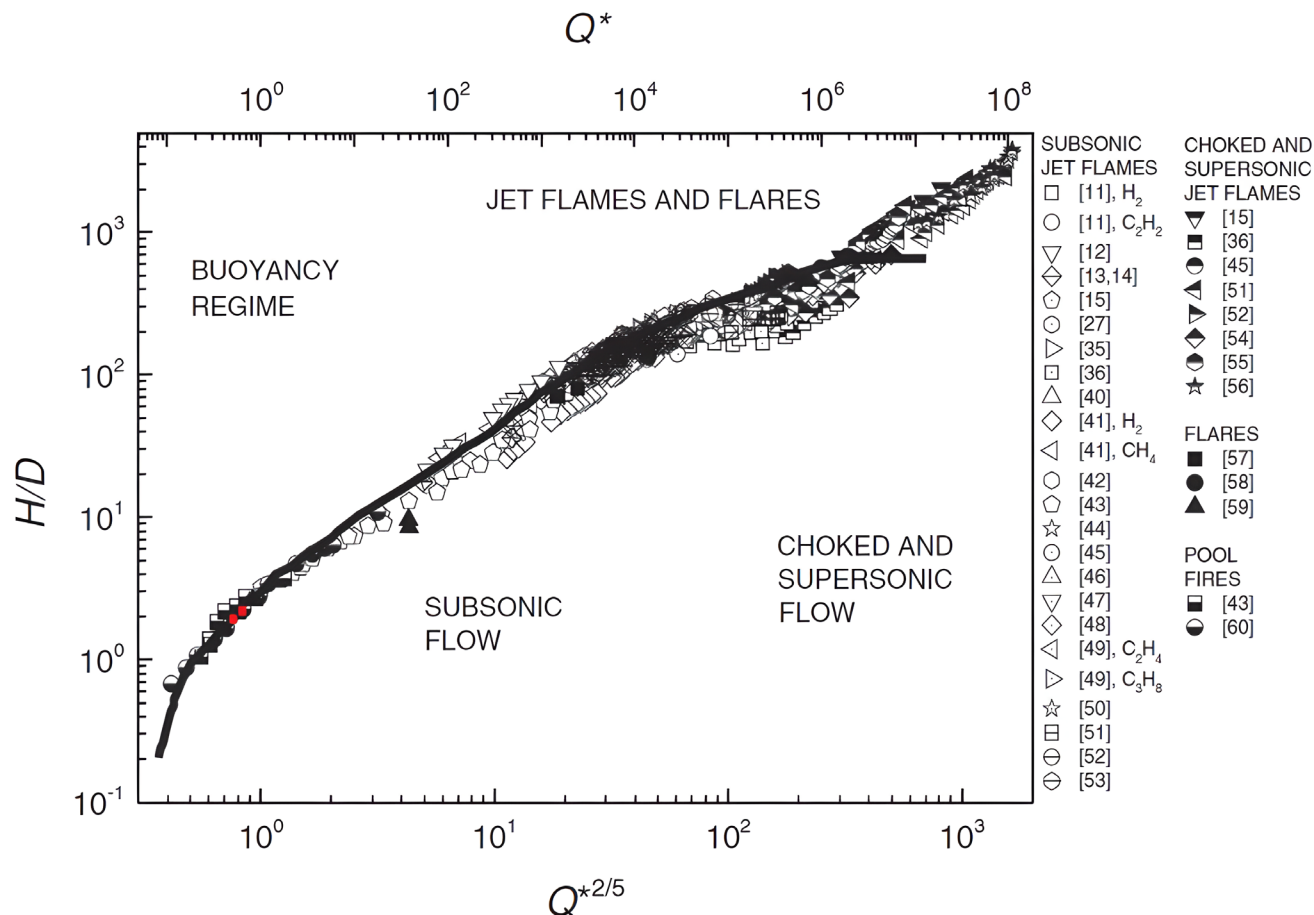


Figura 18. Altura de llama normalizada, H/D , en función de $Q^{*2/5}$. Modificada de Bradley *et al.* (2016). Los cuadrados rojos muestran los valores experimentales obtenidos en el presente estudio: $H/D = 2.0$, $Q^* = 0.5$ y $H/D = 2.3$, $Q^* = 0.67$ para los casos 1 y 2, respectivamente.

a la radiación térmica para dardos de fuego de estas características, el riesgo para las personas es mínimo y se encuentra limitado a distancias muy cortas a partir de la llama, ya que el límite «soportable» de radiación recibida por las personas es de alrededor de 5 kW (Casal, 2017), y esta intensidad de radiación no se presenta en los dardos de fuego analizados en este estudio.

Finalmente, estas dos llamas experimentales se insertaron en la figura 18, obtenida por Bradley *et al.* (2016), correspondiente a la base de datos más grande del mundo sobre dardos de fuego. La figura 18 muestra cómo los resultados de este estudio se encuentran en línea con los más de 880 dardos de fuego obtenidos por diversos autores entre 1949 y 2016. Los resultados obtenidos se encuentran señalados por los cuadrados rojos en los valores $H/D = 2.0$, $Q^* = 0.5$; y $H/D = 2.3$, $Q^* = 0.67$, para los casos 1 y 2, respectivamente, mostrando claramente cómo las

longitudes de llama obtenidas por el tratamiento de imágenes del presente estudio son confiables y reproducibles con estudios experimentales previos, realizados a escala laboratorio y con accidentes graves con fuego en escalas de ambientes reales.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el presente estudio se obtuvieron, mediante la programación de dos códigos en MATLAB®, las principales características geométricas de dardos de fuego, filmando las llamas en ambientes abiertos y cerrados, respectivamente. De los videos experimentales se obtuvieron las principales características geométricas de las llamas, con base en la desviación estándar que se presentó al convertir las imágenes de las llamas en formato de escala de grises y el contorno de las llamas. A continuación, se enlistan las principales conclusiones de este trabajo.

PRINCIPALES HALLAZGOS

1

A través del análisis de imágenes en MATLAB® y los códigos desarrollados con este *software*, se obtuvieron dos de las principales características geométricas de los dardos de fuego: altura y ancho de la llama (tabla 3), en distintos ambientes (sistemas abierto y cerrado); características necesarias para establecer las distancias de seguridad para las personas y los equipos en las instalaciones industriales.

2

Las medidas geométricas de las llamas obtenidas permitieron predecir la radiación térmica emitida por los dardos de fuego, a través del uso de ecuaciones reportadas en la literatura (ecuaciones [2] y [3]). Los valores de radiación térmica obtenidos para las llamas de los casos 1 (sistema abierto) y 2 (sistema cerrado) fueron $\dot{Q} = 1.1 \text{ kW}$ y $\dot{Q} = 1.4 \text{ kW}$, respectivamente.

3

La radiación térmica de dardos fuego a escala laboratorio fue calculada como una función del diámetro del orificio de salida del combustible y la longitud de la llama, esta última obtenida mediante el tratamiento de imágenes experimentales.

4

Los resultados obtenidos (cuadrados rojos en la figura 18) mostraron claramente cómo, conforme la longitud de la llama aumenta, el flujo de calor también aumenta. Estos resultados se alinean con el comportamiento de los más de 880 dardos de fuego obtenidos por otros autores de 1949 a 2016, utilizando varios combustibles, a escala laboratorio y en escalas de ambientes reales con accidentes graves con fuego.



Diana Laura Lima Bravo

Estudiante de sexto semestre de Ingeniería Mecatrónica en la Universidad de las Américas Puebla (UDLAP). Es miembro activo del

Programa de Honores UDLAP desde 2021.

diana.limabo@udlap.mx



Eduardo Javier Jiménez López

Profesor de tiempo completo de la Universidad de las Américas Puebla (UDLAP), con licenciatura en Electrónica y Comunicaciones y maestría en Ciencias con

especialidad en Electrónica de la UDLAP. Áreas de investigación: procesamiento digital y analógico de señales, análisis y diseño de circuitos eléctricos y electrónicos.

eduardoj.jimenez@udlap.mx



Adriana Palacios Rosas

Profesora de tiempo completo de la Universidad de las Américas Puebla (UDLAP). Doctora en Ingeniería de

Procesos Químicos por la Universidad Politécnica de Cataluña. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) nivel 2. Áreas de investigación: combustión, análisis de riesgos industriales, uso de hidrógeno con energías renovables, incendios y explosiones.

adriana.palacios@udlap.mx

• Agradecimientos

Este artículo es resultado del trabajo de investigación realizado por Lima Bravo, D. L., en la Universidad de las Américas Puebla (UDLAP) como miembro activo del Programa de Honores UDLAP.



REFERENCIAS

- American Petroleum Institute Recommended Practice 521. (2014). *Guide for Pressure-Relieving and Depressuring Systems*, 6th ed. Washington, DC: American Petroleum Institute. <https://www.api.org/~media/files/publications/whats%20new/521%20e6%20pa.pdf>
- Bradley, D., Gaskell, P.H., Gu, X.J. y Palacios, A. (2016). Jet flame heights, lift-off distances, and mean flame surface density for extensive ranges of fuels and flow rates. *Combustion and Flame*. 164, 400-409.
- Casal, J. (2017). *Evaluation of the effects and consequences of major accidents in industrial plants*. 2nd Edition. Elsevier. 553 pp. <https://doi.org/10.1016/C2016-0-00740-4>
- Centro Nacional de Comunicaciones, Secretaría de Gobernación. (2023). *Incendios*. Universidad Nacional Autónoma de México, párr. 1. <https://www.unam.mx/medidas-de-emergencia/incendios>
- Gallangos, F. (2019). Explosión en Tlahuelilpan: Recuento de la tragedia. 10-02-19. *Quadratin*. <https://mexico.quadratin.com.mx/explosion-en-tlahuelilpan-recuento-de-la-tragedia/>
- García, K. (2020). Explosión en refinería de Pemex en Minatitlán deja siete heridos. *El Economista*, párr. 2. <https://www.eleconomista.com.mx/empresas/Explosion-en-refineria-de-Pemex-en-Minatitlan-deja-siete-heridos-20210407-0112.html>
- Gómez-Mares, M., Zárate, L. y Casal, J. (2008). Jet fires and the domino effect. *Fire Safety Journal*, 43(8), 583-588.
- Palacios, A., Muñoz, M. y Casal, J. (2009). Jet fires: an experimental study of the main geometrical features of the flame in subsonic and sonic regimes. *AIChE Journal*, 55(1), 256-263.
- Palacios, A., (2011). Study of jet fires geometry and radiative features. PhD Thesis. Chemical Engineering Department. Universitat Politècnica de Catalunya.
- Palacios, A., Mata Miquel, C. y Barraza, C. (2021). Historical analysis of accidents in the Mexican chemical industry. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 20(1), 113-133.
- Rivera, R. (2020). Accidentes químicos. CENAPRED. <http://rmgir.proyectomesoamerica.org/portal/apps/Cascade/index.html?appid=9d-26834897164929846c3e716c0d9938>
- Suárez, K. (2021). Fuego en el mar: Pemex registra una fuga de gas en un ducto submarino en el golfo de México. *El País*, párr. 1. <https://elpais.com/mexico/2021-07-02/fuego-en-el-mar-pemex-registra-una-fuga-de-gas-en-un-ducto-submarino-en-el-golfo-de-mexico.html>

Entorno

POLÍTICA EDITORIAL

CONSULTE LA POLÍTICA EDITORIAL EN: [ENTORNO.UDLAP.MX](https://entorno.udlap.mx)

MISIÓN

Difundir el conocimiento, los avances científicos y tecnológicos, y la creación artística a través de la publicación de artículos inéditos que brinden aportaciones originales.

CONTENIDO

Multidisciplinario, integrado con artículos derivados de una investigación, innovación o creación artística desarrollada en universidades y centros de investigación con la participación de investigadores, profesores y/o estudiantes de instituciones mexicanas o extranjeras que difundan aportaciones o innovaciones científicas y tecnológicas originales, obras de creación artística o cultural. La orientación de los textos será de difusión del conocimiento y creación artística.

Para los efectos de esta política editorial, se distingue la difusión como la publicación de contenidos originales que están dirigidos a lectores con formación profesional.

COBERTURA TEMÁTICA

Interdisciplinaria, en cualquiera de los campos del conocimiento, la innovación o la creación artística que se cultivan en la Universidad de las Américas Puebla.

TIPO DE CONTRIBUCIONES

• Artículo científico

Documento científico que trata y difunde los resultados de una investigación o innovación exitosa, cuyas contribuciones aportan e incrementan el conocimiento actual. La orientación de los textos será de difusión del conocimiento y estos se someterán a revisión por pares.

• Artículo de creación

Documento que trata y difunde los resultados de una obra de creación artística o cultural. Será sometido a revisión por pares.

• Artículo de estado del arte

Documento que analiza a profundidad y difunde el conocimiento, en el estado del arte, de un problema, campo de investigación o área artística o literaria, de relevancia e interés general. Será sometido a revisión por pares.

PROCESO DE ARBITRAJE

Las propuestas de contribuciones a la revista serán analizadas, revisadas y dictaminadas por el editor en jefe, con el visto bueno del presidente del Consejo Editorial, quienes se apoyarán en los editores asociados y en dictámenes elaborados por árbitros designados para cada artículo.

El proceso de selección de artículos a publicar se realiza mediante un sistema de arbitraje «doble ciego», en el cual los árbitros desconocen el nombre de los autores de los artículos, y estos últimos desconocen el nombre de los árbitros. El proceso de arbitraje se rige por los criterios de veracidad, calidad ética y científica, y no discriminación.

La participación de los miembros del Consejo Editorial, del Comité Editorial y de los árbitros, se considera una contribución profesional, que se realiza de manera honorífica. El proceso de arbitraje de los artículos se puede consultar en <https://entorno.udlap.mx>. Todos los artículos se someterán a proceso de revisión por pares.

Se publicarán trabajos de investigación, análisis e innovación científica, social, humanística o artística de especialistas y académicos mexicanos o de cualquier otra nacionalidad. Se podrán incluir coautores de diversas instituciones. Se aceptarán trabajos en español o inglés, y en todos los artículos se incluirá un resumen y palabras clave en español y en inglés.

AUTORES

Los autores, por el simple hecho de enviar su artículo para posible publicación en *Entorno UDLAP*, se comprometen a cumplir con el Código de Ética de la revista, disponible en el sitio web <https://entorno.udlap.mx/codigo-de-etica/>.

La responsabilidad del contenido de los artículos corresponde exclusivamente a los autores.

La propuesta de un trabajo compromete a su autor a no enviarlo simultáneamente a la consideración de otras publicaciones.

Los autores, cuyos artículos hayan sido aceptados, estarán de acuerdo en que éstos sean publicados en versión impresa y digital por la Universidad de las Américas Puebla, y que ésta puede hacer uso de sus contenidos con propósitos de difusión y promoción de la revista. Asimismo, aceptan que los artículos se publicarán bajo licencia de acceso abierto (Open Access) tipo «BY-NC-SA» Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0).

Los artículos se someterán a revisión de estilo y diseño gráfico, por lo que los autores estarán atentos para resolver las dudas y propuestas que presenten los editores y la coordinación editorial. Cada autor aprobará las pruebas de imprenta de sus textos, como paso previo a su publicación.

RECEPCIÓN DE TRABAJOS

La recepción de artículos está abierta permanentemente, y una vez concluido el proceso de revisión por pares, se informará a los autores del resultado.

En caso de que éste sea aprobatorio, los editores procurarán publicar el artículo en el número más cercano posible de la revista.

Los artículos propuestos deberán enviarse siguiendo la Guía de Autores, que se puede consultar en el sitio web de la revista <https://entorno.udlap.mx/instrucciones/>. Los interesados en publicar sus artículos deberán enviar el documento al editor en jefe de *Entorno UDLAP*, al correo electrónico: revista.entornoudlap@udlap.mx.

Todos los artículos propuestos deberán enviarse acompañados de una carta de presentación y originalidad, firmada por el autor de correspondencia, con el formato que se incluye en el portal de la revista en <https://entorno.udlap.mx/cartas-de-presentacion-de-articulos/>.

En el caso de textos con más de un autor, se indicará el nombre del «autor de correspondencia» que actuará en representación de todos los autores, y será quien mantenga la comunicación con el cuerpo editorial de la revista y coordinará el proceso de revisión con sus coautores y, en caso de ser aceptado para publicación, recabará la aprobación de la impresión por parte de todos los autores.

A juicio del consejo editorial, se analizará la pertinencia de proponer números especiales de la revista, cuyos contenidos obedecerán a temas específicos seleccionados. En este caso también los artículos se someterán al proceso de revisión por pares.

PROCESO DE REVISIÓN

1. El autor, o autor de correspondencia, enviará el manuscrito del artículo propuesto al editor en jefe, quien revisará el cumplimiento general de los criterios de la política editorial para someter un manuscrito a revisión por pares, así como la carta de presentación y originalidad del texto. En caso de no cumplir los criterios editoriales, el editor en jefe lo informará a los autores para que, si así lo consideran conveniente, lo revisen y envíen de nuevo a proceso de revisión. En caso de cumplirse los criterios editoriales, el editor en jefe abrirá un expediente para el artículo y, con el apoyo del editor asociado del área de conocimiento correspondiente, designará dos árbitros de entre los miembros del comité editorial o invitará a otros profesores, investigadores o profesionales destacados a realizar el proceso de arbitraje. Los árbitros seleccionados podrán ser miembros de la UDLAP o externos.

2. El artículo se enviará a los árbitros y se les fijará un plazo de una semana para aceptar o declinar la invitación y de tres semanas para elaborar su dictamen. En caso de que un árbitro decline la invitación, el editor en jefe, junto con el editor asociado, designarán a otro árbitro.

3. El dictamen de los árbitros podrá emitirse en cualquiera de los siguientes sentidos:

- a. Aceptado
- b. Aceptado con cambios menores
- c. Aceptado sujeto a cambios mayores
- d. Rechazado

En todos los casos, el dictamen deberá ser argumentado adecuadamente. Por «aceptado sujeto a cambios mayores», se entiende que el manuscrito solo será publicado si los autores cumplen con los cambios propuestos por los árbitros y será sujeto a una nueva revisión de parte del editor y/o los árbitros. Por «aceptado con cambios menores» se entiende que el manuscrito ha sido aceptado y se publicará tan pronto el autor o autores cumplan con los cambios solicitados, lo cual será revisado por el editor. El dictamen será inapelable.

4. Una vez completado el ciclo de revisión y aprobado el texto, el editor en jefe enviará el manuscrito al Coordinador Editorial.

5. El coordinador editorial, con el apoyo del editor gráfico y del personal a su cargo, elaborarán el diseño editorial para la impresión final y lo enviarán al editor en jefe, presidente del consejo y al secretario ejecutivo para su revisión y aprobación. En caso necesario, se solicitará una nueva versión con correcciones a los autores. En esta etapa puede realizarse una revisión de estilo, que también será aprobada por los autores.

6. Una vez concluido el diseño editorial, el editor en jefe enviará a los autores la versión para impresión. Éstos, en su caso, harán las correcciones necesarias y firmarán una carta de autorización de la publicación.

PERIODICIDAD

Edición cuatrimestral. La revista se editará en papel y en formato electrónico.

ACCESO ABIERTO

La revista en formato electrónico tendrá acceso abierto en los sitios de internet de la UDLAP.



entorno.udlap.mx



UDLAP[®]

Universidad de las Américas Puebla



¡Ven y forma parte de nuestra comunidad!

Oferta académica

ESCUELA DE ARTES Y HUMANIDADES

- Animación Digital
- Arquitectura
- Arquitectura de Interiores
- Artes Plásticas
- Danza
- Diseño de Información Visual
- Historia del Arte y Curaduría
- Idiomas
- Literatura
- Música
- Teatro

ESCUELA DE CIENCIAS SOCIALES

- Antropología
- Ciencia Política
- Comunicación y Producción de Medios
- Comunicación y Relaciones Públicas
- Derecho
- Pedagogía
- Psicología Clínica
- Psicología Organizacional
- Relaciones Internacionales
- Relaciones Multiculturales

ESCUELA DE CIENCIAS

- Actuaría
- Biología
- Bioquímica Clínica
- Ciencia de Datos
- Ciencias de la Nutrición
- Cirujano Dentista
- Enfermería
- Física
- Médico Cirujano
- Nanotecnología e Ingeniería Molecular
- Químico Farmacéutico Biólogo



ESCUELA DE INGENIERÍA

- Ingeniería Ambiental
- Ingeniería Biomédica
- Ingeniería Civil
- Ingeniería en Energía
- Ingeniería en Industrias Alimentarias
- Ingeniería en Logística y Cadena de Suministros
- Ingeniería en Robótica y Telecomunicaciones
- Ingeniería en Sistemas Computacionales
- Ingeniería Industrial
- Ingeniería Mecánica
- Ingeniería Mecatrónica
- Ingeniería Química



Engineering
Accreditation
Commission



ESCUELA DE NEGOCIOS Y ECONOMÍA

- Administración de Empresas
- Administración de Hoteles y Restaurantes**
- Administración de Negocios Internacionales
- Artes Culinarias**
- Banca e Inversiones
- Economía**
- Estrategias Financieras y Contaduría Pública
- Mercadotecnia



*Todas nuestras licenciaturas cuentan con el Reconocimiento de Validez Oficial de Estudios RVOE, puede consultarse en www.udlap.mx

** No aplica acreditación AACSB



Ex hacienda Santa Catarina Mártir • C.P. 72810 San Andrés Cholula, Puebla, México
☎ 222 229 21 12 ☎ 222 160 66 19 • informes.nuevoingreso@udlap.mx

www.udlap.mx

Conoce más





UDLAP Consultores

Experiencia en **soluciones con valor**

Hemos desarrollado un modelo educativo que conjunta lo mejor de la academia de la Universidad de las Américas Puebla con la experiencia práctica de profesionales de diferentes giros y organizaciones, lo que nos ha permitido generar soluciones educativas únicas y de acuerdo a las necesidades específicas de nuestros clientes.



CONSULTORÍA

Brindamos a nuestros clientes asesoría especializada, metodologías de trabajo y herramientas para generar soluciones específicas, prácticas y efectivas a la medida de sus necesidades.

EDUCACIÓN CONTINUA

Programas que contribuyen en la formación, actualización y capacitación de nuestros clientes en temas de vanguardia, para mejorar la competitividad de las empresas y fomentar el desarrollo integral de los participantes. Nuestros profesores cuentan con amplia experiencia profesional y académica.



SOLUCIONES EMPRESARIALES

Diseñamos programas especiales para incrementar la eficiencia y competitividad de las empresas, lo que nos permite desarrollar habilidades y conocimientos aplicables de manera inmediata en temas de actualidad e innovación, por lo que el contenido, duración, lugar y forma de impartición se definen siempre en función de estas necesidades.

SOLUCIONES GUBERNAMENTALES

Contamos con programas enfocados hacia el mejoramiento de la administración pública en los ámbitos municipal, estatal y federal, teniendo como objetivos incrementar la calidad de los servicios de estos sectores y mejorar las capacidades y habilidades de los servidores públicos.

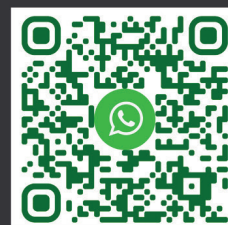
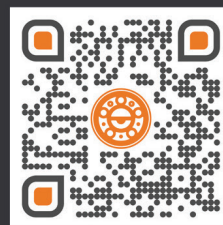


LABORATORIOS DE CALIDAD

Realizamos análisis de muestras, productos, pruebas y estudios de control de calidad, por medio de tecnología de vanguardia, en los distintos laboratorios de la UDLAP.

Para alcanzar tus metas...

¡SIGUE PREPARÁNDOTE!



UDLAP®

UDLAP CONSULTORES

Edificio HU · Oficina 316 · ☎ 222 229 30 77 / 222 229 27 16

udlap.consultores@udlap.mx · 🌐 <https://consultores.udlap.mx>

☎ 222 674 64 35 · 📱 udlapconsultores · @ @udlap.consultores · 📺 UDLAP Consultores

UNIVERSIDAD DE LAS AMÉRICAS PUEBLA

DOCTORADOS UDLAP®

GENERAMOS CONOCIMIENTO

CONSULTA NUESTROS
PROGRAMAS Y LÍNEAS
DE INVESTIGACIÓN



CIERRE DE CONVOCATORIA:

10 DE MAYO