

Encuentro de ideas: Un mosaico de aportaciones interdisciplinarias al conocimiento

Dedicado al Dr. Adán Valles Chávez
Decano de la DEPI, TecNM – IT de Cd Juárez

María Teresa Martínez Almanza
Carlos Jesús González Macías
Mario Macario Ruiz Grijalva
Coordinadores



María Teresa Martínez Almanza, Norberto Emmerich, Santos Alonso Morales Muñoz, Ma. Guadalupe Mancha Valenzuela, Mario Alberto Herrera Venegas, Victoria Barraza Echeverría, María Nieves González Valles, Alberto Castro Valles, Paulina Calderón Márquez, Manuel Ramón González Herrera, Amelia Márquez Jurado, Edgar Omar García Cardona, Luis Ernesto Orozco Torre, Javier Antonio Lom Hernández, Adán Valles Chávez, Eduardo Rafael Poblano Ojinaga, Shehret Tilvaldyev, Arturo Paz Pérez, Edgar Alfonso Muñoz Avitia, Juan José Lozano Barrón, Osslán Osiris Vergara Villegas, Salvador Noriega Morales, Rigoberto Reyes Valenzuela, María Luisa López Roa, Rubén Juárez Rodríguez.



ASOCIACIÓN CIENTÍFICA PARA LA EVALUACIÓN Y
MEDICIÓN DE LOS VALORES HUMANOS



Editorial Cenid

Encuentro de ideas: Un mosaico de aportaciones interdisciplinarias al conocimiento

ISBN México (CENID): 978-607-8830-34-3

ISBN España (AEVA): 978-84-09-56176-6

<https://doi.org/10.23913/9786078830343>

Primera edición, 2024 Todos los derechos reservados.

© 2024, **coordinadores.** María Teresa Martínez Almanza, Carlos Jesús González Macías, Mario Macario Ruiz Grijalva.

© 2024, **autores.** María Teresa Martínez Almanza, Norberto Emmerich, Santos Alonso Morales Muñoz, Ma. Guadalupe Mancha Valenzuela, Mario Alberto Herrera Venegas, Victoria Barraza Echeverría, María Nieves González Valles, Alberto Castro Valles, Paulina Calderón Márquez, Manuel Ramón González Herrera, Amelia Márquez Jurado, Edgar Omar García Cardona, Luis Ernesto Orozco Torres, Javier Antonio Lom Hernández, Adán Valles Chávez, Eduardo Rafael Poblano Ojinaga, Shehret Tilvaldyev, Arturo Paz Pérez, Edgar Alfonso Muñoz Avitia, Juan José Lozano Barrón, Osslan Osiris Vergara Villegas, Salvador Noriega Morales, Rigoberto Reyes Valenzuela, Maria Luisa López Roa, Rubén Juárez Rodríguez.

Los conceptos expresados en este documento son responsabilidad exclusiva de los autores. Esta obra cumple con el requisito de evaluación por dos pares de expertos.

Edición y diagramación: Orlanda Patricia Santillán Castillo.

Editorial Centro de Estudios e Investigaciones para el Desarrollo Docente. CENID AC es miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana Socio #3758.

Queda prohibida la reproducción o transmisión total o parcial del contenido de la presente obra mediante algún método sea electrónico o mecánico (INCLUYENDO EL FOTOCOPIADO, la grabación o cualquier sistema de recuperación o almacenamiento de información), sin el consentimiento por escrito del editor.

Indexación de datos

Bases de datos en las que Editorial Centro de Estudios e Investigaciones para el Desarrollo Docente CENID A.C. está indexada: Dialnet (Universidad de la Rioja).

© 2024 Editorial Centro de Estudios e Investigaciones para el Desarrollo Docente. CENID AC Pompeya # 2705. Colonia Providencia C.P. 44670 Guadalajara, Jalisco. México Teléfono: 01 (33) 1061 8187 Registro Definitivo Reniecyt No.1700205 a cargo de Conahcyt.

© 2024 Editorial de la Asociación Científica para la Evaluación y Medición de los Valores Humanos c/ de les cases sert nº 11, C.P. 08193, Bellaterra – Cerdanyola del Vallés (Barcelona).

CENID y su símbolo identificador son una marca comercial registrada.

Impreso en México / Printed in México

Si desea publicar un libro o un artículo de investigación contáctenos.

www.cenid.org

redesdeproduccioncenid@cenid.org



Encuentro de ideas: Un mosaico de aportaciones interdisciplinarias al conocimiento

Coordinadores

María Teresa Martínez Almanza
Carlos Jesús González Macías
Mario Macario Ruiz Grijalva

Autores

María Teresa Martínez Almanza, Norberto Emmerich, Santos Alonso Morales Muñoz, Ma. Guadalupe Mancha Valenzuela, Mario Alberto Herrera Venegas, Victoria Barraza Echeverría, María Nieves González Valles, Alberto Castro Valles, Paulina Calderón Márquez, Manuel Ramón González Herrera, Amelia Márquez Jurado, Edgar Omar García Cardona, Luis Ernesto Orozco Torres, Javier Antonio Lom Hernández, Adán Valles Chávez, Eduardo Rafael Poblano Ojinaga, Shehret Tilvaldyev, Arturo Paz Pérez, Edgar Alfonso Muñoz Avitia, Juan José Lozano Barrón, Osslan Osiris Vergara Villegas, Salvador Noriega Morales, Rigoberto Reyes Valenzuela, María Luisa López Roa, Rubén Juárez Rodríguez.

Índice

Reseña	8
Presentación	10
Introducción	11
Sección I: Ciencias Sociales	
Fronteras del Mundo: Migración, Geopolítica y Delincuencia <i>María Teresa Martínez Almanza, Norberto Emmerich, Santos Alonso Morales Muñoz</i>	16
Protocolo de la SCJN para Juzgar con Perspectiva de Género: Origen, aplicación, reflexiones y deficiencias <i>Ma. Guadalupe Mancha Valenzuela, Mario Alberto Herrera Venegas, Santos Alonso Morales Muñoz</i>	30
Reflexiones sobre la protección de Derechos Humanos y res interpretata. <i>Edgar Omar García Cardona, Luis Ernesto Orozco Torres</i>	44
Innovación en la evaluación de competencias laborales en los municipios del Estado de Chihuahua: diseño, creación y validez del instrumento <i>Paulina Calderón Márquez, Manuel Ramón González Herrera, Amelia Márquez Jurado</i>	61
Riesgos psicosociales, la salud mental y física de agentes de policía. Estado del conocimiento actual <i>Victoria Barraza Echeverría, María Nieves González Valles, Alberto Castro Valles, María Teresa Martínez Almanza</i>	73

Sección II: Ingeniería

Neurociencia y validación de identidad aplicada a seguridad de exámenes en línea de nuevo ingreso del TecNM: retos y beneficios <i>Rigoberto Reyes Valenzuela, María Luisa López Roa, Rubén Juárez Rodríguez</i>	86
Iniciativas gubernamentales para I4.0 y su evolución de MDG a SDG <i>Javier Antonio Lom Hernández, Adán Valles Chávez, Eduardo Rafael Poblano Ojinaga</i>	102
Impacto de los winglets en ángulo recto en la generación de vibraciones por prototipo de ala con perfil aerodinámico simétrico <i>Shehret Tilvaldyev, Arturo Paz Pérez, Edgar Alfonso Muñoz Avitia</i>	111
Algoritmo Evolutivo para reducir la congestión vehicular <i>Juan José Lozano Barrón, Osslán Osiris Vergara Villegas, Salvador Noriega Morales, Eduardo Rafael Poblano Ojinaga</i>	136
Curriculums Autores	150



TEC DE
JUÁREZ
Forjando el futuro,
transformando vidas.

Con la participación de investigadores de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez **UACJ**

Reseña Doctor Adán Valles Chávez

Nació en Hidalgo del Parral Chihuahua el 8 de febrero de 1959. Cursó su instrucción primaria en la escuela Melchor Gándara No. 56 y la Secundaria Federal No. 314 en la Ciudad de Hidalgo del Parral, Chihuahua, de la generación del 71-74. Estudió el bachillerato en el Cecyt No. 160 del Instituto Regional de Parral, generación 75-78.

Egresó en el Instituto Tecnológico de Parral como Ingeniero Industrial en Producción, obteniendo el más alto promedio de su generación en 1981.

Estudió la Maestría en Ciencias en Ingeniería Industrial en el Tecnológico Nacional de México, campus Ciudad Juárez, egresando en el año 1984, obteniendo el 1er lugar de su generación.

El Doctorado en Ciencias de la Ingeniería Industrial lo estudió en el Tecnológico Nacional de México, campus Ciudad Juárez, egresando en el 2008.

Se ha desenvuelto en la impartición de diferentes asignaturas en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez y el Tecnológico Nacional de México campus Instituto Ciudad Juárez en los niveles de Licenciatura, Posgrado y también a nivel Doctorado, avalan su brillante trayectoria como docente, motivo por el cual, varias generaciones de egresados lo han elegido como su “Maestro Distinguido de Generación”.

También se ha desarrollado en la Industria Maquiladora. De 1983 al 1986 se desempeñó profesionalmente como Ingeniero de Preplaneación en la planta Delphi Río Bravo Eléctricos IV. En el periodo de 1986 al 2004 en la empresa (UTA)Lear, teniendo a su cargo la Gerencia de Ingeniería Industrial, así como la Gerencia de Mejoramiento Continuo y Black Belt 6 sigma.

La producción científica, tecnológica y de innovación con la que cuenta el Doctor Valles Chávez, se compone de más de 60 publicaciones de artículos en prestigias revistas a nivel nacional e internacional; además de haber dirigido hasta la fecha 39 tesis en PNPC a nivel Posgrado, 40 tesis a nivel licenciatura y posgrado, además de haber fungido como asesor de más residencias profesionales de Licenciatura en los temas de Manufactura Esbelta y Seis Sigma; obteniendo el Premio de las Tesis de Maestría Asesoras en los años 2004, 2005, 2006 y 2007, así como el Premio del 2007 y 2008 de Proyectos de Creatividad.

Sus conocimientos y experiencia en el área de la Ingeniería Industrial lo han llevado a participar en diversos congresos alrededor del mundo, como lo han sido: México, Japón, Alemania, Francia, España, Colombia y Estados Unidos.

El doctor Adán Valles, se ha hecho acreedor a importantes distinciones por su labor como investigador en el Sistema Nacional de Investigadores (SNI) nivel 1 ante CONACYT en los años 2011, 2015 y actualmente en el 2023. También obtuvo distinciones en el Programa para el Desarrollo Profesional Docente (PRODEP): del periodo 2010 al 2025.

Asesor por más de 10 periodos de estancias de Investigación de verano del programa Delfín. Además, de obtener el reconocimiento por la Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería (ANFEI) con el Mérito Académico 2014, de la Región I.

En enero de 2023 fue nombrado Decano Honorario de la División de Estudios de Posgrado e Investigación.

Con más de 40 años de servicio del doctor Valles como docente – investigador, sus valiosas aportaciones y el entregar su vida a la academia y al desarrollo del país contribuyendo con la formación de egresados.

Para finalizar, el Decano Honorario Doctor Adán Valles Chávez, compartió una frase de la presentadora estadounidense, Oprah Winfrey: “Aquello en lo que nos concentramos se expande cuando nos concentramos en las bondades de la vida, creamos más bondades, las nuevas oportunidades y relaciones con los demás, hasta el dinero, empezaron aparecer con más frecuencia en mi camino cuando aprendí a ser agradecido en todas las circunstancias de mi vida”.

A la fecha continúa trabajando en bien de la educación en el Tecnológico Nacional de México campus de Cd. Juárez.

Presentación

Es un honor para nosotros presentar este compendio de conocimiento que surge del esfuerzo conjunto de un destacado grupo de investigadores del Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez (ITCJ) y la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ). "Encuentro de Ideas" es mucho más que un libro, es un testimonio de la riqueza que emerge cuando las mentes creativas se unen en un diálogo multidisciplinario.

Este proyecto es resultado de la colaboración fructífera entre dos instituciones académicas líderes en nuestra región: el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez (ITCJ) y la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ). Este encuentro interinstitucional ha permitido fusionar conocimientos, experiencias y perspectivas, generando un mosaico de ideas que refleja la diversidad y la riqueza intelectual de nuestros equipos de investigación.

La multidisciplinariedad es la piedra angular de este proyecto. Al abordar temas que van desde las ciencias sociales hasta la ingeniería, pasando por la salud y la tecnología, hemos creado un espacio donde la convergencia de disciplinas ha dado lugar a ideas innovadoras y soluciones creativas. La diversidad de enfoques ha enriquecido cada capítulo, proporcionando aportaciones únicas que trascienden las fronteras tradicionales del conocimiento, con lo cual se ha creado una fuente de innovación.

El trabajo colaborativo entre el ITCJ y la UACJ ha demostrado ser un catalizador para la excelencia académica. La sinergia entre ambas instituciones ha fortalecido la calidad de la investigación, ampliado las perspectivas y fomentado la transferencia de conocimientos. Este libro es un testimonio vivo de que, al trabajar juntos, podemos superar desafíos, romper barreras y avanzar hacia un futuro más brillante.

"Encuentro de Ideas" no es solo un ejercicio académico; se muestran resultados tangibles que permiten visualizar un gran compromiso con la sociedad. Creemos firmemente que las ideas presentadas en este libro tienen el potencial de impactar positivamente en nuestra comunidad y más allá. Al unir fuerzas, hemos creado una obra que trasciende las fronteras institucionales y geográficas, generando conocimiento valioso para el beneficio de todos.

Por lo anterior, este libro es un tributo a la capacidad humana de colaborar, aprender y crecer juntos. Invitamos a todos a sumergirse en este mosaico de aportaciones interdisciplinarias y a unirse a nosotros en la celebración del poder transformador de la colaboración y el encuentro de ideas.

¡Gracias por ser parte de este viaje!

María Teresa Martínez Almanza

Introducción

Bienvenidos a "Encuentro de Ideas: Un Mosaico de Aportaciones Interdisciplinarias al Conocimiento". Este libro representa la culminación de un esfuerzo colectivo entre destacados investigadores del Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez (ITCJ) y la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ). En sus páginas, se teje un vibrante conocimiento que trasciende las fronteras disciplinarias, un mosaico donde convergen las ciencias sociales y la ingeniería para ofrecer una perspectiva integral de nuestra realidad. La estructura de la obra se presenta en dos secciones.

Sección I: Ciencias Sociales

En la primera sección, exploramos las dinámicas sociales que moldean nuestro mundo contemporáneo:

El capítulo 1, intitulado "Fronteras del Mundo: Migración, Geopolítica y Delincuencia" analiza la compleja interacción entre migración, geopolítica y delincuencia, ofreciendo una visión multidimensional de las fronteras y sus implicaciones en la sociedad. Este ensayo profundo aborda las complejidades inherentes a las regiones fronterizas del mundo, centrando su mirada en desafíos fundamentales que abarcan la migración, la militarización, la geopolítica y la delincuencia. La migración desde África y América Latina emerge como un problema humanitario, matizado por travesías arduas y tragedias impactantes. El texto resalta la creciente militarización de las fronteras, evidenciada por la construcción de muros en Asia y América Latina, trazando un panorama global de divisiones físicas que reflejan tensiones geopolíticas. La geopolítica surge como actor central en conflictos fronterizos, ejemplificado por las tensiones entre Rusia y Ucrania, resaltando cómo las decisiones políticas globales reverberan en las fronteras. El análisis profundiza en las raíces de los conflictos en América Latina, vinculándolos a la herencia colonial y la delimitación de fronteras de los nuevos estados. Se examina críticamente la presencia de actividades delictivas como narcotráfico, contrabando y lavado de dinero, señalando la ineficacia en el control fronterizo y la corrupción en instituciones de seguridad. Un aspecto destacado es la intersección del poder político y el narcotráfico en ciertas regiones de América Latina, generando un caldo de cultivo para la corrupción y conflictos. Se pone en relieve el impacto en la seguridad en la frontera norte de México debido a la violencia vinculada al narcotráfico y la producción de drogas sintéticas, ilustrando la complejidad de los problemas que enfrentan las regiones fronterizas. El trabajo que ofrecen los autores ilumina la diversidad y complejidad de los problemas en las regiones fronterizas, abogando por un enfoque multidisciplinario para abordar estos desafíos interconectados. La migración, la geopolítica y la delincuencia se entrelazan en una trama global, exigiendo un entendimiento profundo y una respuesta coordinada para abordar las complejidades de las fronteras del mundo.

En el capítulo 2, "Protocolo de la SCJN para Juzgar con Perspectiva de Género: Origen, aplicación, reflexiones y deficiencias", desde el ámbito jurídico, exploramos el origen y aplicación del protocolo de la SCJN para juzgar con perspectiva de género, reflexionando sobre sus deficiencias y desafíos.

Además, se incluye desde una perspectiva jurídica el *capítulo 3: "Reflexiones sobre la protección de Derechos Humanos y res interpretata"*. El cual ofrece una reflexión sobre la protección de los derechos humanos y la interpretación jurisprudencial, brindando una perspectiva valiosa sobre el tema.

Así mismo, se incluye desde una perspectiva administrativa el *capítulo 4: "Innovación en la evaluación de competencias laborales en los municipios del Estado de Chihuahua: diseño, creación y validez del instrumento"*. La innovación es un catalizador fundamental para el progreso en las entidades gubernamentales, y este capítulo presenta un estudio pionero centrado en la gestión de competencias laborales en funcionarios de mandos medios y superiores de los municipios del Estado de Chihuahua. Con el objetivo de promover e implementar una gestión eficiente, se ideó un instrumento digital y físico único que permitiera evaluar y medir competencias genéricas/transversales de manera integral. Este capítulo detalla el proceso de desarrollo, integración, validez y fiabilidad de dicho instrumento. Concebido a partir de situaciones problemáticas reales, el instrumento desafía a los funcionarios municipales a demostrar su destreza en cinco dominios clave de competencias laborales genéricas/transversales: manejo de tecnologías, comunicación lingüística, visión estratégica, inteligencia emocional y liderazgo. La investigación, de carácter exploratorio y descriptivo, adoptó un enfoque no experimental y empleó el método deductivo con un riguroso análisis cuantitativo. La validación de contenido se llevó a cabo mediante el Juicio de Expertos, aplicando los modelos de Lawshe y Tristán. Los resultados arrojaron un instrumento digital con un índice de Validez de Contenido que supera los parámetros establecidos como aceptables, respaldado además por una Confiabilidad evaluada a través del coeficiente Alpha de Cronbach, también dentro de rangos considerados altamente confiables. A través de este estudio, se abre la puerta a nuevos paradigmas en la gestión de competencias laborales en el ámbito gubernamental, estableciendo un estándar elevado para la eficacia y la calidad en la evaluación del personal.

Mientras que en el *capítulo 5 "Riesgos psicosociales, la salud mental y física de agentes de policía. Estado del conocimiento actual"* se ofrece una mirada crítica a los riesgos psicosociales que enfrentan los agentes de policía, abordando el estado actual del conocimiento sobre su salud mental y física.

Sección II: Ingeniería

La segunda sección nos sumerge en el mundo de la ingeniería y la tecnología, donde la innovación y la creatividad se entrelazan:

El capítulo 6 "La neurociencia y la validación de identidad en línea: ¿Cómo pueden las instituciones de educación superior mejorar la seguridad en los exámenes de nuevo ingreso?" refiere que el desafío de asegurar la integridad en los procesos de selección en línea para ingreso a instituciones de educación superior es considerable. Este capítulo aborda específicamente la noción de identidad digital, fundamental para representar y autenticar a las personas en internet. En el ámbito educativo, donde la seguridad e integridad de los exámenes de nuevo ingreso son cruciales, la identidad digital plantea desafíos significativos y riesgos que requieren abordarse de manera efectiva. La literatura revisada en este capítulo explora la relación entre la neurociencia y la validación de identidad en línea. Se examinan las potenciales contribuciones de tecnologías como biométricos y blockchain

para mejorar la seguridad y confianza en los procesos de evaluación y selección de aspirantes a nuevo ingreso. El análisis considera cuidadosamente los beneficios y limitaciones de estas herramientas, junto con las implicaciones éticas y legales asociadas. La sinergia entre la neurociencia y la identidad digital abre oportunidades para la innovación y optimización de los sistemas educativos en el mundo digital. El objetivo principal es identificar beneficios y limitaciones que contribuyan a garantizar la seguridad en el proceso de evaluación, permitiendo una implementación más efectiva y precisa en la Institución de Educación Superior Tecnológico Nacional de México. Además, ofrece una visión crítica y reflexiva sobre el papel de la neurociencia y la identidad digital en la mejora de la seguridad en los exámenes de nuevo ingreso, proponiendo líneas de acción que pueden tener un impacto significativo en la evolución de los procesos educativos en el entorno digital.

El capítulo 7, "Iniciativas gubernamentales para I4.0 y sus obstáculos", aborda la cuarta revolución industrial y examina las iniciativas gubernamentales para la Industria 4.0 y los desafíos que este espectro ha desencadenado, como una respuesta global por parte de los gobiernos, que buscan implementar iniciativas avanzadas con prontitud. Este capítulo se sumerge en el mundo dinámico de estas iniciativas, que surgieron en paralelo al desarrollo del término y conceptos de la Industria 4.0. Su objetivo principal es capitalizar las tecnologías emergentes para catapultar a los países hacia la revolución de la industrialización digital. Se exploran las propuestas iniciales que delinearon el camino hacia la Industria 4.0 y se examinan cómo estas han evolucionado con el tiempo. Se destaca la transformación conceptual a medida que emergen temas cruciales como la economía circular y la sustentabilidad, revelando una adaptación continua para abordar los desafíos contemporáneos.

Este capítulo también arroja luz sobre los ajustes propuestos después de la introducción de las 17 metas de desarrollo sustentable de las Naciones Unidas, demostrando la capacidad de adaptación de las iniciativas gubernamentales frente a un marco global más amplio. Se analizan las intersecciones entre la Industria 4.0 y los objetivos de desarrollo sostenible, subrayando la importancia de alinear las innovaciones tecnológicas con la responsabilidad social y ambiental.

Sin embargo, el camino hacia la Industria 4.0 no está exento de obstáculos. El trabajo identifica y explora los desafíos que enfrentan los gobiernos en la implementación de estas iniciativas, desde barreras tecnológicas hasta cuestiones de gobernanza. Se examina críticamente la brecha entre la visión inicial y la realidad práctica, ofreciendo una evaluación equilibrada de los logros y desafíos. Se ofrece una ventana a la complejidad y dinamismo de las iniciativas gubernamentales relacionadas con la Industria 4.0. Al comprender los obstáculos y ajustes necesarios, se contribuye a la construcción de un marco más sólido para la implementación exitosa de estas iniciativas en el contexto de la transformación digital global que enfrentan.

Además, una de las aportaciones de gran riqueza innovadora es el *capítulo 8: "Impacto de los winglets en ángulo recto en la generación de vibraciones por prototipo de ala con perfil aerodinámico simétrico"* en el cual, desde la aerodinámica, exploramos el impacto de los winglets en la generación de vibraciones por prototipos de alas, destacando la importancia de la eficiencia aerodinámica.

Capítulo 9 "Algoritmo Evolutivo para reducir la congestión vehicular", cerrando la sección de ingeniería, presenta un algoritmo evolutivo diseñado para reducir la congestión vehicular, proponiendo soluciones innovadoras para mejorar la movilidad urbana. De esta forma, el libro que el autor tiene la oportunidad de leer es más que una recopilación de capítulos; es una invitación a

explorar las intersecciones entre disciplinas aparentemente dispares. A medida que te sumerjas en "Encuentro de Ideas", te alentamos a descubrir el poder de la colaboración interdisciplinaria y a ser testigo de cómo, juntos, creamos un mosaico de conocimiento que trasciende las fronteras del saber convencional.

María Teresa Martínez Almanza.

Sección I: Ciencias Sociales

Fronteras del mundo: migración, geopolítica y delincuencia

Borders of the World: Migration, Geopolitics and Crime

María Teresa Martínez Almanza

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México

tmartine@uacj.mx

<https://orcid.org/0000-0002-1056-9204>

Norberto Emmerich

Centro de Estudios en Estrategia y Políticas Públicas

norberto.emmerich@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-7903-3283>

Santos Alonso Morales Muñoz

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México

samorale@uacj.mx

<https://orcid.org/0000-0001-5330-9974>

Resumen

El trabajo aborda las complejidades en las regiones fronterizas del mundo, específicamente los desafíos clave como la migración, la militarización, la geopolítica y la delincuencia. La migración desde África y América Latina representa un problema humanitario marcado por travesías y tragedias. Se destaca la creciente militarización de fronteras en Asia y América Latina con la construcción de muros fronterizos en diversas partes del mundo. La geopolítica es un actor central en los conflictos fronterizos, ejemplificado por las tensiones entre Rusia y Ucrania. Se subraya cómo muchos conflictos en América Latina tienen raíces en la herencia colonial y la delimitación de fronteras de los nuevos Estados. Se examina la presencia de actividades delictivas como narcotráfico, contrabando y lavado de dinero, y se señala la ineficacia en el control fronterizo y la corrupción en instituciones de seguridad. Asimismo, se ilustra cómo el poder político en ciertas regiones de América Latina está vinculado al narcotráfico, lo que genera corrupción y conflictos.

Por último, se destaca el impacto de la seguridad en la frontera norte de México debido a la violencia relacionada con el narcotráfico y la producción de drogas sintéticas. Estos aspectos resaltan la complejidad y diversidad de los problemas en las regiones fronterizas, para su abordaje multidisciplinario.

Palabras clave: Fronteras, Migración, Militarización, Geopolítica, Corrupción.

Abstract

The work addresses the complexities in border regions around the world, focusing on key challenges such as migration, militarization, geopolitics, and crime. Migration from Africa and Latin America is characterized as a humanitarian problem marked by dangerous journeys and tragedies. The growing militarization of borders in Asia and Latin America is highlighted, with the construction of border walls in various parts of the world. Geopolitics plays a central role in border conflicts, exemplified by tensions between Russia and Ukraine. It emphasizes how the conflicts in Latin America have their roots in colonial heritage and the demarcation of borders for new states. The presence of criminal activities such as drug trafficking, smuggling, and money laundering is examined, pointing out the inefficiency in border control and corruption in security institutions. It illustrates how political power in certain regions of Latin America is linked to drug trafficking, leading to corruption and conflicts. The impact on security in the northern border of Mexico due to drug-related violence and synthetic drug production is emphasized. These aspects highlight the complexity and diversity of problems in border regions, calling for a multidisciplinary approach to address them.

Keywords: Borders, Migration, Militarization, Geopolitics, Corruption.

Introducción

Las fronteras geográficas de nuestro mundo, aparentemente estáticas en sus límites, son el escenario de dinámicos y complejos procesos que abarcan desde migraciones masivas hasta conflictos geopolíticos y delincuencia transnacional. Estas zonas limítrofes despiertan una fascinación y preocupación constante, ya que son puntos de encuentro entre culturas, economías y desafíos interconectados. Por tanto, en este documento exploramos en profundidad algunas de las fronteras más notorias y significativas del planeta para señalar tanto las problemáticas humanitarias como las implicaciones geopolíticas y criminales que las caracterizan.

Para el desarrollo de este manuscrito, nos planteamos la siguiente pregunta de investigación: ¿cómo influyen los procesos migratorios, los conflictos geopolíticos y la delincuencia transnacional en la dinámica de las fronteras del mundo y cuáles son las implicaciones de estos fenómenos para las sociedades y las relaciones internacionales? Esta interrogante proporciona un enfoque amplio y abarca los tres aspectos clave sobre los que interesa reflexionar: migración, geopolítica y delincuencia. Además, sirve como punto de partida para explorar en detalle las complejas interacciones y consecuencias de estos procesos en las fronteras mundiales.

Para responder a esa pregunta, planteamos el siguiente objetivo de investigación: analizar de manera integral y en profundidad cómo los procesos migratorios, los conflictos geopolíticos y la delincuencia transnacional influyen en la dinámica de las fronteras del mundo, así como identificar y evaluar las implicaciones de estos fenómenos en términos humanitarios, geopolíticos y de seguridad con el fin de contribuir al entendimiento de las complejas relaciones entre estos aspectos y su impacto en las sociedades y las relaciones internacionales.

Comenzamos nuestro viaje en el continente africano, donde las travesías peligrosas a través del Sahara y el Mediterráneo han convertido la migración en una cuestión humanitaria apremiante. De ese modo llegamos a una dolorosa verdad: la búsqueda de una vida mejor a menudo se encuentra con obstáculos insuperables que pueden resultar en tragedias humanas.

Asia, por su parte, emerge como un continente donde las fronteras experimentan un alto grado de conflictos armados y tensiones, algunos de los cuales involucran actores no estatales. En tal sentido, destacamos el caso de India y sus imponentes muros fronterizos, así como su peligrosa frontera con Pakistán, donde la amenaza nuclear arroja una sombra persistente.

En América Latina, la mayoría de los conflictos fronterizos encuentra sus raíces en el pasado colonial y en la delicada demarcación de las fronteras. Observamos cómo, en lugar de propuestas de “ciudadanización”, surge un discurso nacionalista y militarista en regiones con estructuras socioeconómicas frágiles, lo que complica aún más los problemas de gobernabilidad.

Aunado a lo anterior, la criminalidad transnacional también tiñe muchas de estas fronteras. Desde la Triple Frontera en Sudamérica, donde el tráfico de drogas, el contrabando y la delincuencia son preocupantes, hasta las peligrosas regiones limítrofes entre Argentina y Bolivia, donde el narcotráfico se ha arraigado profundamente, así como la frontera norte mexicana, donde los carteles luchan por el control territorial y el tráfico de drogas.

En lo relativo a la metodología, se seleccionó el enfoque de investigación cualitativa, mientras que el tipo de investigación fue básica, de nivel descriptivo. En cuanto al método de investigación, se aplicó el fenomenológico.

En este viaje a través de las fronteras del mundo, nos enfrentamos a realidades complejas que demandan una acción coordinada y soluciones efectivas. Migración, geopolítica y delincuencia se entrelazan en estas zonas limítrofes, y comprender estos problemas es un paso fundamental hacia la búsqueda de un futuro más seguro y sostenible.

Antecedentes

En 1989, el mundo tenía un total de 6 muros que separaban poblaciones, mientras que en 2020 esta cifra había aumentado al menos a 63 en todo el planeta. Este sorprendente incremento en las barreras físicas que dividen a las personas se plantea en el estudio *Un mundo amurallado. Hacia el apartheid global* realizado por el Centre Delàs d'Estudis per la Pau en Barcelona, España. En este se afirma que “30 años después de la caída del Muro de Berlín nos encontramos en un mundo con más muros que nunca” (Centre, 2020, p. 5).

Este fenómeno contrasta con la idea de Ohmae (1997), quien proclamó que la globalización traería consigo un mundo sin fronteras, lo que marcaría el supuesto fin de los Estados-nación. Sin embargo, este optimismo globalizador está desmoronándose, y es aquí donde entra en juego la reflexión de Forster (2006), quien considera que la frontera es el contrapunto de la globalización, es decir, el punto donde se evidencia la distancia entre promesas de integración y la realidad.

La noción de Ohmae de un mundo sin fronteras parecía anticipar el colapso de las barreras políticas y geográficas, pero en la práctica, las fronteras se están reafirmando como instrumentos de preservación ante el desplazamiento masivo de población. Asistimos al surgimiento de nuevos muros que buscan limitar el acceso a ciertas regiones, lo que desafía las visiones optimistas de la globalización.

Esta dicotomía entre globalización y fronteras se ha vuelto aún más compleja en las últimas dos décadas. Por eso, se puede afirmar que el mundo está experimentando un proceso de “desacoplamiento” en la economía internacional, marcado por una creciente separación de las principales potencias económicas. Este desacoplamiento, o *decoupling*, es impulsada por factores como la rivalidad entre Estados Unidos y China, lo que ha llevado a la repatriación de inversiones y procesos productivos, y a la incertidumbre en la economía mundial.

Incluso, en la actualidad, el mundo se caracteriza por una aparente contradicción entre la globalización y el resurgimiento de fronteras y muros. Además, se está produciendo un desacoplamiento económico que plantea un nuevo escenario de incertidumbre y fragmentación en las relaciones internacionales, dinámicas que desafían las concepciones tradicionales de un mundo interconectado y plantean desafíos significativos en términos de política, economía y seguridad global.

La idea de Kenichi Ohmae sobre el nacimiento de un mundo sin fronteras afirmaba que estas serían algo del pasado, propias de un Estado-nación dotado de atributos formales de soberanía que colisionan con las estructuras y prácticas políticas reales frente a la presión de disyuntivas cada vez más influyentes (Held, 1997). En esta concepción, el mundo tiende a convertirse en una superficie lisa y uniforme, donde la distinción entre lo interior y exterior carece de relevancia (Negri y Hardt, 2001), con lo cual se derrumba una característica fundacional del pensamiento moderno.

Al mismo tiempo, y contradictoriamente, también asistimos a la reafirmación estridente de la frontera como instrumento de preservación frente al descomunal desplazamiento de población de la periferia al centro (Rodríguez, 2002), con lo cual se esgrime un discurso opuesto a la retórica transnacional de la globalización. En otras palabras, asistimos “al fin de la tolerancia” (Theil, 2006) y a la construcción de nuevos muros que reviven la vieja tentación de tener paredes de segregación o protección. Si los viejos muros de la Guerra Fría eran para no dejar salir, los de ahora son para no dejar entrar.

La globalización y las fronteras, presentadas como dos caras de una misma moneda, describían una realidad única que se presentaba bifronte. Ahora, un par de décadas más tarde, estamos asistiendo al desmoronamiento de esa unidad bifronte y al aparente surgimiento de un mundo amurallado, coincidente con el proceso de desacople (*decoupling*) que experimenta la economía internacional (Emmerich, 2022).

El principal elemento nuevo es el distanciamiento, una conducta generalizada a nivel individual que se está trasladando a los comportamientos comerciales internacionales y quizás se involucre en las dinámicas de la política internacional. En la yuxtaposición del orden mundial previo con el orden mundial naciente se irán conformando las características de lo que se denomina *decoupling* o *desacoplamiento*, un mundo regionalizado en pocas grandes porciones unidas entre sí,

pero separadas del resto. En este escenario, ninguna nación tiene el poder para imponer su voluntad, lo que refuerza la idea de que “nadie conduce el autobús”, como dice Ian Bremmer en su libro *Every Nation for Itself*.

De hecho, antes del brote de la pandemia de covid-19, ya se vislumbraban cambios en el comercio mundial, con Estados Unidos liderando la tendencia de “América Primero”, lo que ocasionó nuevas fricciones en las cadenas globales de valor. Debido a sus rivalidades geopolíticas con China, pero también al formato agresivo frente a la Unión Europea, se agregaron nuevas fricciones e incertezas. Quedó entonces evidenciada la fragilidad de las cadenas globales e integradas de valor bajo las actuales condiciones políticas.

Ya sea como marca, línea, cerca o muro, la frontera siempre intenta actuar como un “límite” territorial y geográfico que ayuda a separar lo propio de lo extraño, el nosotros del ellos, lo nacional de lo internacional. En la medida en que esta afirmación física de la frontera es exitosa, se refuerzan los contenidos simbólicos de pertenencia e identidad propios de la nacionalidad “contenida”, y se delimita el espacio social y político (Emmerich, 2006).

La frontera, por tanto, cumple la doble tarea de separar hacia fuera e integrar hacia adentro, tareas que fueron históricamente desarrolladas apelando a la violencia estatal como instrumento de pacificación para devolver las diferencias al interior y alejarlas en el exterior con el fin de afirmar la existencia de un interior pacífico e igualitario mientras todo lo distinto y amenazante queda en el exterior.

El sistema de Estados-nación ha sido especialmente eficiente en mantener fronteras fijas que bloquean y regulan flujos económicos, sociales y culturales. Se apoya en la distinción entre el interior y el exterior, creando una estructura que restringe la movilidad y el intercambio. Sin embargo, con la globalización, este paradigma se ha vuelto cada vez más obsoleto, ya que el capital ya no se encuentra delimitado por las fronteras nacionales y las barreras tradicionales entre los mundos se han desvanecido.

En efecto, con la globalización el dominio capitalista dejó de estar delimitado por las fronteras nacionales o por los límites internacionales tradicionales, pues los trabajadores que abandonan el tercer mundo para ir al primero en busca de trabajo o riqueza contribuyen a socavar los límites entre los mundos. El tercer mundo no desaparece en el proceso de unificación del mercado mundial, sino que entra en el primero, se instala en su corazón como *ghetto*, villa, favela, siempre producido y reproducido nuevamente.

En definitiva, la globalización ha llevado a una reconfiguración de las dinámicas migratorias, con un crecimiento exponencial de la población migrante en la región. Los trabajadores que buscan oportunidades en lugares distintos a sus países de origen han socavado las fronteras tradicionales y han desafiado las nociones de separación entre los mundos. Dentro de esta realidad, se pueden identificar tres tipos de fronteras distintas, las cuales analizamos a continuación.

Las fronteras

Podemos clasificar tres tipos diferentes de fronteras:

1. **Fronteras migratorias:** Aquellas donde predomina el cruce de personas, sujetas al tráfico de personas, el coyotaje y el acoso de las pandillas, aunque el principal peligro es el securitismo estatal. Es el caso de Ceuta-Melilla y las islas Canarias en España, el Mediterráneo en general, la frontera entre México y Estados Unidos, la frontera entre México y Guatemala, entre otras. En América Latina, este tipo de fronteras es el más mestizado o híbrido de los tres, al combinar en proporciones similares el tránsito de personas con el crimen organizado y la militarización de las fronteras (Arroyave, 11 de agosto de 2021). Ejemplos incluyen la frontera norte mexicana y el tapón del Darién.
2. **Fronteras armadas:** En estas fronteras, el control militar es predominante, y la inaccesibilidad general y la exclusión pueden llevar a enfrentamientos armados. Predomina el control militar del paso de personas y vehículos, con la posibilidad de enfrentamientos armados. Ejemplos notables son la frontera entre Gaza e Israel, la frontera entre las dos Coreas y el conflicto en Cachemira entre India y Pakistán.
3. **Fronteras criminales:** Estas fronteras están marcadas por la actividad del crimen organizado, incluyendo el tráfico de drogas, armas y personas. Ejemplos incluyen la frontera norte ecuatoriana, colindante con los departamentos de Nariño y Putumayo en Colombia; la frontera entre Colombia y Venezuela, en Cúcuta; la triple frontera sudamericana (Argentina, Brasil, Paraguay); la frontera entre Colombia y Brasil en Leticia y Tabatinga; el tapón del Darién entre Colombia y Panamá; Yacuiba y Salvador Mazza, entre Bolivia y Argentina; y la línea fronteriza entre México y Estados Unidos.

Fronteras migratorias

La situación migratoria regional actual es inédita, tanto por el crecimiento exponencial de los migrantes que viven en la región como por la reconfiguración de las dinámicas migratorias, en la que países que tradicionalmente casi no recibían migrantes han comenzado a hacerlo.

El rol securitario de las fronteras respecto de la soberanía estatal y del nacionalismo ha dado lugar a múltiples formas de violencia hacia las personas en movilidad, ya sean migrantes, trabajadores fronterizos o solicitantes de refugio. Estas personas han visto vulneradas sus vidas, expuestas al contagio durante la pandemia, y abandonadas por parte de las autoridades estatales de los países de tránsito e inmigración, así como de sus países de origen.

Estas prácticas, que parecían estar limitadas a los países del norte, avanzan sin demasiada oposición hacia nuestra región latinoamericana (Centro de Estudios Legales y Sociales [CELS], 2023), algo que también sucede entre los estados africanos, con la notable excepción de Camerún, que mantiene una política migratoria de libre tránsito (Lemag, 2022). La construcción de un muro de 390 kilómetros de largo, del cual se acaba de inaugurar el primer tramo, entre República Dominicana y Haití, es una clara expresión del segregacionismo incorporado en las políticas migratorias latinoamericanas.

Durante la pandemia, la experiencia del tránsito entre los lugares de origen y destino estuvo plagada de situaciones que ponen en riesgo la dignidad y la integridad de las personas. En muchos países del continente, la población en tránsito ha sido la más perjudicada: desempleada, sin acceso a agua potable, sin albergues y sometida a contextos insalubres, lo cual se debe sumar a la indolencia de las autoridades que no facilitaron un retorno seguro cuando hubo intención de regresar al hogar (Liberona, 2020).

La frontera desempeña un papel fundamental como mecanismo de irregularización al denegar el derecho a la movilidad debido al régimen de visados, y al refugio, cuando es solicitado en la frontera. En América Latina, la selva del Darién es una de las fronteras internacionales más peligrosas. En 2022, alrededor de 250 000 personas cruzaron el tapón desde Colombia hacia Panamá, cifra que se ha elevado exponencialmente en 2023, pues se estima que más de 350 000 migrantes ingresaron al Tapón en los primeros ocho meses del presente año. Así, el Darién fue testigo de 141 muertes documentadas de migrantes en 2022.

La frontera entre México y Estados Unidos es considerada la frontera más peligrosa del mundo, ya que la Organización Internacional para las Migraciones (OIM) (12 de septiembre de 2023) registró 686 personas migrantes fallecidas o desaparecidas a lo largo de la frontera entre los Estados Unidos y México durante el año 2022.

En la Unión Europea, la situación empeora y las tensiones entre los Estados miembros por temor a una crisis migratoria aumentan. Tras la decisión de Alemania de reforzar los controles temporales en sus fronteras con Polonia y la República Checa por el aumento de la inmigración irregular, estos países, junto con Austria, anunciaron que introducirán registros transitorios a lo largo de sus límites con Eslovaquia, todo esto dentro del propio espacio Schengen.

Entre junio y agosto de 2023, unos 39 200 migrantes irregulares llegaron por la ruta de los Balcanes, una de las mayores vías de ingreso irregular a la Unión Europea, cifra similar a la del mismo periodo de 2022. Otras rutas aumentan, como la del Mediterráneo Central (41 %), pero la ruta de los Balcanes se mantiene. Sin embargo, las tensiones en los países de entrada se agudizan. La situación es aún peor para quienes llegan desde África, lo que representa un riesgo constante que se inicia, en algunos casos, cuando se cruza el desierto del Sahara, donde murieron más de 5400 personas entre 2014 y 2022. El caso más reciente y trágico de los últimos años fue el hundimiento de una embarcación cerca de la costa de Grecia, en la que viajaban entre 400 y 750 personas, el 14 de junio de 2023. Solo fueron rescatadas 104 personas y se recuperaron 81 cuerpos, mientras que cientos de personas siguen desaparecidas.

Fronteras armadas

Naciones Unidas señaló en 2020 que “a nivel mundial, el número absoluto de muertes en las guerras ha venido disminuyendo desde 1946. Sin embargo, los conflictos y la violencia van en aumento, y la mayoría de los conflictos actuales se libran entre agentes no estatales, como milicias políticas, grupos terroristas internacionales y grupos delictivos” (ONU, 2020, párr. 1). Esta realidad cambió abruptamente en febrero de 2022 con la “operación militar especial” de Rusia contra Ucrania, que cruzó la frontera entre ambos países. Más recientemente, la penetración de Azerbaiyán

en el enclave armenio de Najorno Karabaj y la irrupción de Hamas en Israel han vuelto a destacar la prevalencia del protagonismo estatal en los conflictos fronterizos.

Asia es el continente donde las fronteras experimentan el mayor grado de enfrentamientos armados, potenciales o recurrentes. El 56 % de los muros construidos en el mundo están en Asia (Centre, 2020: 6). India ha erigido tres muros fronterizos de 6.540 kilómetros de largo, lo que significa que el 43 % de sus fronteras están amuralladas. Aunque el muro entre Gaza e Israel tiene fines militares (terrorismo), los otros 36 muros construidos en Asia tienen diversos propósitos, como combatir el terrorismo, narcotráfico, contrabando, inmigración, ingreso de militantes y disputas territoriales. De los 14 muros construidos en Europa, 13 tienen fines migratorios (Centre, 2020).

El 5 de agosto de 2019, el parlamento indio revocó el estatus especial del Estado de Jammu y Cachemira, lo que puso fin a 65 años de autonomía para la región. Inmediatamente, Pakistán suspendió las relaciones comerciales con India. La frontera entre ambos países ha sido escenario de varias guerras y numerosos conflictos armados, de ahí que sea considerada la más peligrosa del mundo, incluso más que la frontera entre las dos Coreas, debido al carácter nuclear de ambas naciones.

En América Latina, la mayoría de los conflictos actuales de este tipo tienen sus raíces en el pasado, en la herencia colonial y en la frágil delimitación fronteriza de los nuevos Estados en el momento de su nacimiento, aunque raramente han desembocado en una guerra abierta.

En muchas zonas transfronterizas con débiles estructuras socioeconómicas y políticas, y con una población que no se siente atendida por el Estado, las propuestas de “ciudadanización” están siendo reemplazadas por un discurso “de soberanía” de carácter nacionalista y militarista, centrado en la reivindicación territorial. La militarización de las fronteras no está contribuyendo al desarrollo de esas zonas, que enfrentan problemas de gobernanza tanto a nivel local como regional, no solo estatal. La llamada a la defensa del interés nacional, en ocasiones, se traduce en una llamada a favor de ciertos grupos internos y externos (Alija, 2019).

Los conflictos fronterizos que podrían desembocar en enfrentamientos armados en América Latina son numerosos. En primer lugar, destaca el conflicto persistente entre Chile y Bolivia, uno de los más duraderos en la región. El conflicto entre Guatemala y Belice tiene sus raíces en la herencia colonial, mientras que el conflicto territorial entre Venezuela y Guyana es considerado uno de los más complicados. Nicaragua enfrenta varios conflictos territoriales y limítrofes abiertos, y Venezuela mantiene un extenso litigio con Colombia por los límites en el golfo de Venezuela. Además, los conflictos fronterizos entre las Guayanas tienen importantes implicaciones económicas para la existencia misma de estos países (Alija, 2019). A estos se añade el reciente conflicto político-étnico entre Perú y Bolivia, surgido a raíz de la represión en la provincia peruana de Puno, de mayoría étnica aymará.

Fronteras criminales

En el centro de Sudamérica, la triple frontera entre las ciudades de Foz do Iguaçu (Brasil), Puerto Iguazú (Argentina) y Ciudad del Este (Paraguay) es un foco frecuentemente denunciado de

delitos. En este sentido, Ciudad del Este, capital del departamento de Alto Paraná, destaca como la ciudad más importante en la estructura transfronteriza urbana más compleja de América Latina. Situada en el extremo este de Paraguay y con una población de 300 000 habitantes, forma parte de la región de las Tres Fronteras junto con Foz de Iguazú (Brasil, 250 000 habitantes) y Puerto Iguazú (Argentina, 40 000 habitantes). Esta región está marcada por la confluencia de los ríos Iguazú y Paraná, lo que da lugar al embalse de la represa de Itaipú, la hidroeléctrica más grande del mundo. Clasificada como la tercera zona comercial libre de impuestos más grande del mundo, después de Miami y Hong Kong, genera más de la mitad del PBI paraguayo.

Desde una perspectiva geopolítica, la región se encuentra en el epicentro del Sistema del Acuífero Guaraní (SAG), uno de los mayores del mundo y el primero en facilidad de acceso. Esta posición estratégica convierte a las Tres Fronteras en un punto clave para el control territorial del continente. El SAG abarca 1.195.700 km², con el 70 % en territorio brasileño, el 19 % en suelo argentino y apenas el 6 % en Paraguay. Sus reservas de agua, con una gran capacidad de renovación, tienen la capacidad de abastecer a 360 millones de personas durante 100 años. Tres elementos de importancia global destacan en este lugar: la energía eléctrica asequible, el suministro inagotable de agua potable y la intensa actividad comercial.

El Country Reports on Terrorism 2015 (US Department of State, 2017) afirma que “el área de la Triple Frontera entre Argentina, Brasil y Paraguay representa un nexo regional importante de armas, drogas, contrabando, tráfico de personas, falsificaciones y lavado de dinero, todos orígenes potenciales de fondos para organizaciones terroristas” (p. 270). Además, señala lo siguiente:

Paraguay continúa enfrentando desafíos debido a controles inefectivos sobre los movimientos migratorios, los bienes y el cumplimiento de la ley a lo largo de sus fronteras porosas, particularmente en el área de la Triple Frontera con Argentina y Brasil. Las actividades ilícitas dentro del área siguen siendo una fuente potencial de recursos para las organizaciones terroristas. La región de la Triple Frontera de Argentina, Brasil y Paraguay continúa funcionando como una fuente sospechosa de recursos para los grupos terroristas, ya que la mínima presencia militar y policial a lo largo de estas fronteras permite un amplio flujo irregular de personas, contrabando y dinero. Los esfuerzos de Paraguay para brindar un cumplimiento más efectivo de la ley y una seguridad fronteriza fueron obstaculizados por la falta de cooperación entre las agencias, la falta de transferencia de información y la corrupción dentro de las instituciones de seguridad, control de fronteras y judiciales (p. 290).

Sin embargo Vanguardia, diario de Ciudad del Este nacido en 1999 como parte del grupo ABC Color, cuestiona dichos como éstos, sosteniendo que no tienen “evidencia física” alguna para tales afirmaciones, apuntando que están causando un tremendo mal a los negocios de la zona, y también creando una especie de sicosis entre los moradores y principalmente en los residentes árabes, quienes sin juicio previo ya son tildados de terroristas (Orué, 2017: 15).

Por otra parte, en el caso de la frontera entre Argentina y Bolivia, el principal foco criminal se encuentra en la localidad de Salvador Mazza, en la provincia de Salta, en el extremo norte del país. Salvador Mazza tiene una población de alrededor de 27 000 personas, y entre ellas operan alrededor

de 10 bandas dedicadas al tráfico de cocaína, cada una compuesta por aproximadamente 40 individuos. Los “barones” de la droga operan desde Colombia, Perú y Bolivia, mientras que los “peones” encargados de su movimiento están en la localidad.

La geografía de Salta es diversa, con una parte perteneciente al cordón montañoso de las Sierras Subandinas y una zona conocida como “selva de transición”, con abundante vegetación de difícil acceso. En esta región se encuentra el paso fronterizo internacional llamado Salvador Mazza-Yacuiba, que conecta Argentina con Bolivia. Fuentes judiciales locales afirman que entre el 80 % y el 90 % de la cocaína que circula por Argentina ingresa a través de este paso fronterizo.

Bolivia, como antiguo productor de coca como parte del complejo coca-cocaína, encuentra en el paso fronterizo de Salvador Mazza una forma accesible de introducir la sustancia a Argentina. La geografía de Salvador Mazza facilita el tráfico los siguientes motivos:

1. Lindera con uno de los tradicionales países productores.
2. La diversidad topográfica, que incluye selva de transición y cordones montañosos.
3. El desgaste de las fronteras, erosionadas por la presión del narcotráfico.
4. La presión del proceso de globalización, que busca una mayor velocidad en las transacciones comerciales. El Estado disminuye los controles para poder cumplir ese imperativo y los controles fronterizos se vuelven menos exhaustivos y más permisivos.

Sin embargo, los controles fronterizos de gendarmería se distribuyen de manera irregular, cuentan con poco personal y los requisitos necesarios para atravesar la frontera son mínimos. Cuando el narcotráfico consolida su poder sobre un territorio, lleva a cabo un proceso político, por lo que asume la función que corresponde al Estado nacional: el control del territorio. Por lo tanto, establece relaciones conflictivas o armoniosas con las fuerzas de seguridad, la única institución estatal que mantiene una conexión constante con estos territorios.

En Salvador Mazza, Argentina, se enfrenta a un importante problema de tráfico de cocaína, con varias bandas operando en la región y participando en el transporte y tráfico de esta sustancia. Importan una gran parte de la droga que circula en Argentina desde Bolivia. La geografía de la zona facilita el tráfico debido a su proximidad a los países productores, la topografía variada, el desgaste de las fronteras y las presiones de la globalización que reducen los controles fronterizos. La corrupción en las fuerzas de seguridad es un problema persistente y está vinculada al narcotráfico.

En su libro *Fronteras*, la periodista Salinas (2023) afirma, al referirse a Salvador Mazza, lo siguiente:

Por las fronteras circula un caudal de mercaderías no registradas. Contrabando en distintas escalas. El contrabando “hormiga”, en las espaldas o los botecitos de los pobladores, pero también el que pasa en camiones y del que se encargan organizaciones más grandes. Ropa, remedios, neumáticos, depende del momento y el valor de la moneda a cada lado del límite... Sin embargo, contrabando y narcotráfico pueden no estar tan separados (p. 34).

De hecho, el fiscal federal Marcos Romero, citado por la referida autora, explica que “hay estructuras que mutaron desde la actividad netamente de narcotráfico a la actividad de contrabando. Se han legalizado, digamos, de esa manera, pero el punto de partida en cuanto a capital a invertir viene siempre del narcotráfico” (p. 36).

Ahora bien, en el caso de México, Ciudad Juárez, Chihuahua, es una ciudad de un millón y medio de habitantes que experimenta el *nearshoring* global con total intensidad. En este lugar, los grandes carteles de droga, como los de Juárez y Sinaloa, compiten por el control de la región y se enfrentan a través de franquicias locales y pandillas. Esta situación ha llevado a una tasa alarmante de homicidios, con un creciente involucramiento en el tráfico ilegal de migrantes y en la producción y distribución de drogas sintéticas. Los enfrentamientos violentos y las fugas de prisión han contribuido a la inseguridad en la región.

En 2022, la tasa de asesinatos del municipio fronterizo se ubicó en casi 70 homicidios por cada 100 000 habitantes, con 110 homicidios solo en el mes de mayo de 2023. Existe una coincidencia general en que, tras la caída en el valor de mercado de la marihuana y la heroína, los grupos criminales que operan en la frontera se han involucrado cada vez más en el negocio del tráfico ilícito de migrantes, así como en la producción y distribución de drogas sintéticas. Estas dos causas han contribuido al aumento de la ola de homicidios en la ciudad.

En agosto de 2022, ocurrió el denominado Jueves Negro, cuando el líder de la banda Los Mexicles, el Neto (Ernesto Piñón de la Cruz), ordenó desde dentro del penal donde estaba encerrado que los miembros de la banda desataran una masacre en toda la ciudad. En ese evento, fueron asesinadas 4 personas en una pizzería, 2 mujeres en una tienda de la cadena Oxxo, un niño de 13 años en la tienda Circle K, un hombre a bordo de una camioneta y 2 miembros del servicio penitenciario. Todo esto se desencadenó a raíz de una riña dentro del penal con la banda de Los Chapos en un intento de fuga del Neto.

En enero de 2023, una fuga carcelaria del Cereso nro. 3 resultó en la muerte de 17 personas (10 custodios y 7 prisioneros), como parte de la liberación del líder de Los Mexicles, el Neto, quien fue abatido por las autoridades a los pocos días.

En marzo de 2023, 39 personas migrantes murieron calcinadas en el Instituto Nacional de Migración en Ciudad Juárez, como parte de un supuesto intento de fuga de los migrantes detenidos allí. “El 90 por ciento de los homicidios en Juárez tienen que ver con la venta de metanfetamina”, afirman las autoridades de la Policía Municipal. “El conflicto entre las organizaciones criminales por las drogas sintéticas es la causa de los asesinatos en Juárez” (Tello, 2023, párr. 14).

En el extremo occidental del mapa, en la ciudad de Tijuana, los homicidios superan a los de Ciudad Juárez, de ahí que ocupe el primer lugar a nivel nacional. Hasta mediados de agosto de 2023, se cometieron más de 1200 homicidios en la ciudad. En 2022, se elevaron a 1830, mientras que, en Ciudad Juárez, fueron 885, la segunda ciudad del país. Ante esta realidad, Sampó (2017) opina:

Es necesario resaltar que el crimen organizado se vale de dos elementos centrales para desarrollar sus empresas: la demanda de bienes prohibidos y la incapacidad de

los Estados para controlar los flujos que traspasan sus fronteras y se mueven dentro de su territorio (p. 37).

En síntesis, se destaca cómo las regiones fronterizas en América del Sur y América del Norte enfrentan problemas significativos relacionados con el crimen, incluyendo el tráfico de drogas, el contrabando y la violencia. Estas realidades tienen un impacto tanto a nivel local como regional y a menudo están relacionados con la corrupción y la falta de control estatal efectivo en las fronteras.

Conclusiones

En los tres tipos de fronteras mencionados, la violencia está siempre presente. En aquellos lugares donde el locus de poder del *heartland* nacional tiene más dificultades para hacerse presente e implantar su control territorial, es precisamente donde las insurgencias criminales, las amenazas externas y la presión migratoria se hacen sentir con mayor fuerza.

En algunos casos, los tres tipos de frontera confluyen en el mismo lugar, como es el caso de la frontera norte mexicana, donde la presión migratoria, la actividad de los carteles y la presencia militar (norteamericana y mexicana) coexisten.

En nuestra región latinoamericana, queda cada vez más claro que la problemática migratoria es muy significativa, incluso por encima del tema del narcotráfico. Así lo ha expresado la política del Departamento de Estado en relación con Centroamérica, lo que da sentido a las desavenencias de Estados Unidos con la estrategia de Nayib Bukele, más afines con las disonancias en materia de adhesión a las políticas americanas que con la defensa de los derechos humanos socavados por el encarcelamiento de masas del gobierno salvadoreño.

En este mundo de fronteras, cargadas de muros crecientemente reforzados, parece recobrar razonabilidad la notable frase de Hardt y Negri (2000) en su libro *Imperio*: “Una nueva horda nómada, una nueva raza de bárbaros, emergerá para invadir o evacuar el Imperio” (p. 178).

En definitiva, las regiones fronterizas de todo el mundo son escenarios de una complejidad extraordinaria, donde se entrelazan desafíos socioeconómicos, conflictos geopolíticos y actividades delictivas. En este análisis multidimensional, hemos explorado una serie de temas críticos que ilustran la diversidad y gravedad de los problemas que enfrentan estas áreas limítrofes. En tal sentido, uno de los desafíos fundamentales es la migración, con un énfasis particular en las dificultades que enfrentan quienes llegan desde África y América Latina. De hecho, cabe resaltar que el cruce del desierto del Sahara y las tragedias en el Mediterráneo han destacado la necesidad de enfoques humanitarios y soluciones globales para abordar esta crisis migratoria.

En esta realidad los conflictos geopolíticos también juegan un papel crucial en las regiones fronterizas, y hemos observado cómo las dinámicas de poder entre los Estados y los actores no estatales pueden llevar a situaciones de tensión. La militarización de fronteras, como lo evidencian los casos en Asia y América Latina, plantea desafíos significativos para la paz y la estabilidad en estas áreas.

Por otra parte, cabe indicar que las regiones fronterizas a menudo son víctimas de actividades criminales, como el tráfico de drogas, el contrabando y el lavado de dinero, lo cual no solo socava la seguridad, sino que también puede tener vínculos con el financiamiento de organizaciones terroristas, de ahí la necesidad de cooperación internacional y un enfoque integral para combatir estas amenazas se vuelve evidente.

En conclusión, se puede asegurar que las regiones fronterizas presentan desafíos multifacéticos que requieren soluciones igualmente variadas, lo cual debe obligar a la cooperación entre naciones, la inversión en el desarrollo socioeconómico de estas áreas y un enfoque humanitario hacia la migración son elementos cruciales en la búsqueda de la estabilidad y la seguridad en las fronteras. Por ende, este análisis resalta la importancia de abordar estas cuestiones desde una perspectiva multidisciplinaria y colaborativa para reconocer que los problemas en las regiones fronterizas son verdaderamente globales y, por lo tanto, requieren soluciones globales.

Referencias

- Alija, A. M. (2019). La situación actual de los conflictos territoriales y fronterizos en América Latina y el Caribe. *Comillas Journal of International Relations*, (15). <https://doi.org/10.14422/cir.i15.y2019.001>
- Arroyave, L. (11 de agosto de 2021). Militarización de fronteras en América Latina, otra barrera para los migrantes. *DeJusticia*. <https://www.dejusticia.org/column/militarizacion-de-fronteras-en-america-latina-otra-barrera-para-los-migrantes/>
- Bremmer, I. (2012). *Every Nation for Itself: Winners and Losers in a G-Zero World*. Penguin Group.
- Centro de Estudios Legales y Sociales (CELS) (2023). Ante el avance de políticas migratorias regresivas exigimos regularización. *Centro de Estudios Legales y Sociales – CELS*. <https://www.cels.org.ar/web/2023/06/politicas-migratorias-regresivas-en-el-continente/>
- Centre Delàs d'Estudis per la Pau (16 de noviembre de 2020). El informe “Mundo Amurallado, hacia el Apartheid Global” revela que vivimos en un mundo con más muros que nunca. <https://centredelas.org/premsa/linforme-mon-emmurallat-cap-a-lapartheid-global-revela-que-vivim-en-un-mon-amb-mes-murs-que-mai/?lang=es>
- Emmerich, N. (2006). *Fronteras, muros y límites en la globalización*. Documento de trabajo n.º153. Departamento de Investigaciones. Universidad de Belgrano. Buenos Aires. Argentina.
- Emmerich, N. (2022). *El G-Zero como escenario político internacional derivado de la pandemia de Covid-19. Las preguntas sobre el futuro y la sensación de fragilidad*. Generis Publishing.
- Forster, R. (2006). La frontera. *Revista Veintitrés*, 48-49.
- Hardt, M. y Negri, A. (2000). *Imperio*. Harvard University Press.
- Held, D. (1997). *La democracia y el orden global. Del Estado moderno al gobierno cosmopolita*. Editorial Paidós.
- Lemag (2022). Migraciones africanas: más allá de las fronteras. <https://lemag.ird.fr/es/migraciones-africanas-mas-alla-de-las-fronteras>
- Liberona, N. (2020). Fronteras y movilidad humana en América Latina. *Nueva Sociedad*, (289), 49-58.
- Ohmae, K. (1997). *El fin del estado-nación*. Editorial Andrés Bello.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU) (2020). *Una nueva era de conflictos y violencia*. Organización de las Naciones Unidas. <https://www.un.org/es/un75/new-era-conflict-and-violence>
- Organización Internacional para las Migraciones (OIM) (12 de septiembre de 2023). La frontera entre Estados Unidos y México es la ruta migratoria terrestre más peligrosa del mundo. <https://www.iom.int/es/news/la-frontera-entre-estados-unidos-y-mexico-es-la-ruta-migratoria-terrestre-mas-peligrosa-del-mundo>
- Orué, P. (2017). Triple Frontera: medios y representaciones, una perspectiva desde lo local. *Animus. Revista Interamericana de Comunicação Midiática*. 16.
- Rodríguez, E. (2002). *Venir a la Europa fortificada. Reflexiones en torno a la identidad europea para las comunidades inmigradas*. Universidad de Barcelona, Barcelona.
- Salinas, L. (2023). *Fronteras*. Leamos.
- Sampó, C. (2017). Una primera aproximación al crimen organizado en América Latina: definiciones, manifestaciones y algunas consecuencias. En C. Sampó y V. Troncoso (coords.), *El crimen organizado en América Latina: manifestaciones, facilitadores y reacciones* (pp. 23-40).
- Tello, A. (2023). “La capital mundial del asesinato”: por qué hay una nueva ola de homicidios azotando Ciudad Juárez. <https://www.infobae.com/mexico/2023/06/13/la-capital-mundial-del-asesinato-por-que-hay-una-nueva-ola-de-homicidios-azotando-ciudad-juarez/>
- Theil, S. (2006). *The end of tolerance; farewell, multiculturalism. A cartoon backlash is pushing Europe to insist upon its values*. Newsweek International Edition.
- US Department of State (DS) (2017). *Country Reports on Terrorism 2015*. US Department of State. <https://2009-2017.state.gov/j/ct/rls/crt/2015/>

Protocolo de la SCJN para Juzgar con Perspectiva de Género: origen, aplicación, reflexiones y deficiencias

The Mexican Supreme Court's Protocol for Judging with a Gender Perspective: Origin, application, reflections, and deficiencies

Ma. Guadalupe Mancha Valenzuela

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México

guadalupe.mancha@uacj.mx

<https://orcid.org/0009-0001-3213-0198>

Mario Alberto Herrera Venegas

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México

mario.herrera@uacj.mx

<https://orcid.org/0009-0006-2278-0273>

Santos Alonso Morales Muñoz

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México

samorale@uacj.mx

<https://orcid.org/0000-0001-5330-9974>

Resumen

En cumplimiento de lo ordenado por la Corte Interamericana de Derechos Humanos, en 2013 la Suprema Corte de Justicia de la Nación elaboró el Protocolo para Juzgar con Perspectiva de Género (en lo sucesivo el Protocolo), el cual fue actualizado en el 2020 a partir de lo resuelto en diversas sentencias emitidas por la Suprema Corte de Justicia de la Nación, donde se aplicó la perspectiva de género en casos concretos. Por tal motivo, en este análisis se abordarán de manera práctica los conceptos, elementos y métodos establecidos en el Protocolo, así como su alcance al momento de ser aplicado en la impartición de justicia.

El Protocolo, en conjunto con los precedentes emitidos por la Suprema Corte de Justicia de la Nación, busca implementar métodos y elementos que deben ser utilizados por los juzgadores. Sin embargo, se corrobora que la aplicación del Protocolo no está garantizada en nuestro sistema jurídico mexicano y que la Suprema Corte de Justicia de la Nación no ha emitido criterios jurisprudenciales suficientes para asegurar su aplicación.

Por tanto, se espera que las reflexiones aquí expuestas sean de utilidad para que el Protocolo continúe actualizándose y adaptándose a las nuevas realidades sociales. Aunado a esto, se busca que su aplicación sea obligatoria para todos los órganos jurisdiccionales de México.

Palabras claves: Perspectiva de género, Derechos humanos, Igualdad, No discriminación, Impartición de justicia y protocolo.

Abstract

As ordered by the Inter-American Court of Human Rights, in 2013 the Mexican Supreme Court made the Protocol for Judging with a Gender Perspective (hereinafter the “Protocol”), which was updated in 2020 based on what was resolved in various sentences issued by the Mexican Supreme Court where the gender perspective was applied in specific cases. We will explain in a practical way the concepts, elements and methods established in the Protocol, as well as its scope when the Protocol is applied in the administration of justice. The Protocol and the judicial precedents issued by the Mexican Supreme Court try to implement methods and elements that must be used by all courts; however, we confirm that the application of the Protocol is not guaranteed in our Mexican legal system and that the Mexican Supreme Court has not issued sufficient jurisprudential criteria to guarantee the application of the Protocol. We hope that the reflections presented here are useful so that the Protocol continues to be updated and adapted to new social realities, but above all so that the application of the Protocol is mandatory for all courts in Mexico.

Keywords: Gender perspective, Human rights, Equality, Non-discrimination, Administration of justice and protocol.

Introducción

Una de las grandes deudas que tiene el Estado mexicano en cuanto a la impartición de justicia tiene que ver con la búsqueda de equidad para las mujeres, especialmente para aquellas que han sido víctimas de violencia de género. México se ha caracterizado por una cultura machista arraigada, y aunque se ha progresado en la erradicación de la violencia de género, este fenómeno persiste en nuestra sociedad, lo que dificulta su erradicación total.

Es cierto que se ha avanzado en la legislación relacionada con la justicia para las mujeres no solo con la penalización de delitos por razones de género, sino también con cambios legislativos en ámbitos familiar, civil, laboral, educativo, político y militar. Asimismo, se han implementado modificaciones en el ámbito judicial y de procuración de justicia en relación con la violencia de género, y el Estado Mexicano ha creado instituciones, dependencias e infraestructura dedicadas exclusivamente a la justicia para las mujeres.

Sin embargo, aún queda mucho por hacer para lograr una verdadera justicia, ya que diariamente nos enfrentamos a casos de feminicidios, desapariciones de mujeres, agresiones sexuales y otras formas de violencia de género. El caso de *González y otras contra México*, conocido como el *Caso campo algodonoero*, constituye un referente en la lucha por la justicia de género en México, pues esa sentencia de la Corte Interamericana de Derechos Humanos generó importantes cambios legislativos, judiciales e institucionales en el país en relación con la justicia para las mujeres.

Este caso se centra en el descubrimiento, el 6 de noviembre de 2001, de los cuerpos sin vida de Laura Berenice Ramos Monárrez, Esmeralda Herrera Monreal y Claudia Ivette González en un campo algodnero en Ciudad Juárez, las cuales fueron halladas con signos de violencia, abuso sexual y tortura. Al día siguiente, el 7 de noviembre de 2001, se encontraron otros cinco cuerpos sin vida en el mismo campo.

En este caso, la Corte Interamericana de Derechos Humanos identificó el factor común de género en la violencia sufrida por Laura Berenice Ramos Monárrez, Esmeralda Herrera Monreal y Claudia Ivette González. Asimismo, se determinó que desde que los familiares presentaron las denuncias sufrieron discriminación y estereotipos basados en el género por parte de las autoridades, las cuales minimizaron los hechos y culparon a las víctimas por su vestimenta, trabajo y conducta. Incluso se responsabilizó a los familiares por la falta de cuidado de las víctimas. Los estereotipos de género por parte de las autoridades resultaron en deficiencias en las investigaciones y en la impartición de justicia, lo que evidenció una falta de interés y vocación por parte de las autoridades en el caso de Laura Berenice Ramos Monárrez, Esmeralda Herrera Monreal y Claudia Ivette González.

Tomando en consideración lo anterior, la Corte Interamericana de Derechos Humanos (2009) en la sentencia del *Caso campo algodnero* condenó al Estado mexicano a realizar lo siguiente:

“Estandarización de todos sus protocolos, manuales, criterios ministeriales de investigación, servicios periciales y de impartición de justicia, utilizados para investigar todos los delitos que se relacionen con desapariciones, violencia sexual y homicidios de mujeres, conforme al Protocolo de Estambul, el Manual sobre la Prevención e Investigación Efectiva de Ejecuciones Extrajudiciales, Arbitrarias y Sumarias de Naciones Unidas y los estándares internacionales de búsqueda de personas desaparecidas, con base en una perspectiva de género” (párr. 502 y 601).

En cumplimiento al punto resolutivo de la sentencia de la Corte Interamericana de Derechos Humanos mencionada, la Suprema Corte de Justicia de la Nación (2013) desarrolló el Protocolo para Juzgar con Perspectiva de Género (en adelante Protocolo), el cual fue creado como un enfoque analítico para administrar justicia con perspectiva de género y proporcionar a los juzgadores una guía para resolver litigios en los cuales el género desempeña un papel trascendental.

Sin embargo, al elaborar la primera versión del Protocolo, la Suprema Corte de Justicia de la Nación se enfrentó al desafío de hacerlo sin contar con precedentes judiciales nacionales e internacionales que establecieran métodos y pautas para juzgar con perspectiva de género. Por lo tanto, la primera versión del Protocolo se basó en preceptos constitucionales y convencionales, es decir, sin un respaldo jurisprudencial y de experiencia en la aplicación de la impartición de justicia con perspectiva de género.

Considerando lo expuesto, con la experiencia acumulada en la aplicación de la justicia con perspectiva de género en casos específicos, la Suprema Corte de Justicia de la Nación (2020) llevó a cabo una actualización al Protocolo. Esta revisión incorporó principalmente un marco conceptual y la integración de la experiencia adquirida en la impartición de justicia con perspectiva de género en casos concretos resueltos por la misma Suprema Corte de Justicia de la Nación.

Contenido del Protocolo

Como se señaló anteriormente, el Protocolo fue elaborado por la Suprema Corte de Justicia de la Nación como parte de las medidas reparativas ordenadas por la Corte Interamericana de Derechos Humanos en diversas sentencias relacionadas con casos de violencia contra mujeres por cuestiones de género. Sin embargo, en esas sentencias, la Corte Interamericana de Derechos Humanos no proporcionó una metodología y guía efectiva para impartir justicia con perspectiva de género, sino que se limitó a indicar que la estandarización de los protocolos y manuales de impartición de justicia con perspectiva de género debería llevarse a cabo conforme al Protocolo de Estambul y el Manual sobre la Prevención e Investigación Efectiva de Ejecuciones Extrajudiciales, Arbitrarias y Sumarias de las Naciones Unidas.

Además, es importante destacar que la elaboración del Protocolo, tanto en su primera versión del 2013 como en su actualización en el 2020, se realizó en el contexto de la aplicación y ejecución de la Reforma Constitucional de 2011, la cual modificó los criterios de los tribunales mexicanos, especialmente los emitidos por la Suprema Corte de Justicia de la Nación, en cuanto a la estricta aplicación de los derechos humanos en su máximo alcance.

Por otra parte, a partir de la Reforma Constitucional de 2011, los derechos fundamentales establecidos en la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y en los tratados internacionales se convierten en normas jurídicas de aplicación directa, por lo que ya no están sujetos a la emisión de normas secundarias por parte de los legisladores. Esto ha llevado a que, más de una década después de la reforma, la Suprema Corte de Justicia de la Nación adopte una visión más centrada en los derechos humanos, con numerosos casos resueltos con perspectiva de género en relación con los derechos humanos de igualdad, no discriminación y erradicación de la violencia de género.

En consecuencia, con una mayor experiencia y respaldado por un marco jurisprudencial más sólido, la Suprema Corte de Justicia de la Nación pudo actualizar el contenido del Protocolo para alinearse más estrechamente con el alcance deseado por las sentencias de la Corte Interamericana de Derechos Humanos.

Para consultar el marco jurisprudencial emitido por la Suprema Corte de Justicia de la Nación en el ámbito de la justicia con perspectiva de género, es relevante referirse a los Cuadernos de Jurisprudencia (número 7) *Igualdad y no discriminación: género*, emitido por el Centro de Estudios Constitucionales de la Suprema Corte de Justicia de la Nación (2020). Este documento integra una recopilación de todos los precedentes jurisprudenciales emitidos por la Suprema Corte de Justicia de la Nación sobre perspectiva de género, principalmente de la década correspondiente del 2010 al 2020. Específicamente, se emitieron 51 sentencias por parte de la Suprema Corte de Justicia de la Nación en las siguientes materias y submaterias.

Tabla 1. Precedentes de la Suprema Corte de Justicia de la Nación

Materia	Submateria	Número de sentencias
Familia	Guarda y custodia	3
	Visitas y convivencia	1
	Pensión alimenticia	6
	Compensación económica	7
	Derecho de propiedad/derechos patrimoniales	3
	Elección del orden de los apellidos	5
	Beneficios procesales y medidas cautelares	2
Laboral	Pensión por jubilación	4
	Derecho de trabajo y licencia por maternidad	2
	Seguridad social	1
Ámbito político	Derechos electorales	7
Ámbito penal	Feminicidio	3
	Otros desarrollos	1
	Derechos procesales	1
Educación	Derecho a la educación sexual	1
Ámbito militar	Exención a mujeres de servicio militar	1
Derecho de las personas trans	Identidad de género	3

Fuente: Suprema Corte de Justicia de la Nación (2020).

La emisión de los criterios jurisprudenciales mencionados anteriormente sirvió como fundamento para la actualización del contenido del Protocolo. No obstante, es crucial destacar la sentencia emitida por la Primera Sala de la Suprema Corte de Justicia de la Nación (2013) en el juicio de amparo directo en revisión 2655/2013, que representó el primer criterio del Poder Judicial de la Federación en establecer las bases metodológicas para juzgar con perspectiva de género. Del juicio de amparo directo en revisión 2655/2013 de la Primera Sala de la Suprema Corte de Justicia de la Nación (2016) se derivó la tesis de jurisprudencia con el número 1ª./J.22/2016 que se encuentra publicada en la Gaceta del Semanario Judicial de la Federación, décima época, libro 29 la cual señala lo siguiente:

“ACCESO A LA JUSTICIA EN CONDICIONES DE IGUALDAD. ELEMENTOS PARA JUZGAR CON PERSPECTIVA DE GÉNERO. Del reconocimiento de los derechos humanos a la igualdad y a la no discriminación por razones de género, deriva que todo órgano jurisdiccional debe impartir justicia con base en una perspectiva de género, para lo cual, debe implementarse un método en toda controversia judicial, aun cuando las partes no lo soliciten, a fin de verificar si existe una situación de violencia o vulnerabilidad que, por cuestiones de género, impida impartir justicia de manera completa e igualitaria. Para ello, el juzgador debe tomar en cuenta lo siguiente: i) identificar primeramente si existen situaciones de poder que por cuestiones de género den cuenta de un desequilibrio entre las partes de la controversia; ii) cuestionar los hechos y valorar las pruebas desechando cualquier estereotipo o prejuicio de género, a fin de visualizar las situaciones de desventaja provocadas por condiciones de sexo o género; iii) en caso de que el material probatorio no sea suficiente para aclarar la situación de violencia, vulnerabilidad o discriminación por razones de género, ordenar las pruebas necesarias para visibilizar dichas situaciones; iv) de detectarse la situación de desventaja por cuestiones de género, cuestionar la neutralidad del derecho aplicable, así como evaluar el impacto diferenciado de la solución propuesta para buscar una resolución justa e igualitaria de acuerdo al contexto de desigualdad por condiciones de género; v) para ello debe aplicar los estándares de derechos humanos de todas las personas involucradas, especialmente de los niños y niñas; y, vi) considerar que el método exige que, en todo momento, se evite el uso del lenguaje basado en estereotipos o prejuicios, por lo que debe procurarse un lenguaje incluyente con el objeto de asegurar un acceso a la justicia sin discriminación por motivos de género.

Tesis de jurisprudencia 22/2016 (10a.). Aprobada por la Primera Sala de este Alto Tribunal, en sesión de fecha treinta de marzo de dos mil dieciséis.

Esta tesis se publicó el viernes 15 de abril de 2016 a las 10:30 horas en el Semanario Judicial de la Federación y, por ende, se considera de aplicación obligatoria a partir del lunes 18 de abril de 2016, para los efectos previstos en el punto séptimo del Acuerdo General Plenario 19/2013.”

El precedente jurisprudencial citado representó la primera ocasión en que la Suprema Corte de Justicia de la Nación se pronunció sobre la metodología seguida para impartir justicia con perspectiva de género, y específicamente estableció seis elementos que los juzgadores deben seguir en este enfoque.

La resolución de la Primera Sala en el juicio de amparo directo en revisión 2655/2013 fue fundamental para la emisión de múltiples precedentes judiciales que fueron complementando el alcance de la justicia con perspectiva de género. Estos precedentes, en conjunto, contribuyeron significativamente a la actualización del contenido del Protocolo en 2020.

El Protocolo actual incluye un marco conceptual sobre género e impartición de justicia, donde se establecen los conceptos básicos necesarios para comprender la justicia con perspectiva de género. Posteriormente, se aborda un capítulo sobre la perspectiva de género desde los sistemas universal e interamericano de derechos humanos y la doctrina jurisprudencial de la Suprema Corte de Justicia de la Nación. Destacan todos los precedentes emitidos por la Suprema Corte desde la

primera versión del Protocolo. Por último, se incorpora una guía práctica para juzgar con perspectiva de género, que aborda las obligaciones previas al estudio de casos concretos, las responsabilidades al analizar el fondo de la litis y las obligaciones que surgen al dictar la sentencia en su integridad.

Marco conceptual del Protocolo

Una modificación significativa en la actualización del Protocolo (Suprema Corte de Justicia de la Nación, 2020) tiene que ver con el marco conceptual del género, el cual se presenta en el primer capítulo del Protocolo y tiene como propósito fundamental servir como una herramienta conceptual para los juzgadores en casos en los cuales la perspectiva de género debe ser utilizada como método de análisis. En este primer capítulo, se aborda un enfoque teórico-conceptual del género, que establece las bases para la impartición de justicia con perspectiva de género.

A continuación, según nuestra consideración, se proporciona una explicación del contenido del marco conceptual del Protocolo y las reflexiones que deben tenerse en cuenta.

- *¿Qué debemos entender por sexo?*

La Suprema Corte de Justicia de la Nación concibe el sexo como el elemento que distingue a las personas como mujeres u hombres, basándose en criterios biológicos que generalmente se asignan al momento del nacimiento mediante el simple examen de los genitales externos.

Desde el punto de vista biológico, el sexo se entiende como un conjunto de criterios para definir si una persona es hombre o mujer, los cuales se diferencian por los cromosomas X o Y. Los hombres tienen un cromosoma X y uno Y, mientras que las mujeres tienen dos cromosomas X. Además, la presencia de órganos sexuales externos o internos también diferencia el sexo, como los ovarios en el caso de las mujeres o los testículos en el caso de los hombres. Las hormonas también son indicadores del sexo, con la presencia de progesterona y estrógenos en las mujeres y andrógenos y testosterona en los hombres.

- *¿Qué se entiende por género?*

La cultura o sociedad determina, de acuerdo con sus costumbres, las características y roles que deben cumplir los hombres y las mujeres, es decir, se les encasilla en varios parámetros y actividades desde cómo vestirse, qué sentir, cuáles profesiones son masculinas y femeninas, cómo deben interactuar con hombres y con mujeres, entre otras. En pocas palabras, dependiendo de su anatomía una persona debe actuar, pensar y sentir.

- *¿Qué es la identidad de género?*

La Corte explica que la identidad de género se refiere al género con el cual cada persona se identifica, lo cual puede o no coincidir con el sexo asignado al nacer. Por lo tanto, algunas personas, al ser designadas como mujeres u hombres al nacer, efectivamente se identifican con ese género. Sin embargo, hay quienes, a pesar de sus características físicas y fisiológicas, se identifican con el sexo opuesto o incluso no se sienten identificadas con ninguno de los dos sexos.

El término utilizado para describir a las personas que se identifican con el género que les fue asignado al nacer es *cisgénero*, mientras que para aquellas que se identifican con el género opuesto al que se les asignó al nacer se utiliza el término *transgénero*.

- *Sistema patriarcal*

El sistema patriarcal es un orden social fundamentado en la división sexual y en un conjunto de acciones y relaciones estructuradas según el poder. Este término implica la organización social en la que se establece una división estructural entre hombres y mujeres, donde las mujeres se encuentran subordinadas a los hombres y experimentan un entorno de desigualdad e inferioridad. Dentro de esta estructura jerárquica, se asignan roles específicos que tanto mujeres como hombres deben desempeñar, lo que resulta en la discriminación de las mujeres en cuanto a su inteligencia y capacidad para llevar a cabo las mismas actividades o alcanzar las mismas jerarquías que los hombres. Cabe destacar que el sistema patriarcal no se limita al ámbito privado, sino que también se manifiesta en lo público.

- *Violencia por razón de género*

La Organización Mundial de la Salud [OMS] (2002) señala que la violencia se define como el uso deliberado de la fuerza física o el poder, ya sea en forma de amenaza o acción efectiva contra uno mismo, otra persona, o un grupo o comunidad, con el potencial de causar lesiones, muerte, daños psicológicos, trastornos del desarrollo o privaciones. En otras palabras, la violencia es una forma en que una persona puede ejercer poder sobre otra.

La Suprema Corte de Justicia de la Nación (2020) explica que la violencia por razón de género afecta principalmente a mujeres, niñas y personas de la diversidad sexual, y se relaciona con afianzar o probar la masculinidad o la dominación de un hombre sobre las personas que conforman estos grupos sociales. Es una violencia instrumental que busca controlar el actuar de las mujeres como grupo, así como las identidades diversas y a los hombres que en ciertos escenarios pueden ser vulnerables debido a jerarquías como edad, clase, etnia y orientación sexual.

La violencia por razón de género afecta principalmente a mujeres, niñas y personas de la diversidad sexual con la finalidad de asegurar o consolidar la dominación masculina sobre estos grupos sociales. Es importante destacar que la violencia de género no se dirige exclusivamente contra las mujeres, sino que también se da en contra de minorías sexuales, así como contra niñas, niños y adolescentes.

- *Principales tipos de violencia y dónde suceden*

En el Protocolo se menciona que los principales tipos de violencia contra las mujeres son la psicológica, física, económica, patrimonial, sexual, feminicida, simbólica y obstétrica. Estos tipos de violencia se pueden cometer tanto en el hogar, el trabajo, la escuela, los hospitales como en lugares públicos, es decir, no hay un lugar en particular donde puedan ocurrir.

- *Perspectiva de género*

En el Protocolo, se conceptualiza la perspectiva de género como un método de análisis, una consecuencia más del surgimiento del género como categoría independiente. Este avance es fundamental, ya que reconoce que los sexos no se clasifican únicamente según criterios biológicos, sino principalmente a través de rasgos construidos culturalmente.

En otras palabras, la perspectiva de género aborda prejuicios, estereotipos, micromachismos o cualquier situación cultural que coloca a la mujer en una posición de desigualdad frente al hombre. Su objetivo es generar nuevas realidades que rompan con esas creencias de desigualdad de género y promover la diversidad que esto conlleva.

La perspectiva de género se presenta como una herramienta destinada a transformar la sistematización y conceptualización cultural del orden social de las personas, pues procura visibilizar a las mujeres y la violencia que enfrentan diariamente en México.

A través del análisis de la base conceptual expuesta en el primer capítulo del Protocolo, la Suprema Corte de Justicia de la Nación (2020) busca proporcionar las herramientas conceptuales esenciales para que los juzgadores puedan identificar las controversias en las que sea necesario aplicar el método de análisis de la perspectiva de género.

Juzgar con perspectiva de género

En el Protocolo, una vez establecido el marco conceptual de género, se abordan en dos capítulos aspectos prácticos relacionados con la impartición de justicia con perspectiva de género, presentándose como una guía y método de análisis en las controversias presentadas ante los órganos jurisdiccionales.

La Suprema Corte de Justicia de la Nación destaca en el Protocolo que, para poder impartir justicia con perspectiva de género, es necesario analizar las normas, los hechos y las pruebas considerando los principios ideológicos o construcciones culturales por los cuales fueron creadas. Además, se enfatiza en la necesidad de evaluar si la norma viola el derecho a la igualdad de género y si existen condiciones que puedan llevar a una apreciación subjetiva o discriminatoria de los hechos y las pruebas en relación con el género de la víctima.

Por otra parte, es fundamental comprender que hay situaciones específicas en las que es necesario aplicar la justicia con perspectiva de género. En tal sentido, el Protocolo orienta esta herramienta hacia un grupo particular de personas y casos específicos, por lo que subraya la importancia de analizar el contexto particular de cada uno de ellos.

Como se mencionó anteriormente, la actualización del Protocolo se basó en la experiencia acumulada por la Suprema Corte de Justicia de la Nación (2020) en la impartición de justicia con perspectiva de género y en la madurez adquirida al resolver controversias en las que el factor de género era crucial para la resolución de la litis. El precedente jurisprudencial más relevante para esta actualización fue emitido por la Primera Sala de la Suprema Corte de Justicia de la Nación (2013) en el juicio de amparo directo en revisión 2655/2013. Este criterio se elevó a rango jurisprudencial y se plasmó en la tesis de Jurisprudencia 1a./J.22/2016, la cual establece el método de análisis para impartir justicia con perspectiva de género en seis elementos. Estos seis elementos son recogidos por el Protocolo, y su alcance se explica en él. Los seis elementos por seguir para juzgar con perspectiva de género son los siguientes:

1. Identificar situaciones de poder que, por cuestiones de género, evidencien un desequilibrio entre las partes en la controversia.
2. Cuestionar los hechos y valorar las pruebas, descartando cualquier estereotipo o prejuicio de género, con el objetivo de reconocer las situaciones de desventaja derivadas de esta categoría.
3. Ordenar pruebas necesarias para visibilizar estas situaciones, especialmente cuando el material probatorio sea insuficiente para esclarecer la presencia de violencia, vulnerabilidad o discriminación por razones de género.

4. Cuestionar la neutralidad del derecho aplicable y evaluar el impacto diferenciado de la solución propuesta.
5. Aplicar los estándares de derechos humanos para todas las personas involucradas.
6. Evitar el uso de lenguaje basado en estereotipos o prejuicios, y promover, al mismo tiempo, el uso de un lenguaje inclusivo.

Estos elementos son de suma importancia, ya que cubren un amplio contexto para evaluar si se está llevando a cabo un juicio con o sin perspectiva de género. Además, sirven como una guía y método de análisis no solo para los jueces, sino también para la policía preventiva, la policía investigadora, los ministerios públicos, los peritos y los jueces. A continuación, se explica el alcance de cada uno de los seis elementos determinados en la jurisprudencia mencionada y recogidos en el Protocolo.

- *Identificar si existen situaciones de poder que por cuestiones de género que den cuenta de un desequilibrio entre las partes de la controversia*

Se debe analizar si las personas involucradas pertenecen a alguna de las “categorías sospechosas” establecidas en el artículo 1 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (Cámara de Diputados, 1917), que se refiere a la discriminación por origen étnico o nacional, género, edad, discapacidades, condición social, condiciones de salud, religión, opiniones, preferencias sexuales, estado civil u otras que atenten contra la dignidad humana y tengan como objetivo anular o menoscabar los derechos y libertades de las personas.

Además, se debe analizar si la víctima se encuentra inmersa en un contexto de violencia o poder para comprender la motivación de los hechos, sus causas y consecuencias.

- *Cuestionar los hechos y valorar las pruebas desechando cualquier estereotipo o prejuicio de género a fin de advertir las situaciones de desventaja provocadas por esta categoría*

El Estado mexicano tiene la obligación de descartar cualquier estereotipo o prejuicio de género que pueda surgir durante la valoración de los hechos y las pruebas en un caso. En otras palabras, cuando se enfrenta a un caso en el que se evidencia que la mujer está en desventaja en términos de igualdad de derechos ante un hombre, se debe descartar cualquier indicio que respalde esa desigualdad.

La obligación de los jueces se orientará hacia la preservación de la igualdad entre hombres y mujeres y la prevención de la discriminación para procurar la deconstrucción de las estructuras sociales que han subyugado los derechos de las mujeres a lo largo de la historia, especialmente en casos de agresión sexual, donde a menudo se cuestiona el testimonio de la víctima o el contexto en el que ocurrió la agresión.

- *Se deberán ordenar las pruebas necesarias para visibilizar dichas situaciones, siempre que el material probatorio sea insuficiente para aclarar la situación de violencia, vulnerabilidad o discriminación por razones de género*

La Suprema Corte de Justicia de la Nación ha insistido en que, antes de que las autoridades o los jueces emitan una resolución, deben recopilar toda la evidencia necesaria que los lleve a la verdad histórica de los hechos. Esto incluye testimonios, pericias, documentos, grabaciones de video o cualquier indicio que contribuya a esclarecer los hechos, especialmente aquellos que ayuden a comprender las circunstancias de modo, tiempo y lugar, así como el contexto en el que vivía la víctima o el demandante. Esto permite determinar si existía algún tipo de violencia, vulnerabilidad o discriminación por razones de género que motivaron o contribuyeron a la realización de los hechos.

- *Se deberá cuestionar la neutralidad del derecho aplicable y evaluar el impacto diferenciado de la solución propuesta*

La Suprema Corte de Justicia de la Nación establece que los jueces deben interpretar las disposiciones jurídicas teniendo en cuenta las diferencias que pueden existir entre diversos grupos de personas, incluida la influencia del género. El objetivo es evitar que la interpretación de la norma, según las características del caso en particular, pueda expresarse de manera que afecte a personas de un género determinado.

Además, los jueces deben analizar la constitucionalidad de las normas en los casos en los que se observe un trato diferenciado basado en el género o alguna expresión de discriminación. En tal sentido, se tomará en cuenta el bloque constitucional, que está conformado por la Constitución Federal y los Tratados Internacionales en materia de derechos humanos en los que México es parte, y se aplicará la norma que sea más idónea y se ajuste mejor al caso.

- *Se deberán aplicar los estándares de derechos humanos de todas las personas involucradas*

La Suprema Corte de Justicia de la Nación considera que los jueces en su impartición de justicia deben conocer o buscar leyes nacionales, tratados internacionales o cualquier instrumento en materia de derechos humanos en los que México sea parte. Además, deben tener en cuenta recomendaciones de organismos internacionales y precedentes internacionales y nacionales como referencia, según sea el caso, para resolver.

Asimismo, es fundamental identificar criterios o precedentes que contribuyan a mejorar la impartición de justicia con perspectiva de género en materia de derechos humanos, especialmente en lo que respecta al derecho a la igualdad y no discriminación, y, sobre todo, al derecho al acceso a la justicia.

- *Se deberá evitar la utilización de lenguaje basado en estereotipos o prejuicios y a su vez procurar el uso de lenguaje incluyente*

En cuanto al uso de lenguaje incluyente, algunos estudiosos han opinado que no debería de existir, ya que la Real Academia Española (2024) establece un lenguaje masculino que engloba género y diversidad sexual. Sin embargo, la Corte ha sugerido que el lenguaje incluyente tiene como objetivo visibilizar al sexo femenino, es decir, a las mujeres y a las niñas, así como a cualquier

persona. La deconstrucción del lenguaje busca demostrar la igualdad entre hombres, mujeres y personas de la diversidad sexual, lo cual representa una evolución significativa.

Por lo tanto, las resoluciones o sentencias deben expresarse con un lenguaje incluyente e inclusivo para hacer visibles a mujeres y personas vulnerables o que hayan sido discriminadas por su identidad sexual, ya que lo que no se nombra no existe. Los seis elementos para juzgar con perspectiva de género, establecidos por la Suprema Corte de Justicia de la Nación (2013) en el juicio de amparo directo en revisión 2655/2013 y recogidos por el Protocolo, son el método de análisis que deben utilizar todos los juzgadores al identificar que el factor género tiene un impacto significativo en las controversias que resuelven.

No obstante, es importante mencionar que, dada la magnitud del problema de la violencia de género y la persistente desigualdad y discriminación en el país por cuestiones de género, los seis elementos plasmados en el Protocolo, como criterio de la Suprema Corte de Justicia de la Nación, deben estar sujetos a revisión constante y ser adaptables a la evolución de la problemática social.

Obligatoriedad del Protocolo

El Protocolo fue emitido con el propósito de proporcionar a los jueces mexicanos una guía práctica para impartir justicia con perspectiva de género, no solo en casos penales, sino también en ámbitos como el familiar, civil, laboral, educativo, político y militar. La Suprema Corte de Justicia de la Nación (2013) elaboró el Protocolo en cumplimiento de las sentencias de la Corte Interamericana de Derechos Humanos, y se actualizó en 2020 con base en los precedentes jurisprudenciales de la propia Corte y la experiencia nacional e internacional en la impartición de justicia con perspectiva de género.

A pesar de ser una guía práctica y un método de análisis para todos los jueces, tanto del Poder Judicial de la Federación como de los poderes judiciales locales y otros tribunales mexicanos, la aplicación efectiva del Protocolo en la actualidad no está garantizada.

En la presentación de la actualización del Protocolo del 2020, el ministro Arturo Zaldívar, en ese entonces en su calidad de presidente de la Suprema Corte de Justicia de la Nación, señaló que para la actualización del Protocolo la Dirección General de Derechos Humanos realizó un proceso consultivo en el que participaron juzgadores de todas las materias y competencias, litigantes y organizaciones de la sociedad civil dedicadas a la defensa de los derechos humanos. Específicamente, en el proceso consultivo participaron 3500 personas, de las cuales solo un poco más del 78 % afirmó utilizar el Protocolo, de las cuales el 39.53 % indicó utilizar el Protocolo con regularidad, mientras que el otro 38.63 % declaró usarlo con muy poca frecuencia. Inclusive, en dicho proceso consultivo, algunos juzgadores señalaron no haber utilizado el Protocolo en los casos resueltos, toda vez que no lograron aterrizar la perspectiva de género en dichos casos.

Del proceso consultivo realizado para la actualización del Protocolo en el 2020, podemos corroborar que la aplicación del Protocolo en las controversias litigiosas no está garantizada, ya que hubo juzgadores que señalaron que no habían podido aterrizar su aplicación a los casos concretos. Incluso, hubo un porcentaje alto de todos los participantes en el proceso consultivo que no había aplicado el Protocolo o que lo habían aplicado muy poco.

En este sentido, es importante señalar que el Protocolo es una guía para los juzgadores de todo el país, y no puede ser vinculante en su aplicación dentro de nuestro sistema jurídico mexicano, ya que el órgano que lo emite (Suprema Corte de Justicia de la Nación, 2020) no tiene la facultad constitucional para dotar de obligatoriedad la aplicación del Protocolo con su sola emisión y publicación, pues dichas facultades son propias del Poder Legislativo.

Como se señaló, la Suprema Corte de Justicia de la Nación (2016) emitió un criterio jurisprudencial identificado con la tesis de Jurisprudencia 1a./J.22/2016, mediante la cual se establecieron los seis elementos que deben ser utilizados por los juzgadores para juzgar con perspectiva de género. Dicho criterio es vinculante para todos los órganos jurisdiccionales del país, independientemente del fuero, esto de conformidad con lo establecido en la Ley de Amparo, Reglamentaria de los Artículos 103 y 107 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (Cámara de Diputados, 1917).

No obstante, la existencia y obligatoriedad del criterio jurisprudencial emitido por la Suprema Corte de Justicia de la Nación, el alcance de los seis elementos para juzgar con perspectiva de género contenidos en dicho criterio jurisprudencial se encuentra dentro del contenido del Protocolo. Por lo tanto, la aplicación del Protocolo no se encuentra garantizada. Asimismo, es importante tener en cuenta que el contenido del Protocolo puede estar en constante actualización. Incluso se podría incluir un elemento adicional a los seis elementos plasmados en el criterio jurisprudencial. Sin embargo, mientras el Protocolo no sea vinculante para los juzgadores, la aplicación del Protocolo y sus futuras actualizaciones no estaría garantizada.

Conclusiones

La Suprema Corte de Justicia de la Nación tuvo un acierto al emitir el Protocolo en 2013, en respuesta a las medidas de reparación ordenadas por la Corte Interamericana de Derechos Humanos en casos como *Campo algodoner*, *Fernández Ortega y otros contra México*, así como *Rosendo Cantú y otra contra México*. Esta acción no solo cumplió con las medidas reparadoras de esos casos particulares, sino que también abordó una deuda histórica del Estado Mexicano en cuanto a la justicia para las mujeres.

En la última década, hemos sido testigos del significativo avance que la Suprema Corte de Justicia de la Nación ha logrado en la impartición de justicia con perspectiva de género, y esta experiencia se refleja en la última actualización del Protocolo. La actuación de la Suprema Corte como verdadero Tribunal Constitucional del Estado Mexicano y Máximo Tribunal del país se destaca con la emisión de diversos criterios jurisprudenciales de aplicación obligatoria para todos los tribunales mexicanos.

Finalmente, en relación con los avances en la justicia para las mujeres, es esencial destacar la responsabilidad del Estado Mexicano en garantizar la aplicación y actualización del Protocolo. En caso contrario, se sugiere establecer en leyes la metodología analítica del Protocolo para asegurar que la guía para juzgar con perspectiva de género sea obligatoria y garantizada.

REFERENCIAS

- Cámara de Diputados (1917). *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos*. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/CPEUM.pdf>.
- Cámara de Diputados (2021). *Ley de Amparo, Reglamentaria de los Artículos 103 y 107 de la Constitución Política de los Estado Unidos Mexicanos, artículo 217*. <https://www.diputados.gob.mx/LeyesBiblio/pdf/LAmp.pdf>.
- Corte Interamericana de Derechos Humanos (2009). *Sentencia Caso González y otras (Campo Algodonero) vs. México. Excepción preliminar, fondo, reparaciones y costas*. https://www.corteidh.or.cr/docs/casos/articulos/seriec_205_esp.pdf.
- Organización Mundial de la Salud (2002). *Informe mundial sobre la violencia y la salud*. Washington, DC: OPS. <https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/725/9275315884.pdf>.
- Suprema Corte de Justicia de la Nación (2020). *Cuadernos de Jurisprudencia número 7, igualdad y no discriminación: género*. Centro de Estudios Constitucionales SCJN, México. <https://www.sitios.scjn.gob.mx/cec/biblioteca-virtual/igualdad-y-no-discriminacion-genero>.
- Suprema Corte de Justicia de la Nación (2013). *Juicio de Amparo Directo en Revisión 2655/2013*. Reseñas argumentativas SCJN, México. https://www.scjn.gob.mx/sites/default/files/resenias_argumentativas/documento/2017-01/res-AGOM-2655-13.pdf.
- Suprema Corte de Justicia de la Nación (2020). *Protocolo para Juzgar con Perspectiva de Género*. Dirección General de Derechos Humanos de la SCJN, México. <https://www.scjn.gob.mx/derechos-humanos/sites/default/files/protocolos/archivos/2020-11/Protocolo%20para%20juzgar%20con%20perspectiva%20de%20g%C3%A9nero%20%28191120%29.pdf>.
- Suprema Corte de Justicia de la Nación (2016). *Reseña del amparo directo en revisión 5999/2016*. Reseñas argumentativas SCJN, México. https://www.scjn.gob.mx/sites/default/files/resenias_argumentativas/documento/2018-02/res-JMPR-5999-16.pdf.
- Real Academia Española (2014). *Página web*. <https://www.rae.es/search/node?keys=lenguaje&op.x=0&op.y=0>

Reflexiones sobre la protección de Derechos Humanos y *res interpretata*

Reflections on the protection of Human Rights and res Interpretata

Edgar Omar García Cardona

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

edgar.garcia@uacj.mx

<https://orcid.org/0000-0001-5607-1690>

Luis Ernesto Orozco Torres

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

luis.orozco@uacj.mx

<https://orcid.org/0000-0003-4659-51531>

RESUMEN

El presente artículo es el resultado de las conclusiones preliminares de una tesis de posgrado que se encuentra en desarrollo y mediante el cual, siguiendo el método de investigación documental y de análisis de contenido, se exponen los antecedentes históricos de la noción de Derechos Humanos desde la antigüedad hasta nuestros días. Específicamente, se analizan cuáles son los sistemas de protección de Derechos Humanos que existen, en qué consisten y los productos o resoluciones que emiten como resultado de su trabajo. Asimismo, se ofrece una aproximación a la figura de la cosa interpretada —en concreto sus orígenes, ideas y concepciones— para luego proponer nuestra propia noción de dicha figura. En estas conclusiones preliminares del trabajo se destaca que, desde la perspectiva del Derecho Internacional Convencional, estas figuras no se consideran expresamente vinculantes para los Estados condenados por las resoluciones mencionadas a lo largo del artículo.

Palabras Clave: Derechos Humanos, Derechos Internacional, Cosa Interpretada.

ABSTRACT

This article is the result of the preliminary conclusions of a postgraduate thesis that is in development, and through which, following the method of documentary research and content analysis, we will expose the historical background of the notion of Human Rights from antiquity to the present day. Later we will analyze which are the systems of protection of Human Rights that exist, what they consist of, and the products or resolutions that they issue as a result of the work developed by said systems. Subsequently, we will begin to approach the figure of the interpreted thing. From it, we will expose its origins, ideas and conceptions, to finally propose our own notion of said figure. In the conclusions of this work, which it is reiterated are preliminary to a larger work, we will obtain that from the point of view of Conventional International Law, these figures are not expressly binding for the States condemned by the resolutions alluded to throughout. of the present work.

Key words: Human Rights, International Law, Interpreted Thing.

Introducción

Desde que el ser humano empezó a organizarse para vivir en sociedad, simultáneamente fue sometido por aquellos individuos que de facto detentaban el poder. Esta situación opresiva, fuera expresa o tácita, ha ocasionado a lo largo de la historia la violación de aspectos fundamentales para la existencia humana, como la propiedad, la libertad o la vida. Estas violaciones despertaron la conciencia humana y provocó la necesidad de poner límites al ejercicio de la violencia, inicialmente de manera privada y posteriormente del poder estatal, lo cual dio origen al surgimiento de los Derechos del Hombre y del Ciudadano, que evolucionaron hasta lo que entendemos actualmente como Derechos Humanos.

Ahora bien, por razones de extensión y objetivos del presente documento, me limitaré a abordar de manera general los antecedentes del problema, para lo cual, desde mi perspectiva, es necesario distinguir tres momentos fundamentales en la creación, desarrollo y consolidación de los Derechos Humanos. El primero se refiere a los antecedentes remotos que surgieron a raíz del intenso desarrollo de las relaciones políticas y jurídicas entre los seres humanos, lo cual sirvió para crear las primeras nociones sobre la protección de bienes y aspectos básicos de la vida de cualquier individuo. En esta etapa, dado que no existía una instancia imparcial o superior en términos terrenales, las personas recurrían a su propia fuerza para buscar justicia.

Para algunos autores el primer gran antecedente documental de los Derechos Humanos son los diez mandamientos de la tradición judeocristiana, aunque García (2010) plantea la posibilidad de que este antecedente sea aún más antiguo, por lo que se refiere al Código de Hammurabi. No obstante, el antecedente más sólido en materia de Derechos Humanos parece ser la Carta Magna de 1215 de Inglaterra (García, 2010), la cual ya contenía ciertos indicios de lo que, varios siglos después, consideraríamos como Derechos Humanos o, en un sentido más estricto, Derechos Fundamentales. De hecho, la redacción del artículo 16 de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos (CPEUM) es muy similar al artículo mencionado de la Carta Magna.

Tras la aparición de la Carta Magna de 1215, la profesora García (2010) destaca otros eventos relevantes en la historia de los Derechos Humanos, aunque estos no alcanzan la relevancia de su precursora (la Carta Magna) ni de lo que vendría a continuación, es decir, la creación en Inglaterra de la Petición de Derechos de 1627, la Ley del *Habeas corpus* de 1679 y la *Bill of Rights* de 1688.

Salvo estos leves y aislados acontecimientos de corte derecho-humanista, la noción de Derechos Humanos, en la época correspondiente, se mantenía más vinculada a la filosofía o la religión que al ámbito jurídico. Además, el derecho estaba más estrechamente relacionado con la religión debido a las tendencias iusnaturalistas predominantes en esa época. En consecuencia, lo que hoy identificamos como Derechos Humanos eran considerados derechos conferidos al ser humano por Dios, la razón o la naturaleza debido al simple hecho de serlo, sin mayores implicaciones jurídicas.

Ahora bien, los antecedentes fundamentales de los Derechos Humanos, tal como los comprendemos actualmente, se encuentran en las declaraciones e instrumentos jurídicos, principalmente políticos, que surgieron de los grandes movimientos sociales a finales del siglo XVIII, como la Independencia de los Estados Unidos de América y la Revolución francesa.

Respecto de las declaraciones de derechos derivados de la Independencia de los Estados Unidos, el profesor Nogueira (2003) comparte lo siguiente:

Muestra de ellos son las declaraciones de derechos *-Bills of Rights-* que precedieron a las diferentes Constituciones de las antiguas colonias inglesas, entre las que sobresalen las de Massachusetts y Virginia; más tarde se dieron las diez primeras enmiendas de la Constitución de los Estados Unidos de 1787, introducidas entre 1789 y 1791, conformando el *Bill of Rights* de la Constitución norteamericana (...).

Las principales ideas de la Constitución norteamericana pueden sintetizarse junto con sus diez primeras enmiendas, en los siguientes principios.

Todos los hombres son libres e iguales, los cuales conforman un gobierno con objeto de alcanzar el bienestar individual y colectivo, conservando en todo caso sus derechos que el gobierno debe respetar siempre.

El gobierno surge del consentimiento del pueblo, y la soberanía popular puede ser reivindicada utilizando incluso la violencia. La Constitución surge para asegurar y dar cumplimiento a estos principios, generándose un equilibrio entre los diferentes poderes del Estado y creándose una interrelación y control recíproco (p. 2).

En la cita anterior se observa de manera general la influencia del proceso independentista estadounidense en el desarrollo de los Derechos Humanos, lo cual constituyó un impulso significativo para este campo. Luego, la Revolución francesa fue el movimiento que proporcionó el impulso fundamental para avanzar hasta la situación actual con la Declaración de los Derechos del Hombre y del Ciudadano de 1789. Sin embargo, cabe destacar que aunque es innegable la influencia de esta declaración, para fines prácticos no tuvo un ámbito de aplicación concreto y se limitó a funcionar como una declaración de principios.

En cuanto al caso de México, en el contexto de las experiencias constitucionales, encontramos varios documentos significativos, como la Constitución de Cádiz de 1812 (durante el virreinato de la Nueva España), la Constitución de Apatzingán de 1814 (que nunca entró en vigencia), la Constitución de 1824 de corte Federalista, las Siete Leyes Constitucionales de 1836 y las Bases Orgánicas de 1843, ambas de tinte centralista. A pesar de que estos documentos reflejan diversas disposiciones influenciadas por el espíritu revolucionario francés y, por ende, por la Declaración de los Derechos del Hombre y del Ciudadano, afirmar que existía en ellos una presencia clara de la idea de los Derechos Humanos en el contexto mexicano resulta engañoso, ya que en nuestro país los textos constitucionales, más que funcionar como instrumentos de protección de los derechos fundamentales de los ciudadanos, se utilizaban como declaraciones de principios y expresiones de poder de los diversos grupos políticos de la época, independientemente de sus denominaciones (federalistas, centralistas, liberales, conservadores, republicanos, monárquicos, etc.).

En contraposición a las constituciones mexicanas mencionadas en el párrafo anterior, la creación de la Constitución de 1857, de inspiración federalista, marca un hito en la historia de nuestro sistema jurídico al introducir la noción de los Derechos Humanos, identificados en aquel entonces como Derechos del Hombre. Expresamente, en su artículo 1 establece que “El pueblo mexicano reconoce que los derechos del hombre son la base y el objeto de las instituciones sociales” (Cámara de Diputados, 1857, p. 1).

Finalmente, con motivo de la profunda transformación de la sociedad mexicana y el estallido de la Revolución, se promulgó una nueva Ley Suprema en 1917, que sigue vigente hasta hoy. Esta ha evolucionado de las garantías individuales otorgadas por ella misma a los Derechos Humanos reconocidos en virtud de la paradigmática reforma constitucional de 2011.

Ahora bien, una vez establecidos los antecedentes mencionados, me aventuro a afirmar que el desarrollo histórico y político de los Derechos Humanos experimentó un periodo de calma, ya que este tema fue eclipsado en importancia por el desarrollo económico e industrial de los Estados surgido con la Revolución Industrial. De hecho, el interés por los Derechos Humanos comenzó a despertar gradualmente de su letargo después de la Primera Guerra Mundial, a través de la Sociedad de Naciones y del Tratado de Versalles, y su despertar definitivo llegó con la conclusión de la Segunda Guerra Mundial y el proceso de sanación que necesariamente se inició después de la barbarie de la guerra.

Todo esto alcanzó su punto culminante con la Declaración Universal de los Derechos Humanos, aunque cabe señalar que este evento no representó su punto final, ya que a partir de ese momento se promovió una significativa actividad para la creación de instrumentos internacionales en general y de protección de Derechos Humanos en particular.

En el caso de México, este tema se encuentra vinculado a 112 tratados internacionales en materia de Derechos Humanos, de los cuales 93 tienen carácter global y 19 carácter regional, según la información del buscador de instrumentos internacionales (Comisión Nacional de Derechos Humanos [CNDH], 2024).

Los sistemas de protección de Derechos Humanos

Como se analizó en el apartado anterior, debido al intenso desarrollo de los Derechos Humanos, especialmente en los últimos 30 años, se han creado diversos tratados, convenios e instrumentos internacionales en la materia que son vinculantes para el Estado mexicano. Además de la Declaración Universal de los Derechos Humanos, destacamos la Carta de la Organización de Estados Americanos, la Convención Americana de Derechos Humanos, el Protocolo de San Salvador, así como el Pacto Internacional de Derechos Civiles y Políticos, el Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales, y la Convención Internacional sobre la Eliminación de todas las Formas de Discriminación Racial, entre otros. Todos estos instrumentos contribuyen a la formación de lo que se conoce como los sistemas universales y regionales de protección de los Derechos Humanos.

El sistema universal de protección de los Derechos Humanos

Como ya mencionamos, el significativo desarrollo de los Derechos Humanos en el mundo fue el resultado del despertar en los ámbitos políticos, jurídicos y humanísticos de los Estados después del horror y la barbarie que se vivió durante la Segunda Guerra Mundial. Esto condujo a la creación de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) y, de manera unánime, a la elaboración de la Declaración Universal de los Derechos Humanos, así como a la creación de varios tratados adicionales en materia de Derechos Humanos, como el Sistema Universal de Derechos Humanos.

Aunque, por más debatido y añejo que pudiera ser, aún resulta interesante la discusión sobre la fuerza vinculante de la Declaración Universal de los Derechos Humanos. Sobre este tema, Villagra

(2004) señala que: “La Declaración Universal no es un tratado, aunque esta fuera la intención de algunos Estados que trabajaban en la Comisión de Derechos Humanos al diseñarla. Fue adoptada por la Asamblea General de la ONU como una resolución sin valor jurídico normativo” (p. 143). A su vez, el profesor Di Bernardi (2023) en su material de clase para la materia Teoría de los Derechos Humanos II, explica lo siguiente: “Recordemos que para el derecho internacional las declaraciones no son vinculantes. Ellas suelen ser consideradas como catálogos de deseos, nóminas de aspiraciones y metas a alcanzar que no se asumen como obligatorias por parte de los Estados, y que por tanto no resultan exigibles jurídicamente frente a ellos” (p. 5-6).

En ese sentido, si bien ha resultado más que claro que per se la mencionada Declaración carecería de fuerza vinculante desde un punto de vista estrictamente formalista, este vicio o defecto de dicho documento ha sido subsanado o corregido por los Estados, al reconocerle implícitamente dicho carácter vinculante por medio de la costumbre internacional, además de que al plasmar Derechos Humanos en su contenido, podemos estar ante normas que se consideran de *ius cogens*, motivo suficiente para que los Estados se ciñan a dicha declaración más allá del punto en mención. Vale la pena destacar, sin embargo, que el debate sobre la obligatoriedad de la Declaración no ha sido superado.

Por tanto, la creación de la Declaración Universal de Derechos Humanos y de la ONU marca el inicio en la construcción del sistema universal de protección de los Derechos Humanos. Este sistema se compone de diversos tratados o convenios internacionales que contemplan, en su contenido, diversas clases de Derechos Humanos. Además, establecen la existencia de diversos comités encargados de verificar el respeto de los Estados signatarios hacia los Derechos Humanos que contienen y, por ende, deben proteger.

Para llevar a cabo esta tarea, una vez agotados todos los recursos de derecho interno disponibles en los sistemas jurídicos de los Estados signatarios, estos comités reciben comunicaciones de ciudadanos que consideran que sus Derechos Humanos han sido vulnerados. Posteriormente, el comité, después de escuchar al particular y al Estado involucrado, y una vez desahogadas las pruebas ofrecidas por las partes, emite una resolución denominada “jurisprudencia”, donde se determina si el Estado ha violado o no los derechos alegados por el ciudadano y se especifican las medidas que deben adoptarse para resarcir y restituir el daño causado.

Las resoluciones de los Comités de Derechos Humanos de las Naciones Unidas

Las resoluciones de los Comités de Derechos Humanos de las Naciones Unidas tienen un fundamento de existencia muy preciso, es decir, los tratados internacionales que los crean y que conforman el sustento del Sistema Universal de Protección de los Derechos Humanos. Dentro de dicho sistema universal existen nueve grandes tratados o convenciones (y sus protocolos facultativos correspondientes) que dan origen a los Comités Internacionales de Derechos Humanos, encargados de vigilar el respeto a los Derechos Humanos contenidos en ellos, así como de interpretar el contenido de dichos instrumentos internacionales y pronunciarse cuando algún particular o algún Estado alegue violaciones a los Derechos amparados por dichos tratados o convenciones.

La siguiente tabla nos ayudará a visualizar de manera más clara los mencionados tratados, convenciones, protocolos facultativos y comités que conforman el Sistema Universal de Derechos Humanos.

Tabla 1. Órganos de los tratados para la protección de los derechos humanos.

Órganos de los tratados	Tratado que supervisa (violaciones de derechos sobre las que tienen competencia)
Comité de Derechos Humanos (CCPR)	Pacto Internacional de Derechos Civiles y Políticos (PIDCP) (1966) - Segundo Protocolo Facultativo
Comité de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (CESCR)	Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (PIDESC) (1966)
Comité para la Eliminación de la Discriminación Racial (CERD)	Convención internacional sobre la eliminación de todas las formas de discriminación racial (1965)
Comité para la Eliminación de Todas las Formas de Discriminación contra la Mujer (CEDAW)	Convención sobre la eliminación de todas las formas de discriminación contra la mujer (1979)
Comité contra la Tortura (CAT) - Subcomité para la prevención de la tortura	Convención contra la tortura y otros tratos o penas crueles, inhumanos o degradantes (1984)
Comité de los Derechos del Niño (CRC)	Convención sobre los Derechos del Niño (1989) - Protocolo facultativo relativo a la participación de niños en los conflictos armados (2000) - Protocolo facultativo relativo a la venta de niños, la prostitución infantil y la utilización de niños en la pornografía (2000)
Comité sobre Trabajadores Migratorios (CMW)	Convención internacional sobre la protección de los derechos de todos los trabajadores migratorios y de sus familiares (1990)
Comité de los Derechos de las Personas con Discapacidad (CRPD)	Convención sobre los derechos de las personas con discapacidad (13 de diciembre de 2006)
Comité contra la Desaparición Forzada de Personas (CED)	-Convención internacional para la protección de todas las personas contra las desapariciones forzadas (2006)

Fuente: Elaboración propia con base en la Organización de la Naciones Unidas (2023).

Por ejemplo, el Pacto Internacional de Derechos Civiles y Políticos, que constituye el fundamento del Comité de Derechos Humanos, contiene en sus artículos 41 y 42, así como en su protocolo facultativo, el procedimiento que los Estados o particulares afectados respecto de los derechos contemplados en el pacto deben seguir. Sin embargo, no existe ninguna disposición clara que señale la vinculatoriedad jurídica de las resoluciones del Comité.

Ochoa (2004), en un trabajo sobre la jurisprudencia del Comité contra la Tortura de la ONU, nos indica lo siguiente respecto al punto de la obligatoriedad:

Los dictámenes carecen de valor jurídicamente vinculante, pero los Estados partes deben en principio acatarlos, ya que, al ratificar la Convención, se han comprometido a aplicar *de buena fe* las obligaciones asumidas en virtud de la misma. Los dictámenes son *declarativos* de la existencia o no de una violación, lo que supone que los Estados están obligados a tomar las medidas para conformarse a las obligaciones que han asumido en virtud de la Convención por cualquier vía, si fuera preciso modificando normas y prácticas internas. De este modo, el incumplimiento del dictamen no genera responsabilidad internacional, pero sí lo hace el incumplimiento de la disposición cuya violación se ha dictaminado (p. 557).

A su vez, en el caso colombiano, Nieto-Navia (2011) señala lo siguiente:

Como se dijo atrás, la jurisprudencia la conforman las decisiones judiciales. Las “observaciones”, “recomendaciones” —o cómo se las quiera llamar— de los llamados comités de monitoreo de los tratados de derechos humanos, que carecen de funciones judiciales, no son jurisprudencia. Además, ni la jurisprudencia (nacional o internacional) ni las manidas “observaciones” o “recomendaciones” de los comités de monitoreo son tratados, han sido aprobados por el Congreso y, por consiguiente, no pueden asimilarse a tratados para servir de pauta en la interpretación de los derechos consagrados en la Carta (p. 176).

Con base en lo mencionado, considero que las resoluciones, o lo que comúnmente se llama *jurisprudencia*, de los Comités de Derechos Humanos de la ONU no resultan jurídicamente vinculantes para los Estados, parte de los convenios, pactos o tratados que dan origen a dichos comités, ya que no se desprende tal obligación de la redacción de esos instrumentos. No obstante, considero que deben servir como un referente o guía con el propósito de mejorar y perfeccionar el derecho interno, y evitar así la apertura de procedimientos judiciales internacionales por violaciones reiteradas a los Derechos Humanos. Son, por lo tanto, advertencias o llamadas de atención que deben atenderse para prevenir consecuencias más graves en el futuro.

Los sistemas regionales de protección de Derechos Humanos

Cualquier persona podría considerar que la sola existencia del Sistema Universal de Protección de Derechos Humanos sería suficiente para garantizar la protección de dichos derechos, sobre todo teniendo el respaldo de la ONU, una organización internacional con buen prestigio y reputación. Sin embargo, la realidad jurídica, política, económica y humanitaria en el mundo, junto con la ideología tan dominante y absorbente que representa el discurso de los Derechos Humanos, han implantado en el imaginario de la sociedad internacional la necesidad de ampliar el ámbito de protección de los Derechos Humanos, a expensas de muchas instituciones jurídicas y de la concepción que tradicionalmente hemos tenido del derecho.

Con motivo de la ampliación de los ámbitos de protección de los Derechos Humanos a espacios territoriales particulares, han surgido tres sistemas regionales de protección: el sistema europeo, el sistema africano y el sistema interamericano, en el cual se encuentra inserto México. No

profundizaremos en este apartado sobre el sistema interamericano, ya que se aborda al escribir sobre la figura en cuestión.

El Sistema Europeo de Protección de Derechos Humanos

De los sistemas regionales de protección de Derechos Humanos, el Sistema Europeo (SEDH) resulta el más antiguo y prestigioso, de ahí que sirva como parámetro de estudio. Además, ha influido en la implementación de cambios en la configuración de otros sistemas regionales y en la creación y aplicación de nuevas figuras jurídicas en la materia. Un ejemplo de ello es que en este sistema regional nació la *res interpretata*, que posteriormente fue adoptada por el sistema interamericano.

El SEDH se origina en 1950 con la celebración del Convenio Europeo de Derechos Humanos (CEDH). Sin embargo, el desarrollo mencionado anteriormente no ha sido el único al que se ha sometido, como bien expone el juez López (2003):

Conviene por ello tener en cuenta la existencia de varios periodos (muy diferentes en su duración) de la historia del sistema: el período de creación (1950-1959) que culmina con la constitución del Tribunal de Estrasburgo; el período de desarrollo que va de ese año hasta la entrada en vigor del protocolo 11 en 1998, y la constitución del “nuevo Tribunal”; el período de funcionamiento de ese nuevo Tribunal, hasta la reforma llevada a cabo por el protocolo 14, el año 2010; y finalmente, un último periodo, a partir de la entrada en vigor de ese protocolo y la puesta en práctica de las notables novedades que introduce (p. 165-166).

Inicialmente, el SEDH contemplaba la existencia de la Comisión Europea de Derechos Humanos y la Corte Europea de Derechos Humanos, también conocida como Tribunal Europeo de Derechos Humanos o Tribunal de Estrasburgo. Los individuos o Estados que se sintieran afectados en sus derechos por parte de alguno de los Estados firmantes y obligados en virtud del Convenio Europeo de Derechos Humanos (CEDH) tenían que acudir primero a la Comisión para que esta validara sus reclamaciones, buscara alguna salida o solución al conflicto y así evitar llegar al tribunal, de modo que actuaba como un filtro para que solo los casos de verdadera envergadura llegaran a la vía jurisdiccional.

No obstante, el carácter innovador que siempre ha caracterizado al SEDH propició la creación y entrada en vigor el 1 de noviembre de 1998 del protocolo 11 del CEDH, mediante el cual, además de concebir un nuevo Tribunal de Derechos Humanos, se contempló la desaparición de la Comisión Europea de Derechos Humanos.

El procedimiento, en líneas generales, ante el Tribunal Europeo de Derechos Humanos es el siguiente:

Cualquier Estado miembro o particular puede presentar una denuncia ante el Tribunal alegando la infracción de alguno de los derechos del Convenio por un Estado Parte. Para que el Tribunal tenga en cuenta su demanda, esta debe cumplir ciertos criterios, listados a continuación:

- Debe ser víctima de la violación de uno o más artículos del Convenio. Normalmente esto significa que usted es la víctima directa de la violación; sin embargo, a veces es suficiente con demostrar que puede verse afectado por la violación de alguno de los artículos o que pertenece a un grupo de personas que puede verse afectado por ello.
- Debe intentar buscar una solución por todos los medios posibles en su país antes de dirigirse al Tribunal Europeo de Derechos Humanos.
- Cualquier demanda dirigida al TEDH debe realizarse durante los seis meses siguientes a la conclusión de cualquier procedimiento judicial que pueda haber realizado en su país y que pueda haberle proporcionado algún tipo de compensación o, en el caso de no existir tales procedimientos, en los seis meses siguientes al evento que le hizo presentar su demanda.
- Para recibir un impreso de solicitud del Tribunal, debe enviar una carta al Tribunal Europeo de Derechos Humanos, Consejo de Europa 67075, Estrasburgo Cedex, Francia.
- El Consejo de Europa ha establecido un sistema de asesoramiento legal para aquellos demandantes que no dispongan de los suficientes medios para presentar una denuncia al Tribunal.

Una de las críticas que se pueden dirigir al Sistema Europeo de Derechos Humanos (SEDH) y al Tribunal Europeo de Derechos Humanos (TEDH), así como a todos los sistemas de protección de Derechos Humanos es que siempre tienden a estirar al máximo sus atribuciones y facultades, lo cual se refleja en el contenido de sus resoluciones, en su ámbito ejecutivo y en la supervisión del cumplimiento y las medidas cautelares.

Sin embargo, a pesar de este defecto común en los sistemas de protección de Derechos Humanos, que resulta ser su excesivo protagonismo, vale la pena plantear la siguiente interrogante: ¿sería el mundo un lugar mejor o peor si elimináramos esas conductas extensivas y protagónicas de los sistemas de protección?

El Sistema Africano de Derechos Humanos

El 27 de junio de 1981 se creó la Carta Africana de Derechos Humanos y de los Pueblos, en el marco de la Organización de la Unidad Africana (que fue sustituida por la Unión Africana en 2001). Este documento es la base y fundamento del sistema Africano de Derechos Humanos (en adelante Sistema Africano). En la Carta, se encuentran plasmados los Derechos Humanos de los ciudadanos de los Estados miembros de la Unión Africana, así como los derechos, deberes y obligaciones a los que se encuentran sujetos dichos Estados.

A diferencia del Sistema Europeo, el Sistema Africano aún conserva su característica biinstancial. Al respecto, Saavedra (2008) señala:

En este sentido, la Comisión Africana de Derechos Humanos y de los Pueblos (en adelante, Comisión), órgano creado en virtud de la propia Carta, está facultada para recibir denuncias presentadas por estados en contra de otros estados y de individuos en contra de los estados, en las que se aleguen violaciones a los derechos garantizados por la Carta. Si así lo estima necesario, al final del procedimiento respectivo —al cual nos referiremos más adelante— la Comisión puede elaborar las recomendaciones

pertinentes y señalará Estado de que se trate las reparaciones respectivas para remediar las violaciones, las cuales se hacen del conocimiento de la Asamblea General de jefes de Estado y de Gobierno de la Unión Africana (Asamblea General) a través de su informe anual (p. 5).

Después de conocer los sistemas de protección de Derechos Humanos, y entender que estos son los creadores de la cosa interpretada, ahora cabe preguntarse en qué consiste esta.

¿Qué es la *res interpretata*?

Para responder a la pregunta del presente apartado, considero importante aproximarnos a la figura de la cosa interpretada a partir del sistema de fuentes del Derecho Internacional. Como es bien sabido, la idea de las “fuentes” del derecho ha sido un tema de gran interés y suma importancia para los estudiosos de esta disciplina desde que su idea ha sido implantada en la mente humana, como se vio en el capítulo de antecedentes. Así como el Derecho Positivo de un determinado Estado tiene un sistema de fuentes, es decir, algo de donde surge o tiene su origen (ley, costumbre, doctrina, etc.), los estudiosos del derecho internacional trasladaron la idea de las fuentes del derecho nacional al derecho internacional.

Una vez concluido y asimilado dicho traslado, en un primer momento existía un consenso de que las fuentes del derecho internacional consistían solo en la costumbre y los tratados. Sin embargo, después de esta postura inicial, el desarrollo del derecho internacional llevó a que su propio sistema de fuentes evolucionara y, por lo tanto, se ampliara con nuevas tendencias o concepciones en dichas fuentes. Por ejemplo, Monroy (2005) señala:

Existe relación entre la formación de las normas y la creación de derechos y obligaciones internacionales. Si bien son las normas, convencionales o consuetudinarias, las que constituyen el derecho objetivo en el orden internacional, de ellas se derivan, subjetivamente, derechos concretos y obligaciones jurídicas para sus destinatarios. Pero estos derechos no sólo surgen de tratados o costumbres internacionales, sino de actos jurídicos internacionales o de actos obligatorios adoptados por las organizaciones internacionales (p. 81).

Ahora que ha quedado claro que el derecho internacional puede surgir por la vía de la costumbre, por la vía convencional (a través de convenciones, acuerdos o tratados internacionales), por manifestaciones de los Estados o por conducto de organismos internacionales, podemos entender cómo y de dónde surgió la cosa interpretada.

Las fuentes del derecho internacional y la *res interpretata*

Para cualquier conocedor del derecho, sin necesidad de ser un erudito en el tema, se puede entender de manera muy sencilla que aquello plasmado en una sentencia por un tribunal competente, donde resolvió un conflicto entre dos partes contrarias, se vuelve cosa juzgada o *res iudicata*. Asimismo, las razones de hecho y de derecho expresadas por dicho tribunal son obligatorias únicamente para las partes que sometieron su conflicto ante la jurisdicción de dicho tribunal. Pero ¿dónde conectan las fuentes del derecho internacional con la *res interpretata*?

Estas figuras entran en juego cuando, en determinado momento político e histórico, los Estados, en pleno ejercicio de su soberanía, deciden celebrar diversos tratados o convenios internacionales (fuente convencional del derecho internacional). En estos tratados, crean derechos y obligaciones que rigen las relaciones entre los Estados contratantes, así como entre los Estados y sus ciudadanos. Especialmente, establecen el respeto a los Derechos Humanos de los habitantes de cada Estado por cualquiera de sus órganos y, en determinados asuntos, previenen o sancionan la violación de dichos derechos cometidos por otros ciudadanos.

Sin embargo, para que dichos convenios internacionales no queden simplemente como buenas intenciones o meras declaraciones políticas o morales por parte de los Estados contratantes, estos prevén en el contenido de los mencionados convenios la creación de diversos órganos administrativos, jurisdiccionales y cuasi jurisdiccionales. A estos órganos se les otorgan diversas facultades y competencias, entre ellas la vigilancia y garantía de que lo pactado en dichos convenios se cumpla cabalmente. Especialmente, tratándose de Derechos Humanos, estos órganos se convierten en los intérpretes últimos del contenido de los respectivos convenios internacionales.

De la actividad de dichos órganos, especialmente de la facultad que les fue conferida por parte de los Estados para resolver las controversias sometidas a su conocimiento, encontramos de manera muy clara la ya mencionada cosa juzgada o *res iudicata*, ya que la solución a la controversia se verá reflejada en una sentencia obligatoria para las partes en litigio. Pero ¿y la *res interpretata*?

Orígenes y definiciones

Los órganos encargados de definir controversias derivadas de la aplicación de un convenio internacional, y especialmente en materia de Derechos Humanos, no se conformaron con emitir resoluciones respecto a violaciones muy particulares a dichos derechos por parte de los Estados y en hacer cumplir las mismas respecto de las partes que fueron sujetas a la controversia. Decidieron, a través de los pronunciamientos hechos en los cuerpos de dichas resoluciones o sentencias, que los efectos de las mismas no deberían limitarse a las partes en conflicto. La fundamentación, motivación, argumentación y lo resuelto en dicha sentencia deben considerarse de observancia obligatoria para todos los Estados vinculados al Convenio Internacional que da origen al organismo resolutor, independientemente de si fueron parte de la controversia que originó dicha sentencia. En esto consiste la *res interpretata*.

Ahora bien, la figura central de este trabajo no fue creada ni puesta de moda de un día para otro; tiene su origen en las resoluciones del Tribunal Europeo de Derechos Humanos (TEDH). Al respecto, la maestra Queralt (2017) sobre sus orígenes en el TEDH señala:

En el sistema europeo de derechos humanos el efecto de cosa interpretada, que acompaña al efecto de cosa juzgada de las sentencias, aparece ya dibujado en el caso *Marckx vs. Bélgica*, de 13 de junio de 1979, donde el TEDH afirmó que era inevitable que sus sentencias generasen efectos más allá de los confines del caso en cuestión, especialmente cuando las violaciones tienen su origen directo en disposiciones de carácter general y no en actos de implementación (p. 697).

A su vez, el desarrollo más importante de la *res interpretata* en el ámbito del sistema interamericano es, sin duda, el voto razonado del juez de la Corte Interamericana de Derechos

Humanos (CoIDH) Ferrer (2013) en la supervisión de cumplimiento de la sentencia *Gelman vs. Uruguay*. En dicho voto, comenta lo siguiente sobre la obligatoriedad de la *res interpretata*:

En el segundo se produce una eficacia erga omnes hacia todos los Estados Parte de la Convención, en la medida en que todas las autoridades nacionales quedan vinculados a la efectividad convencional y, consecuentemente, al criterio interpretativo establecido por la Corte IDH, en tanto estándar mínimo de efectividad de la norma convencional, derivada de la obligación de los Estados de respeto, garantía y adecuación (normativa e interpretativa) que establecen los artículos 1° y 2° de la Convención Americana; y de ahí la lógica de que la sentencia sea notificada no solo "a las partes en el caso" sino también "transmitido a los Estados partes en la Convención" en términos del artículo 69 del Pacto de San José (p. 657).

Ahora que podemos tener claro de manera general en qué consiste la cosa interpretada -y que su origen viene de la jurisprudencia del TEDH y su mayor desarrollo y explicitación se presentan en el Sistema Interamericano de Derechos Humanos (SIDH) de la mano del juez Ferrer (2013), me gustaría exponer qué dicen los estudiosos sobre dicho término.

Diferentes concepciones de la *res interpretata*

Una vez introducida en el panorama jurídico en general y del derecho internacional de los Derechos Humanos en particular, el desarrollo de la figura de la cosa interpretada ya no se ha detenido y ha generado un número elevado de literatura encargada de estudiarla.

Sin embargo, desde la perspectiva de quien escribe estas líneas, dichas investigaciones no han agotado el problema; es más, ni siquiera han podido completar o redondear sus aspectos más importantes. Por ende, en este apartado recopilaremos y analizaremos diversas concepciones de la cosa interpretada para ver sus puntos de coincidencia y/o diferencia y obtener, por nuestra parte, la definición más completa sobre dicha figura de estudio.

Cómo vimos anteriormente, el juez interamericano Ferrer (2013) concibe a la cosa interpretada como el efecto *erga omnes* que una resolución de la CoIDH tiene para todos los Estados miembros del SIDH; a su vez, la ya citada maestra Queralt (2017) señala sobre esta figura lo siguiente:

El profesor de Derechos internacional J. Velú definió en 1985 el efecto de cosa interpretada como la autoridad que desborda los límites el caso concreto y que es, en realidad, la propia de la jurisprudencia del Tribunal en tanto que intérprete de las disposiciones del Convenio Europeo de Derechos Humanos. En su vertiente doméstica y desde el derecho constitucional A. Saiz ha definido la cosa interpretada como "la adecuación de las jurisdicciones, y, en general, de los poderes públicos nacionales, al entendimiento que de los derechos convencionales se deduce de las sentencias del Tribunal Europeo" (pp. 697-698).

Por su parte, Sánchez (2014) comenta sobre la *res interpretata* lo siguiente:

Una de las dimensiones que despliega de forma objetiva e indirecta la sentencia al adquirir la autoridad de "cosa juzgada formal internacional» es el efecto de "cosa interpretada": autoridad interpretativa de la jurisprudencia del Tribunal Interamericano.

Lo anterior, sumado a la obligación de los Estados parte de respeto, garantía y adecuación normativa e interpretativa, produce de forma indirecta una “vinculación jurídica” con efecto *erga omnes* que va dirigida a las autoridades nacionales (p. 362).

En cambio, Santiago (2009) señala respecto a la figura mencionada lo siguiente:

De una “res legislativa” contenida en los textos de los Tratados, se ha pasado a una “res iudicata” contenida en los fallos de los tribunales regionales que condenan a un determinado Estado, y, finalmente, a una “res interpretata” que pretende hacer obligatorias las doctrinas jurisprudenciales de estos tribunales a todos los Estados parte, aun cuando ellos no hayan intervenido en el proceso judicial en que ellas fueron establecidas (p. 11).

Saltalamacchia y Urzúa (2016) comentan:

Además de ser obligatorias para las partes en litigio, la Corte IDH ha desarrollado el criterio de *res interpretata* según el cual las sentencias del tribunal producen “una eficacia *erga omnes* hacia todos los Estados parte de la Convención, en la medida en que todas las autoridades nacionales quedan vinculadas a la efectividad convencional y, consecuentemente, al criterio interpretativo establecido por la Corte IDH”. Es decir, las sentencias tienen efectos generales en el sentido de que todos los Estados parte —por ejemplo, al hacer control de convencionalidad— deben atender no sólo a lo establecido en la CADH, sino a las interpretaciones que la Corte IDH ha hecho de la Convención Americana (p. 49).

De igual manera, Ramos (2016) expresa:

Finalmente, la *res interpretata* concierne a los Estados que no fueron llamados a un juicio internacional, pero que están obligados a respetar la interpretación que hace la Corte de la Convención en el cuerpo de las situaciones y los casos que emite, por el hecho ser parte del Pacto de San José. Queda claro que el efecto en esta manifestación de las obligaciones internacionales es de efectos *erga omnes* (p. 87).

En cambio, Bahena (2015) no ofrece una definición de la cosa interpretada, sino que reitera su origen en el voto razonado del juez Mac-Gregor en el caso de *Gelman vs. Uruguay*. Aun así, brinda, desde mi punto de vista, una extraña equiparación entre la cosa juzgada y la cosa interpretada.

A su vez, Henríquez (2018) señala:

Este asunto ha llevado a ciertos autores a distinguir dos manifestaciones del control de convencionalidad. La primera, cuando existe una sentencia internacional dictada con carácter de cosa juzgada respecto de un Estado que ha sido parte en el caso sometido a la jurisdicción de la Corte Interamericana, denominada *res iudicata*, cuyos efectos serían directos hacia las partes en la controversia internacional. La segunda, cuando el Estado

no ha sido parte en el proceso internacional en que fue establecida determinada jurisprudencia, sin embargo, es parte de la Convención Americana, llamado *res interpretata*, siendo su efecto indirecto hacia todos los Estados Parte en la Convención Americana, basado nuevamente en la obligación de los Estados de respeto, garantía y adecuación (normativa e interpretativa) que establecen los artículos 1º y 2º de la Convención Americana (p. 356).

Por otra parte, Zamorano (2016), en un trabajo sumamente interesante, se refiere a los efectos *erga omnes* de las resoluciones de los órganos que conforman el SIDH, aunque no llama a la cosa interpretada por su nombre, pero es fácil comprender que se refiere a ella a lo largo de su trabajo; sin embargo, lo más importante de este es que, más allá de entender en qué consiste o cómo se origina la *res interpretata*, defiende su obligatoriedad, de ahí que dé por sentada su existencia y naturaleza jurídica, algo que, desde mi punto de vista, aún no ha quedado definido del todo.

En concordancia con todos los autores citados, el profesor Hitters (2013) menciona lo siguiente:

Puede decirse finalmente que la doctrina legal (o judicial) de ese cuerpo jurisdiccional es obligatoria (vinculante) para el conjunto de los países plegados al sistema en cuanto a la hermenéutica que él hace de las normas regionales interpretadas (*res interpretata*) (p. 329).

De todas las ideas citadas en este trabajo en torno a la cosa interpretada podemos obtener los siguientes elementos comunes:

- La existencia de la norma internacional convencional que crea y protege derechos y obligaciones entre Estados, y entre estos y sus ciudadanos.
- La existencia un órgano jurisdiccional creado en virtud del ya mencionado convenio internacional, con facultades y competencias para dirimir controversias.
- La existencia de una cosa juzgada internacional, derivada de las resoluciones del tribunal internacional ya referido.
- La ampliación del contenido y los efectos de la resolución internacional a todos los Estados parte del sistema jurisdiccional internacional, no limitándolo a las partes en litigio.

Ahora bien, la *res interpretata* se puede definir como una figura interpretativa del Derecho Internacional de los Derechos Humanos. A través de esta figura, las resoluciones de los órganos jurisdiccionales, cuyos efectos en un primer momento son limitativos a las partes litigantes, se transforman y amplifican en precedentes internacionales obligatorios para todos los Estados sujetos a la jurisdicción y competencia del tribunal internacional que las dicta.

Otro de los aspectos que se pudieron observar en las diversas citas sobre la cosa interpretada es que los teóricos de dicha figura no se han preocupado por entender y clarificar la naturaleza jurídica de la cosa interpretada, ni han trabajado a profundidad en encontrar de dónde viene la obligatoriedad jurídica de dicha figura.

En efecto, la mayoría de los estudiosos dan por sentados estos aspectos, y se conforman con señalar que es un producto creado por una especie de “decreto jurisdiccional” o por la voluntad inequívoca de la CoIDH. Esto debe resultar preocupante, ya que, si bien nadie niega que la CoIDH sea el intérprete último y legítimo del *corpus iuris* interamericano de Derechos Humanos, y que goza de autoridad moral y jurídica, esto no debe significar que lo que esta manifieste debe considerarse como verdad sabida o como dogma inmutable del derecho internacional de los Derechos Humanos.

Conclusiones

A lo largo de este trabajo se ha evidenciado la noción de que el ser humano posee derechos inherentes por el simple hecho de existir, desde el momento en que el hombre apareció en la historia del mundo. En este sentido, las prioridades e ideologías políticas, religiosas y económicas a lo largo de la historia han influido, sin duda, en el desarrollo de los Derechos Humanos. Por ejemplo, en momentos de aguda pasión política, se hizo necesario limitar el poder político mediante diversas normativas que pueden considerarse antecedentes de los Derechos Humanos. Luego, cuando la religión ocupó un lugar preponderante en la vida del hombre, Dios o la razón se entendieron como fundamentos de dichos derechos. Sin embargo, cuando la economía tomó el lugar central que aún ocupa, los Derechos Humanos se vieron relegados a un segundo plano para centrarse en las relaciones y tensiones de esa índole.

Aun así, nadie puede negar que en las horas más oscuras de la historia de la humanidad, este ideal sirvió como estímulo para luchar y resistir a la barbarie. De hecho, cuando la tormenta pasó y la calma regresó, los Derechos Humanos florecieron y se expandieron en el mundo, a pesar de la resistencia de aquellos que los ven como una amenaza.

En relación con la expansión de los Derechos Humanos en el mundo, México no pudo sustraerse. Como hemos observado, desde 1857, pasando por la brillante Constitución de 1917 y culminando con la reforma constitucional de 2011, nuestro país se ha insertado de manera segura y constante en la corriente universal de los derechos humanos. Aunque los resultados aún no son espectaculares, tampoco son nada despreciables en comparación con otros Estados.

Asimismo, considero que se pudo clarificar de manera más o menos aceptable el origen, el concepto y la naturaleza jurídica de la *res interpretata*, sin que ello signifique que el debate sobre una figura de gran relevancia en el derecho internacional de los Derechos Humanos haya quedado agotado.

Por otro lado, también pudimos observar el desarrollo del tema tanto en la academia como en las resoluciones de la CoIDH, lo cual no significa que los elementos más esenciales de la figura hayan sido descubiertos, estudiados o enunciados de alguna manera. Además, aportamos una idea que podría considerarse como más completa sobre qué es la cosa interpretada, sin que de igual forma se considere acabada o labrada en piedra.

Por último, pero no menos importante, los elementos que se tienen sobre la *res interpretata* fueron otorgados por los órganos jurisdiccionales internacionales a lo largo de su producción jurisprudencial. Sin embargo, lo preocupante en este punto es que han sido tomados por los estudiosos de la materia como verdad inmutable, por lo que se carece de toda crítica y capacidad de análisis. En pocas palabras, se ha asumido una actitud dogmática sobre lo que dicen los tribunales internacionales al respecto.

Aun así, es importante señalar que esta situación no perdurará por mucho tiempo, ya que el carácter altamente especializado del derecho internacional en general y del derecho internacional de los Derechos Humanos en particular recompondrá el camino. Además, estas conductas son el resultado de esfuerzos bienintencionados por reforzar el respeto y cumplimiento de los Derechos Humanos. En definitiva, carecer de estos estudios, aún con sus debilidades y falencias, sin duda haría del mundo un lugar peor.

Referencias

- Bahena, A. R. (2015). El principio pro-persona en el estado constitucional y democrático de derecho. *Ciencia Jurídica*, 4(7), 7-29. <https://doi.org/10.15174/cj.v4i1.140>.
- Cámara de Diputados (1857). *Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos de 1857*. http://www.diputados.gob.mx/biblioteca/bibdig/const_mex/const_1857.pdf.
- Comisión Nacional de Derechos Humanos (2024). *Instrumentos Internacionales de Derechos Humanos*. <https://sitios.cndh.org.mx/instrumentos-internacionales/>.
- Di Bernardi, F. (2023). *Curso: Derechos Humanos - Cátedra I*. Cátedras Virtuales: Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales. Universidad Nacional de la Plata. <https://campus.jursoc.unlp.edu.ar/course/index.php?categoryid=86>.
- Ferrer, E. (2013). Eficacia de la sentencia interamericana y la cosa juzgada internacional: vinculación directa hacia las partes (res judicata) e indirecta hacia los Estados parte de la Convención Americana (res interpretata). *Revista del Centro de Estudios Constitucionales de Chile*, 11(2), 641-693. <https://www.redalyc.org/pdf/820/82029345017.pdf>.
- Ferrer, E. (2013). *Supervisión de cumplimiento de sentencia en el caso Gelman vs. Uruguay*. Resolución de la Corte Interamericana de Derechos Humanos. https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwic27Wl4amEAXUuD0QIHcgUCEQQFnoECBsQAQ&url=https%3A%2F%2Fwww.corteidh.or.cr%2Fdocs%2Fsupervisiones%2Fvotos%2Fv_ferrer_gelman_20_03_13.doc&usg=AOvVaw3M4arGno7GVUe8tJyoKxKp&opi=89978449.
- García, B. S. (2010). Evolución de los Derechos Humanos. En R. M. Moreno (ed.), *El Estado laico y los Derechos Humanos en México* (pp. 77-99). UNAM.
- Henríquez, M. (2018). Cimientos, auge y progresivo desuso del control de convencionalidad interno: veinte interrogantes. *Revista Chilena de Derecho*, 45(2), 337-361. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34372018000200337>.
- Hitters, J. C. (2013). Un avance en el control de convencionalidad (el efecto 'erga omnes' de las sentencias de la corte interamericana). *Estudios Constitucionales*, 11(2), 695-712. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-52002013000200018>.
- López, L. (2013). El sistema europeo de protección de Derechos Humanos. En G. R. Bandeira y A. Torres (comps.), *Protección multinivel de derechos humanos*. Colección DHES (pp. 165-186). UNAM.
- Monroy, M. G. (2005). Aproximación al concepto de fuentes del derecho internacional. *Estudios Socio-Jurídicos*, 7(2), 77-91. <http://www.scielo.org.co/pdf/esju/v7n2/v7n2a03.pdf>.
- Nieto-Navia, R. (2011). El valor jurídico de las recomendaciones de los Comités de Derechos Humanos y el bloque de constitucionalidad. *International Law: Revista Colombiana de Derecho Internacional*, 9(18), 155-190. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1692-81562011000100006&script=sci_arttext.
- Nogueira, H. (2003). *Teoría y dogmática de los derechos fundamentales*. UNAM.

- Ochoa, K. (2004). La jurisprudencia del Comité de las Naciones Unidas contra la tortura. *Anuario Español de Derecho Internacional*, 20, 521-565. https://dadun.unav.edu/bitstream/10171/21285/1/ADI_XX_2004_14.pdf.
- Organización de las Naciones Unidas (2023). *Los órganos de derechos humanos*. Oficina del Alto Comisionado para los Derechos Humanos. <https://www.oacnudh.org/derechos-humanos/los-organos-de-derechos-humanos/>.
- Queralt, A. (2017). El efecto de cosa interpretada y la función de armonización de estándares del Tribunal Europeo de Derechos Humanos. En E. F. Mac-Gregor y R. Flores (eds.), *La Constitución y sus garantías*. Instituto de Estudios Constitucionales del Estado de Querétaro.
- Saavedra, Y. (2008). El sistema africano de derechos humanos y de los pueblos. Prolegómenos. *Anuario Mexicano de Derecho Internacional*, 8, 671-712. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1870-46542008000100020&script=sci_abstract&tlng=pt.
- Saltalamacchia, N. y Urzúa, M. J. (2016). *Los derechos humanos y la democracia en el sistema interamericano*. Instituto Nacional Electoral.
- Sánchez, C. I. (2014). Impacto de la cosa interpretada por la Corte IDH y la reforma constitucional en México. *Foro: Revista de Ciencias Jurídicas y Sociales*, 17(1), 359-371. <https://go.gale.com/ps/i.do?id=GALE%7CA493990434&sid=googleScholar&v=2.1&it=r&linkaccess=abs&issn=16985583&p=IFME&sw=w&userGroupName=anon%7E4fc5a36f&aty=open-web-entry>.
- Santiago, A. (2009). El Derecho Internacional de los Derechos Humanos: posibilidades, problemas y riesgos de un nuevo paradigma jurídico. *Persona y Derecho*, (60), 91-130. <https://dadun.unav.edu/bitstream/10171/17489/1/ContentServer2.pdf>.
- Villagra, S. (2004). El sistema universal de Derechos Humanos, los mecanismos convencionales y los mecanismos basados en la Carta. En *El Paraguay frente al sistema internacional de los derechos humanos*, 141-157. https://gc.scalahed.com/recursos/files/r161r/w24042w/13_unlocked.pdf
- Zamorano, P. (2016). El efecto Erga Omnes de la Decisiones de la Corte Interamericana de Derechos Humanos. *Derecho y Justicia*, 4(07), 79-96. <https://doi.org/10.29344/07196377.7.1600>.

Innovación en la evaluación de competencias laborales en los municipios del Estado de Chihuahua: diseño, creación y validez del instrumento

Innovation in the evaluation of labour competencies in the municipalities of the State of Chihuahua: design, creation and validity of the instrument.

Paulina Calderón Márquez

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

paulina.calderon@uacj.mx

<https://orcid.org/0000-0002-6388-9359>

Manuel Ramon González Herrera

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

manuel.gonzalez@uacj.mx

<https://orcid.org/0000-0002-2104-4702>

Amelia Márquez Jurado

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

ame.marquez.j@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-6562-9630>

Resumen

La innovación es uno de los factores que permite a los entes gubernamentales contar con una mejor gestión. En tal sentido, para implementar y promover la gestión de competencias laborales en funcionarios de mandos medios y superiores de los municipios del Estado de Chihuahua, se creó un instrumento digital y físico único para evaluar y medir competencias genéricas/transversales, por lo que en este capítulo se describe su desarrollo, integración, validez y fiabilidad. Este fue diseñado con base en el planteamiento de situaciones problema reales que evidenciaron en las respuestas de los funcionarios municipales el manejo de cinco dominios de competencias laborales genéricas/transversales: manejo de tecnologías; comunicación lingüística; visión estratégica; inteligencia emocional y liderazgo. En cuanto al método, se desarrolló una investigación de tipo exploratoria, explicativa causal, dimensión espacial, de tipo transversal, no experimental construida a partir de una metodología de investigación mixta. Para la obtención de validación de contenido se utilizó el juicio de expertos implementado en los modelos de Lawshe y Tristán. El resultado fue un instrumento digital con un índice de validez de contenido y una confiabilidad a través de alfa de Cronbach con rangos por encima de los parámetros establecidos como aceptables.

Palabras clave: Evaluación, Competencias laborales, Diseño, Creación y Validez.

Abstract

Innovation is one of the factors that allow governmental entities to have a better management, thus, in order to implement and promote the management of labor competencies in middle and senior management officials of the municipalities of the State of Chihuahua, a unique digital and physical instrument was created to evaluate and measure generic/cross-cutting competencies, and this

chapter describes its development, integration, validity and reliability. It was designed based on the approach of real problem situations, which evidenced in the responses of municipal officials, the management of five domains of generic/cross-cutting labor competencies: technology management; linguistic communication; strategic vision; emotional intelligence and leadership. An exploratory, causal explanatory, spatial dimension, cross-sectional, non-experimental research was carried out, based on a mixed research methodology. The Expert Judgment implemented in Lawshe and Tristan's models was used to obtain content validation. A digital instrument was obtained with an index of Content Validity and a Reliability through Cronbach's Alpha with ranges above the parameters established as acceptable.

Key words: Evaluation, Labor competencies, Design, Creation, Validity.

Introducción

En el México del siglo XXI, la administración pública se enfrenta a la necesidad de un desempeño más competente en las funciones directivas de nivel medio y superior para abordar el complejo devenir, para lo cual es imperativo contar con personal que haya adquirido y aplicado competencias laborales que les permitan comprender, analizar, decidir, negociar y llevar a cabo procesos de gestión pública efectivos y eficaces para la población.

En tal sentido, para evaluar los conocimientos, capacidades y habilidades del personal, la Secretaría de la Función Pública (SFP) (2016) señala que las competencias genéricas/transversales deben ser sistemáticas, vinculadas a comportamientos y actitudes laborales, transferibles y medibles, lo cual requiere un sistema evaluativo específico que no solo evalúe competencias técnicas. Por ende, según Soriano (2014), es necesario contar con instrumentos que sean válidos y confiables, de ahí que se haya creado, diseñado y validado un instrumento específico que fue aplicado en la administración pública municipal del Estado de Chihuahua.

En cuanto a antecedentes en México, la vinculación entre capacitación y competencias se estableció con la firma del acuerdo entre la Secretaría de Educación Pública (SEP) y la Secretaría del Trabajo y Previsión Social (STyPS), el cual inició con la consulta a organismos empresariales, sindicales y civiles, bajo la directriz técnica y financiera del Banco Mundial. Esta política oficial se concretó en 1933 con la colaboración de corporaciones de trabajadores y empresarios, y dio origen al Sistema Normalizado por Competencias Laborales y al Sistema de Certificación Laboral, sistemas que derivaron del proyecto general sobre Educación Tecnológica y Modernización de la Capacitación (Huerta *et al.*, 2008).

A este proyecto le siguió la creación del Sistema Normalizado de Competencias Laborales (SNCL) en 1995, del cual se derivaron dos enlaces importantes: el Sistema de Certificación de Competencia Laboral (SCCL) y el Sistema Nacional de Capacitación para el Trabajo (SNCT). Para 1997, con el Consejo de Normalización y Certificación de Competencia Laboral (CONOCER) y la Secretaría del Trabajo como instancias coordinadoras, el gobierno federal impulsó el Proyecto para la Modernización de la Educación Técnica y la Capacitación (PMETyC) (Arévalo *et al.*, 2017).

En cuanto a los beneficios de la administración basada en competencias, se destacan varios aspectos: conocimiento de las capacidades de los trabajadores, generación de desarrollo individual con impacto en la organización, reducción del trabajo extra, enfoque en las necesidades de capacitación, establecimiento de un plan de vida y carrera, fomento de una cultura de certificación, prevención del desperdicio, apoyo a los sistemas de reclutamiento y selección de personal, disminución de la rotación, promoción de la responsabilidad social y contar con personal más capacitado (Delgado, 2009).

Otros elementos importantes por considerar en el manejo de competencias, la capacitación y certificación son la Norma ISO 9000 y las competencias laborales. Estas se componen por un conjunto de enunciados que especifican qué elementos deben integrar el sistema de calidad de una empresa y cómo deben funcionar en conjunto para asegurar la calidad de los bienes y servicios producidos. Específicamente, en la Norma ISO 9001:2000, en el punto 6 sobre gestión de los recursos humanos, se establece que el personal que realice trabajos que afecten la calidad del producto debe ser competente, basándose en la educación, formación, habilidades y experiencias apropiadas (ISO, 2005).

Asimismo, existe una Norma Internacional de ISO 18091 denominada “Sistema de Gestión de la Calidad - Directrices para la aplicación de la Norma ISO 9001 en el gobierno local” (ISO, 2019), la cual establece criterios técnicos que son políticamente indispensables para los entes gubernamentales locales y sus territorios. El objetivo es establecer vínculos entre el gobierno, los ciudadanos y los gobernantes para hacer frente de manera integral a las necesidades de los clientes y ciudadanos en los municipios.

Materiales y métodos

En la actualidad, existen diversas clasificaciones de competencias que mantienen su dinámica propia, dependiendo del desarrollo tecnológico y funcional de la sociedad. Algunas de las más destacadas a lo largo de los años, tanto por instituciones internacionales como nacionales, incluyen las dadas a conocer por la Oficina Internacional del Trabajo (OIT) (2014). Esta organización ha clasificado las competencias a nivel internacional en categorías como básicas/fundamentales; profesionales o técnicas; y profesionales/personales, además de competencias clave dentro del mundo laboral.

En el caso de México, la Secretaría de la Función Pública (SFP, 2016) es la encargada de clasificar de manera consensuada las competencias en los ámbitos educativo y laboral, las cuales se dividen en tres grandes grupos: el primero se concibe como competencias básicas/claves/fundamentales, las cuales permiten a los individuos desarrollarse en diversos contextos sociales y laborales; el segundo grupo se denomina competencias específicas/técnicas, caracterizadas por ser propias de una disciplina y desarrollarse en áreas básicas del conocimiento profesional; finalmente, el tercer grupo aborda competencias determinadas como genéricas/transversales, centradas en que los individuos se desarrollen tanto en un entorno social como productivo.

En este contexto, se afirma que las competencias son sistemáticas porque están vinculadas con los comportamientos y/o actitudes generadas en la dinámica laboral cotidiana. También se menciona que son transferibles, ya que se enseñan a través de instrucciones y el manejo comportamental, siendo susceptibles de ser medidas (SFP, 2016). En este tercer grupo se incluyen las competencias necesarias en el ejercicio directivo, las cuales abarcan aspectos cognitivos, efectividad del desempeño personal, capacidad para establecer una comunicación adecuada, ejercer una influencia proactiva de desempeño, así como competencias de apoyo, ayuda recíproca y servicio (Mertens, 1996).

Las competencias genéricas/transversales fueron la base para la construcción del instrumento destinado a medir y evaluar las competencias laborales de funcionarios de nivel medio y superior en la administración municipal del Estado de Chihuahua. La determinación, definición conceptual, operacionalización, tipo de variable, escala de medición, dimensiones y la forma de implementación fueron construidas en conjunto con la contribución del Grupo Nominal de Discusión (Tobón, 2013). Este grupo estuvo conformado por cinco profesionales, expertos y exfuncionarios de nivel superior en la administración pública municipal, estatal y federal. Su trabajo se llevó a cabo en sesiones de discusión y documentación durante un mes con reuniones semanales.

Asimismo, se determinó que cinco competencias son necesarias e indispensables para un buen desempeño laboral directivo. Sin embargo, para que puedan medirse en un instrumento es fundamental que, además de su concepto, se operacionalicen, como se presenta en la tabla 1.

Tabla 1 . Competencias genéricas/transversales para funcionarios de nivel medio y superior municipal del Estado de Chihuahua

Competencias	Operacionalización
Manejo de tecnologías (manejo de innovaciones tecnológicas)	Manejo, uso e interpretación de información a través de los diversos programas digitales.
Visión estratégica	Contar con una visión de entorno, espacio y tiempo político. Captar y analizar globalmente las situaciones presentes o eventuales para una adecuada y oportuna estrategia para aplicar en el área de su competencia.
Comunicación lingüística	Saber escuchar y hacer preguntas utilizando conceptos efectivos con aspectos positivos. Contar con la habilidad de ser oportuno en tiempo y situación. Generar la habilidad de ser empático, presentar sensibilidad en captar la dinámica grupal y generar Efectividad en resultados. Manejar la comunicación por escrito de forma asertiva.
Inteligencia emocional	Habilidad de tomar conciencia de las propias emociones, comprender los sentimientos de los demás, así como manejar y tolerar las presiones y frustraciones laborales en beneficio del equipo. Trabajar en mejoras personales facilitando mayores posibilidades de desarrollo laboral. Participar, deliberar y convivir en un ambiente armónico y de paz.

Competencias	Operacionalización
Liderazgo	Capacidad de captar, interpretar, organizar y dirigir equipos laborales. Capacidad para orientar al grupo en la toma de decisiones y acciones.

Fuente: Elaboración propia

Respecto al método utilizado, se empleó un enfoque exploratorio, explicativa causal, con dimensión espacial, de tipo transversal y no experimental, construido a partir de una metodología de investigación mixta. La base informativa se conformó a partir del marco teórico relacionado con la administración pública, gobernanza, función pública, contexto de las competencias laborales y sus teorías, así como la construcción del instrumento y su teoría sobre la medida y el sustento legal. Se utilizaron enfoques teóricos analítico-sintético y hipotético deductivo en el ámbito cualitativo. Las técnicas aplicadas incluyeron observación, análisis documental, diseño y guía de entrevistas, aplicación de encuestas y entrevistas semiestructuradas, grupo de discusión nominal, aplicación de prueba piloto y obtención de resultados.

El enfoque cuantitativo fue de tipo explicativo, descriptivo causal y no experimental. Se aplicaron los modelos de medida aportados en la psicometría. De ellos se aplicó la teoría clásica de los test (TCT) Sperman (1904), con la obtención de fiabilidad y validez. “La finalidad es conseguir una cuantificación del error asociado a un proceso de medida, o por el contrario una estimación de la precisión del instrumento” (Gómez, 2003, p. 19).

En cuanto a la teoría de la respuesta al ítem (IRT) (van der Linden y Hambleton, 1997), “no es solo la teoría psicométrica subyacente a diversos test de hoy en día, sino que ofrece múltiples y relevantes aplicaciones de investigación. Todo esto ha hecho de esta teoría, una de las más prometedoras en la fundamentación de la medida psicológica y educativa” (Gómez, 2003, p. 22). Respecto a la teoría de la generalizabilidad (GT) (Cronbach y Gleser (1959), con esta se mide la confiabilidad de una prueba por medio de la cuantificación de la importancia de cada una de sus fuentes de variabilidad (...). Este enfoque no contradice los planteamientos de la TCT, es una extensión de ésta” (Zúñiga y Monteros, 2007, p. 117).

Según Lawshe (1975), la validez de contenido es “la medida en que existe comunión o solapamiento entre el rendimiento en la prueba investigada y la capacidad para funcionar en el ámbito de rendimiento laboral definido” (p. 568). Koller *et al.* (2017) expresan que la validez del contenido se determina por la validez y representación de la definición de la estructura, la representación del conjunto de elementos, el aspecto gramatical de los elementos y la claridad de las instrucciones. En otras palabras, la validez de contenido se realiza cuando se busca examinar el desempeño laboral en el que se desarrollan los individuos (Lawshe, 1975). Este tipo de análisis de la validez de contenido del ítem (Content Validity Ration CVR) es común en instrumentos de evaluación y medición.

Posteriormente, Tristán (2008) menciona tres problemas presentados en el modelo de Lawshe (1975) con respecto a la validez global del instrumento, los cuales están directamente vinculados al número de juicios de expertos, lo cual afecta los valores mínimos de CVR. Por ende, propone una modificación al modelo al normalizar el indicador entre los jueces, a partir de la

siguiente ecuación, donde CVR' permanece constante en ≥ 0.5823 , "lo que establece un nivel de exigencia constante para todos los casos" (p. 45).

El CVR para las situaciones problema y los constructos vinculados con estas, así como las competencias laborales se validaron en su contenido mediante el método de panel de expertos, para lo cual se consideraron 10. Este tipo de validación proporciona información sobre la adecuación de las interpretaciones y el uso de los resultados obtenidos. Una vez entregado el instrumento preliminar a los diez profesionales, se les dio un mes para proporcionar sus aportaciones. En la elaboración de la matriz de resultados, se aplicaron tres criterios de revisión: de acuerdo, ni de acuerdo/ni en desacuerdo y desacuerdo.

Con el instrumento de evaluación y medición de competencias laborales, se buscó la articulación tanto cualitativa como cuantitativa. En el aspecto cualitativo, se hizo referencia al proceso metacognitivo, los aprendizajes esperados dentro del contexto y el nivel de dominio de las competencias investigadas. En cuanto al aspecto cuantitativo, se buscó la obtención de la confiabilidad del instrumento mediante los métodos de la TCT y GT, utilizando el estadístico alfa de Cronbach. Asimismo, se estableció una matriz para la cuantificación de resultados y su posterior evaluación, incluyendo la ponderación de los niveles de dominio por competencia y nivel jerárquico.

Los resultados obtenidos en la prueba piloto fueron analizados a través del análisis factorial confirmatorio en el *software* AMOS versión 22. Las características principales de este análisis se presentan en la tabla 2.

Tabla 2. Características del instrumento para medir y evaluar competencias

Criterios	Clasificación
Característica	Instrumento para medir y evaluar competencias a funcionarios municipales. Inserto dentro del contexto social, económico y político municipal.
Destino	Medir y evaluar competencias genéricas/transversales en funcionarios municipales de nivel medio y superior en los municipios de Chihuahua.
Aplicación	Grupal e individual.
Administración	Digital y/o física (lápiz y papel).
Tipos de detonantes	Situaciones problema reales referidas a asentamientos humanos; desarrollo económico; desarrollo social; salud y servicios públicos municipales.
Respuesta	Objetiva, estructurada, analítica y abierta.
Calificación	Manual y/o electrónica con apoyo matricial.
Instrumento científico	Sustentado en los métodos de Lawshe (1975), Tristán (2008), Cronbach (1951) de la teoría de la medida.
Material del instrumento	Manual, situaciones problemas reales, preguntas, rubricas de calificación para cada una de las competencias laborales y criterios evaluativos para determinar el nivel de dominio de cada competencia laboral.
Niveles de aplicación	Funcionarios públicos de mandos medios y superiores.

Criterios	Clasificación
Base del instrumento	Científico. Fundamentado en competencias; modelos teóricos y teoría de la medida.

Fuente: Elaboración propia

Resultados

Para evaluar la consistencia interna del instrumento, se utilizó el programa estadístico SPSS versión 26, mediante el cual se obtuvo un alfa de Cronbach de .952 para ítems politómicos. Este valor sugiere que las escalas están compuestas por elementos correlacionados que miden las mismas características, indicando una excelente consistencia interna de las escalas. La evaluación de la consistencia interna se basa en la correlación existente entre todos los elementos o constructos del instrumento.

En cuanto a la razón de validez del contenido de las situaciones problema, fue positiva, ya que todos los ítems de las situaciones problema obtuvieron puntuaciones superiores a ≥ 0.5820 (CVR'), lo que indica que son aceptables. Al no obtener rechazo de ningún ítem, se aplicó la ecuación dos para el cálculo del índice de validez de contenido (CVI) a cada una de las situaciones problema reales. Se obtuvieron valores mínimos de 0.880 en la situación problema uno y valores máximos de 0.980 en la situación problema cuatro. El índice de validez global de las situaciones (Lawshe) fue de 0.910 y para Tristán de 0.930, ambos superiores al punto de corte mínimo aceptable en ambos métodos, lo que sugiere una alta validez de contenido en las situaciones planteadas.

Siguiendo el modelo de validación de la razón de contenido (CVR) de Tristán (2008) y el de Lawshe (1975) para las preguntas detonantes de las situaciones problema, se obtuvo un puntaje de 0.960 para la primera situación, 0.920 para la segunda, 0.900 para la tercera y un CVI de 0.940 para las preguntas detonantes de la cuarta situación. Estos puntajes están por encima del mínimo aceptado, lo que indica que todos los ítems detonantes para cada una de las situaciones problema relacionadas con las cinco competencias laborales genéricas/transversales fueron aceptados. Con esta validación, se obtuvo un CVI Global para Lawshe de 0.880 y para Tristán de 0.930, ambos superiores al punto de corte mínimo aceptable, calculado a partir de la media de los ítems aceptados.

El instrumento final quedó integrado por cuatro situaciones problema reales, cada una con cinco preguntas detonantes, referidas a las competencias laborales de manejo de tecnologías, comunicación lingüística, visión estratégica, inteligencia emocional y liderazgo.

En cuanto a los aportes del instrumento como prueba piloto, este fue aplicado a servidores públicos municipales de mandos medio y superiores activos en el año 2022, en el Estado de Chihuahua, específicamente en los municipios de Aquiles Serdán, Ciudad de Chihuahua, Delicias, Nuevo Casas Grandes y Ciudad Juárez. Del total de la muestra, el 19 % correspondió al nivel laboral superior y el 81 % restante al nivel jerárquico de mando medio. Se construyó una matriz de dominio para cada uno de los niveles jerárquicos, de acuerdo con sus responsabilidades y necesidades de desempeño, evitando así inequidades y/o desventajas en los resultados.

En relación con el nivel jerárquico de mandos superiores, del total de la muestra aplicada, se encontró que el 18 % de ellos cuenta con un dominio alto en el manejo de las cinco competencias, lo que se refleja en un desempeño de eficiencia y calidad. Otro 18 % se ubica en un manejo de dominio medio alto en las cinco competencias, lo que indica que su desempeño fue adecuado, pero podrían beneficiarse de capacitación en diversas áreas, ya sea en el saber hacer, saber ser o saber. El restante 54 % de este nivel jerárquico presenta un desarrollo y manejo de dominio de competencia considerado como medio en las cinco competencias, lo que sugiere que requieren capacitación para mejorar sus niveles de dominio. El 9 % restante presenta niveles bajos en el manejo del dominio de las cinco competencias laborales, lo que se traduce en un desarrollo laboral deficiente y riesgoso para la toma de decisiones y ejecución laboral (tabla 3).

Tabla 3. Nivel de dominio de CLG/T de los funcionarios de mandos superiores de los municipios del Estado de Chihuahua

Nivel Alto		
Participantes %	Nivel de dominio	Competencias laborales genéricas/transversales
18 %	Alto	MT, VE, CL, IE y LID
18 %	Medio Alto	MT, VE, CL, IE y LID
54 %	Medio	MT, VE, CL, IE y LID
9 %	Bajo	MT, VE, CL, IE y LID

Fuente: Elaboración propia

Nota: Las CLG/T son denominadas por sus siglas (MT) manejo de tecnologías, (VE) visión estratégica, (CL) comunicación lingüística, (IE) inteligencia emocional y (LID) liderazgo.

De los mandos medios activos en julio del 2022, se observó que solo el 26 % presenta dominio de competencias en manejo de tecnologías, visión estratégica y comunicación lingüística. El 15 % del total de mandos medios aplicados cuenta con un dominio medio alto en estas mismas competencias. Se destaca que el 48 % obtuvo un nivel de dominio medio en las competencias de visión estratégica, inteligencia emocional y liderazgo.

En cuanto al dominio de competencias a nivel bajo, corresponde al 11 %, lo que significa que en este grupo no existe un dominio de ninguna de las cinco competencias. En consecuencia, su capacidad de comprensión, análisis y toma de decisiones podrían afectar la eficiencia y eficacia del servicio en el área correspondiente (tabla 4).

Tabla 4. Nivel de dominio de CLG/T de los funcionarios de mandos medios de los municipios del Estado de Chihuahua

Nivel medio		
Participantes %	Nivel de dominio	Competencias laborales genéricas/transversales
26 %	Alto	MT, VE y CL
15 %	Medio alto	MT, VE y CL
48 %	Medio	VE, IE y LID
11 %	Bajo	MT, VE, CL, IE y LID

Fuente. Elaboración propia

Nota: Las CLG/T son denominadas por sus siglas (MT) manejo de tecnologías, (VE) visión estratégica, (CL) comunicación lingüística, (IE) inteligencia emocional y (LID) liderazgo.

Las edades de los participantes en la contestación del instrumento oscilaron entre los 70 y 30 años. Del total, el 57 % corresponde al género masculino, mientras que el 43 % pertenece al género femenino. La asignación de la muestra se realizó considerando los siguientes criterios: 1) funcionarios municipales de mandos medios y superiores del Estado de Chihuahua; 2) se solicitó la participación de los funcionarios a los entes gubernamentales mediante oficio; 3) la participación de personas específicas establecidas por cada uno de los municipios.

Aportación científica

Durante el desarrollo del instrumento se reconoció la importancia del aporte del Grupo de Discusión Nominal, el cual necesitó la contribución de conocimiento teórico, experiencia empírica y el dominio de competencias por parte de sus integrantes. El análisis resultante contribuyó a la creación del contenido de la matriz, la designación del tipo de puntuación y sus rangos, así como la definición de los niveles de dominio necesarios para cada uno de los niveles jerárquicos involucrados en la investigación.

Además, se destaca la generación de un modelo de análisis factorial confirmatorio a partir de los resultados, lo que confirma la alta confiabilidad del instrumento para evaluar y medir competencias laborales genéricas. Los resultados del trabajo de investigación han llevado a la creación de dos estándares de competencias laborales que pueden ser certificados directamente por el CONOCER.

Implicaciones gerenciales

Con los resultados obtenidos, que han demostrado ser altamente confiables, es posible determinar el tipo de capacitación y/o adiestramiento necesario para fortalecer y mejorar las competencias de los funcionarios públicos municipales de nivel superior y medio. Este enfoque busca influir en un desempeño laboral más eficiente y efectivo. Además, los resultados permiten establecer el nivel general de competencia laboral de cada municipalidad en comparación con el gobierno del Estado de Chihuahua.

Limitaciones de la investigación

Se considera como una limitación sustancial el que los gobiernos municipales no acepten colaborar. Otra limitación sería el no contar con el factor económico para la publicación del instrumento para que pueda ser utilizado.

Líneas de investigación a futuro

Generación de capacitación y entrenamiento para el manejo de competencias genéricas laborales. Generación de líneas de certificación para ser promocionadas en los entes gubernamentales y centros universitarios. Aplicación de la metodología de evaluación y medición para funcionarios gubernamentales en entes municipales de otros estados de la República Mexicana y/o a nivel Latinoamérica.

Referencias

- Arévalo, F., Hernández, R., Martínez, C., Castillo, P., Aguayo, J. y León, A. (2017). La educación superior, el mercado laboral y sociedad, una simbiosis necesaria. *Revista Iberoamericana de Ciencias*, 4(6), 164-171. <http://www.reibci.org/publicados/2017/dic/2600203.pdf>
- Cronbach, J. y Gleser, C. (1959). Interpretation of reliability and validity coefficients: Remarks on a paper by Lord. *Journal of Educational Psychology*, 50(5), 230–237. <https://doi.org/10.1037/h0042848>
- Delgado, V. (2009) El modelo de competencias laborales: Base para la gestión del talento humano en las organizaciones. *Económicas CUC*, 30(1), 25-38. <https://repositorio.cuc.edu.co/bitstream/handle/11323/2839/El%20modelo%20de%20competencias%20laborales.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gómez, J. e Hidalgo, M. (2003). Desarrollos recientes en psicometría. *Avances en Medición*, 1(1), 17-36. https://www.researchgate.net/publication/266409420_DESARROLLOS_RECIENTES_EN_PSICOMETRIA
- Huerta, J., Pérez, I. y Castellanos, A. (2008). Desarrollo curricular por competencias profesionales integrales. *Revista Educar*, 13(4), 19-26. <https://www.uv.mx/psicologia/files/2015/07/Huerta-Amezola-J.-Desarrollo-curricular-por-competencias-profesionales-integrales.pdf>
- ISO (2019). ISO 18091: 2019 Quality management systems — Guidelines for the application of ISO 9001 in local government. <https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso:18091:ed-2:v1:en>
- ISO (2005). Sistema de Gestión de la Calidad ISO 9001:2000. Ministerio de Fomento. https://www.mitma.gob.es/recursos_mfom/iso90012000.pdf
- Koller, I., Levenson, R. y Glück, J. (2017). What do you think you are measuring? A mixed-methods procedure for assessing the content validity of test items and theory-based scaling. *Frontiers in Psychology*, 8, 126. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.00126>
- Lawshe, H. (1975). A quantitative approach to content validity. *Personnel Psychology*, 28(4), 563-575. <https://doi.org/10.1111/j.1744-6570.1975.tb01393.x>
- Mertens, L. (1996). Competencia laboral: sistemas, surgimiento y modelos. Organización Internacional del Trabajo. https://repositorio.sena.edu.co/bitstream/handle/11404/3627/competencia_laboral_modelos.PDF?sequence=1&isAllowed=y
- Oficina Internacional del Trabajo (OIT). (2014). Competencias para el empleo. Orientaciones de política. Mejorar la empleabilidad de los jóvenes: la importancia de las competencias clave. 1–8. https://www.ilo.org/skills/pubs/WCMS_371815/lang--es/index.htm
- Secretaría de la Función Pública (SFP). (2016). Guía metodológica para la identificación, definición, descripción y evaluación de competencias/capacidades profesionales. https://usp.funcionpublica.gob.mx/html/Documentacion-UPRH/PGCM/GUIA_METODOLOGICA_COMPETENCIAS_CAPACIDADES_PROFESIONALES.pdf
- Soriano, A. (2014). Diseño y validación de instrumentos de medición. Editorial Universitaria Don Bosco, 19-40. http://redicces.org.sv/jspui/bitstream/10972/2105/1/2%20dise%C3%B1oyvalidacion_dialogos14.pdf
- Sperman, C. (1904). General intelligence objectively determined and measured. *American Journal of Psychology*, 15(2), 201-293. <https://doi.org/10.1037/11491-006>
- Tobón, S. (2013). Los proyectos formativos y el desarrollo de competencias. Instituto CIFE. https://www.academia.edu/download/32479367/5_proyectos_formativos.pdf
- Tristán, A. (2008). Modificación al modelo de Lawshe para el dictamen cuantitativo de la validez de contenido de un instrumento objetivo. *Avances en Medición*, 6(1), 37-48. https://www.humanas.unal.edu.co/lab_psicometria/application/files/9716/0463/3548/VOL_6._Articulo4_Indice_de_validez_de_contenido_37-48.pdf

- Van Der Linden, J. y Hambleton, K. (1997). Item response theory: Brief history, common models, and extensions. In *Handbook of modern item response theory* (pp. 1-28). New York, NY: Springer New York. doi:10.1007/978-1-4757-2691-6_1
- Zúñiga, B. y Montero, R. (2007). Teoría G, un futuro paradigma para el análisis de pruebas psicométricas. *Dialnet Métricas*, 21(108). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4794950>

Riesgos psicosociales y su relación con salud mental y física de agentes de policía. Estado del conocimiento actual¹

Psychosocial risks and their relationship with mental and physical health of police officers. Current state of knowledge

Victoria Barraza Echeverría

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México
al229149@alumnos.uacj.mx
<https://orcid.org/0000-0002-5715-2887>

María Nieves González Valles

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México
mgonzale@uacj.mx
<https://orcid.org/0000-0002-9478-8366>

Alberto Castro Valles

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México
alcastro@uacj.mx
<https://orcid.org/0000-0001-6589-0073>

María Teresa Martínez Almanza

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, México
tmartine@uacj.mx
<https://orcid.org/0000-0002-1056-9204>

Resumen

La psicología de la salud propone analizar los procesos psicológicos y su relación con enfermedades físicas. Por eso, el presente manuscrito tiene como objetivo describir el estado del arte de los riesgos psicosociales a los que se ven expuestos los agentes de policía en Ciudad Juárez debido a la naturaleza del trabajo que realizan y el impacto que tienen en su estado de salud mental y física. En tal sentido, la revisión de antecedentes permite identificar que experimentan emocionalidad negativa y enfermedades mentales en las que se incluye la ideación suicida y el suicidio. Asimismo, se puede indicar que los sistemas familiares tienen alta probabilidad de desintegrarse después de haber vivido tristeza, conflictos, falta de participación del padre o madre agente de policía, y en ocasiones niveles de violencia familiar y con abuso de sustancias psicoactivas. Además, la salud física se ve deteriorada con la aparición de problemas metabólicos, de los sistemas nervioso y musculoesquelético, y con énfasis del sistema digestivo. Los hallazgos permitirán coadyuvar en el

¹ Este manuscrito es el resultado de la revisión de antecedentes en el proyecto de tesis del Doctorado en Psicología, en el marco de los programas inscritos en el Sistema Nacional de Posgrados (CONAHCYT). Línea de investigación e incidencia: psicología de la salud.

incremento del nivel de salud mental de la localidad a través de la elaboración de planes y programas psicológicos enfocados en la prevención y atención de los problemas de salud mental y física que presenta la población policial de la localidad.

Palabras clave: Riesgos psicosociales, Agentes de policía, Salud mental, Salud física, Estrés.

Abstract

Health psychology proposes to analyze psychological processes and their relationship with physical illnesses. This manuscript aims to describe the state of the art of psychosocial risks to which police officers in Ciudad Juárez are exposed, those given by the nature of the work they perform and the impact they have on their mental and physical health. The background review identifies that they experience negative emotionality and mental illnesses including suicidal ideation and suicide. Family systems are highly likely to disintegrate after experiencing sadness, conflict, lack of parental involvement, and sometimes levels of family violence and substance abuse. Physical health is deteriorated with the appearance of metabolic, nervous system and musculoskeletal problems, with emphasis on the digestive system. The findings will help to increase the level of mental health through the development of psychological plans and programs focused on the prevention and care of mental and physical health problems of local police population.

Key words: Psychosocial risks, Police officers, Mental health, Physical health, Stress.

Introducción

En México, los sistemas de seguridad de los tres niveles de gobierno tienen como objetivo salvaguardar la integridad y los derechos de las personas, preservar las libertades, el orden y la paz pública. En tal sentido, las funciones particulares de la policía municipal incluyen el patrullaje enfocado en la prevención e investigación del delito, la mediación y resolución de problemas mediante la aplicación de justicia cívica, así como atender situaciones de actividad criminal como robo, crimen organizado, asalto, secuestro, terrorismo y tráfico de drogas (Hyemin *et al.*, 2013), acciones que cuentan con respaldo de un poder discrecional proveniente de la autoridad gubernamental.

Por su naturaleza, la labor policial se desarrolla en la vía pública. En el caso de Ciudad Juárez, que tiene una historia reciente de elevados niveles de violencia social y delictiva con presencia activa del crimen organizado, los agentes trabajan en turnos rotativos enfrentándose a cambios climáticos extremos y ruido excesivo. Además, llevan consigo armas de fuego, fornituras tácticas, macanas, monturas, municiones y chalecos antibalas, equipo que suma varios kilos de peso.

En tales circunstancias, se ven expuestos a situaciones de alta demanda emocional y física al ser los primeros respondientes en la atención de casos complejos de índole individual o familiar, como maltrato, violencia, intoxicación de sustancias psicoactivas e incluso enfermedades mentales (Hyemin *et al.*, 2013). Esto genera factores de riesgo psicosocial con la potencialidad de elevar trastornos de ansiedad, estrés y otras implicaciones negativas, cuyas consecuencias también impactan en la salud física de los agentes.

Ahora bien, la promoción de la salud psicosocial, según lo establece la Norma Oficial Mexicana 035 (NOM-035) de la Secretaría del Trabajo y Previsión Social, se logrará a través del análisis, la prevención y la atención de los factores de riesgo laborales a mediano y largo plazo. Por ende, a continuación, se describen los hallazgos correspondientes al estado actual del conocimiento con el objetivo de contribuir a los limitados estudios publicados sobre las consecuencias generadas por los riesgos a los que se enfrentan los agentes cuyo desempeño laboral se desarrolla en un entorno de elevados índices de violencia social y delictiva, y con presencia activa del crimen organizado.

Riesgos psicosociales de los y las agentes de policía

Los riesgos psicosociales se manifiestan en entornos laborales caracterizados por una carga de trabajo excesiva con altos niveles de presión, falta de flexibilidad laboral, descansos inadecuados y jornadas laborales prolongadas, entre otras características que afectan negativamente la satisfacción laboral. Estos factores a menudo predisponen a la emergencia de emocionalidad negativa, como desánimo, ansiedad, agotamiento, estrés elevado y sintomatología depresiva.

Sobre este problema, un estudio realizado con población policial brasileña identificó diversos factores que pueden aumentar los niveles de estrés en este grupo. Entre ellos se encuentran las altas exigencias laborales, el escaso control sobre el proceso de trabajo, el desgaste por el contacto frecuente con la ciudadanía, las largas jornadas laborales, la insuficiencia de recursos materiales, la falta de oportunidades de crecimiento profesional, la insatisfacción, la baja remuneración económica, la exposición al sufrimiento ajeno y a situaciones de peligro. En conjunto, estos elementos generan sufrimiento y trastornos psicológicos, manifestándose en aislamiento, inhibición, sentimientos de temor, agresividad y ansiedad (Wernersbach *et al.*, 2013).

Gallardo (2017) destaca que un ambiente laboral conflictivo, la falta de apoyo de los altos mandos y del sistema de justicia, así como la escasez de recursos materiales y emocionales para llevar a cabo la labor, son factores que se desarrollan en el entorno laboral de los policías, perjudicándolos al aumentar los niveles de estrés. Estos niveles se exacerban frente a experiencias de alto impacto, como la identificación de un pariente, la alta probabilidad de riesgo en la integridad física, o el desenlace fatal de las víctimas, especialmente cuando se trata de población infantil.

Como parte de las condiciones laborales en Ciudad Juárez, a diferencia del resto del país y otros lugares, se presenta una peculiaridad en relación con el resguardo de armas de cargo, ya que se permite al personal operativo de la corporación portar el arma mientras permanece fuera de servicio con el objetivo exclusivo de salvaguardar su propia seguridad y legítima defensa. Esta situación contribuye significativamente al riesgo permanente y a un estado de alerta mental ininterrumpido.

Otra desventaja radica en la compleja estructura relacionada con la diversificación de funciones, lo que puede resultar en la pérdida de la delimitación de roles para los policías y, por tanto, dificultades para ejercer autoridad (Loubet, 1994). Además, la demanda de la labor policial exige disponibilidad las 24 horas para la atención de emergencias, lo que ocasiona un desequilibrio entre el desempeño laboral y la vida familiar, la cual se ve afectada negativamente.

Asimismo, la naturaleza de las labores y funciones que realizan configuran condiciones de riesgo de diversas índoles, a las cuales se ven expuestos los agentes de policía debido a los altos índices de violencia en la región. Localmente, se llevan a cabo miles de operativos de élite que incluyen arrestos por homicidio, capturas por delitos de portación y uso de armas, arrestos por comercio de drogas ilícitas, consultas en los sistemas de Plataforma México sobre vehículos robados, entre otros. Estos operativos ponen a disposición de la autoridad miles de detenidos por violencia familiar, lo que evidencia la relación entre la labor policial y la criminalidad, que en la mayoría de los casos implica acciones que ponen en riesgo sus vidas.

Por ende, no resulta extraño que los agentes de policía mueran por causas no naturales, ya sea en accidentes o por exposición a la violencia. De hecho, se ha informado que el 52 % de las causas de muerte de un policía se deben a agresiones derivadas del uso de la fuerza durante sus actividades laborales, donde 9 de cada 10 pierden la vida a causa de un arma de fuego. El 36.3 % muere por accidentes, el 5.8 % por suicidios y el 5.4 % por otras causas (Instituto Nacional de Estadística y Geografía [Inegi], 2021). Las cifras de policías asesinados han mostrado una tendencia al alza en los últimos años. En 2018 se registraron 21 policías municipales asesinados, en 2019 ascendieron a 235, en 2020 aumentaron a 280, y aunque en 2021 la cifra disminuyó a 205 (Causa en Común, 2022), sigue siendo una cifra elevada.

Entre las explicaciones que se han construido en torno a los efectos que la labor policial tiene en la vida de los agentes, se ha propuesto que el cansancio y el agotamiento están relacionados con la discrepancia entre los conocimientos y las situaciones a las que se enfrentan, lo cual supera sus capacidades. En tal sentido, más del 80 % de los policías experimentan exigencias cognitivas laborales que sobrepasan sus límites (Delgado, 2009). Además, López y Rubio (2014) han señalado que una alta demanda cognitiva laboral y el poco o escaso apoyo organizacional se relacionan con la aparición de síntomas somáticos, depresión, ansiedad e insomnio. Incluso, la exposición a situaciones de baja recompensa y altas demandas laborales puede ser una fuente importante de disfunción social.

Las consecuencias de los riesgos psicosociales descritos, junto con aquellos derivados de la naturaleza propia de la actividad laboral, suelen tener distintas repercusiones. En ocasiones, son fuente de inconformidad que puede dejar a la ciudadanía desprovista de protección. En consecuencia, en el primer cuatrimestre de 2022 se registraron al menos 13 paros laborales en distintos estados de la República Mexicana debido a malas condiciones laborales y de equipamiento, hostigamiento laboral, irregularidades en sueldos y prestaciones económicas, así como enfermedades relacionadas con los niveles jerárquicos superiores (Causa en Común, 2022).

Estado de salud mental y física de los y las agentes de policía

La salud mental se refiere al bienestar individual en relación con el entorno físico y social, caracterizándose principalmente por la ausencia de trastornos mentales. Sin embargo, los efectos de la sobrecarga física y emocional de la labor policial, junto con las expectativas de la comunidad sobre su desempeño, impactan negativamente en la salud mental, lo que puede provocar insatisfacción, diversos malestares psicológicos y un elevado nivel de estrés (Novaes *et al.*, 2017), el

cual se manifiesta como una respuesta física y psicológica a factores ambientales o intrínsecos, lo que afecta las dimensiones emocional, física y comportamental. Esto se manifiesta en una conciencia de muerte no expresada, que implica sensaciones de miedo no verbalizado por temor a disminuir la capacidad para actuar y reflejar una falta de dominio de las emociones (Suárez, 2016). Este riesgo de amenaza se extiende tanto dentro como fuera del horario laboral y, con frecuencia, afecta también a la familia, cuyos miembros suelen ser blanco de amenazas de diversas índoles (Novaes *et al.*, 2017).

En este contexto, una de las estrategias adoptadas por esta población para lidiar con el estrés es a través de conductas de indiferencia, actitudes despreocupadas, cinismo, impenetrabilidad y endurecimiento emocional, que se reflejan tanto en su desempeño laboral como en sus relaciones interpersonales en general, incluyendo las familiares. Estas medidas, no obstante, desgastan la unión con los hijos, generan discrepancias conyugales graves y contribuyen a una mayor tasa de problemas familiares y divorcios en comparación con otras profesiones (Brufao, 1994).

Al respecto, Maslach (1982, citado por He *et al.*, 2002) ha explicado que los agentes de policía experimentan un conflicto entre las funciones laborales y familiares, así como entre los roles en casa, ya que la rutina laboral y la dinámica familiar modifican las interacciones y dificultan la comunicación. Esto procede que los agentes a menudo se vuelvan figuras ausentes en la crianza de los hijos, de ahí que se produzca distanciamiento emocional entre los miembros de la familia. Esto provoca tristeza y obliga a un reajuste de roles que debilita el vínculo de pareja, lo que finalmente desencadena la desintegración del sistema familiar (Rodríguez y Dávila, 2020).

Por eso, no sorprende que en México el 50 % de los elementos policiacos reporten problemas de pareja debido a los cambios de horarios y la inestabilidad que ello representa. Estos inconvenientes se agravan con el agotamiento, el cansancio, el bajo rendimiento sexual y los problemas de celotipia (Centro Universitario de Ciencias de la Salud, 16 de septiembre de 2018). Por ejemplo, un estudio sobre la familia de los policías en Colombia determinó que la vida en pareja no suele exceder los cinco años, y las causas de separación incluyen incompatibilidad, problemas de comunicación, infidelidad, así como situaciones de violencia y abuso físico, verbal y psicológico hacia las parejas (Rodríguez, 2021). Además, se suman las interferencias laborales con horarios rotativos o extensos, el estrés derivado del riesgo de perder la vida y las dificultades económicas (Boyce, 2006), junto con una incidencia de problemas de alcoholismo que tienden a complicarse y dar paso a la depresión (Brufao, 1994).

Como resultado de la interrelación de los factores descritos, las condiciones de salud mental de los agentes de policía se agravan, lo que da lugar a la configuración de trastornos psicológicos derivados del riesgo psicosocial y laboral. Así, se ha observado un aumento en los trastornos del estado de ánimo, trastorno de estrés postraumático y sintomatología ansiosa. A nivel mundial, se estima que 1 de cada 4 agentes presenta pensamientos suicidas, y una cantidad significativa muere por suicidio.

En cuanto al estado de salud física, se conceptualiza como el estado óptimo del organismo, relativo a la capacidad que tiene el individuo para realizar sus actividades de manera autónoma e independiente, con ausencia de padecimientos, enfermedades y/o desbalances.

Ante este escenario, la psicología de la salud se centra en analizar las interacciones entre las dimensiones mente y cuerpo, y las implicaciones que tiene una sobre el otro. En Brasil, se identificó una variedad importante de problemas de salud en policías, como sobrepeso, frecuencia cardíaca baja, niveles elevados de colesterol, problemas de visión, dolores de cabeza, cuello, espalda y columna, donde más del 16 % presentó daños físicos permanentes. Asimismo, en Estados Unidos, los policías con obesidad mostraron una mayor probabilidad de sufrir dolores de espalda, hipertensión y problemas del sueño (Da Silva *et al.*, 2013).

Por su parte, García (2015) explica que la población policial a nivel internacional presenta una mayor incidencia de trastornos digestivos y cardíacos, así como trastornos del sueño. Un estudio realizado por Violanti (s. f., citado por Hyemin *et al.*, 2013) reveló que el 72 % de los hombres y el 43 % de las mujeres policías presentaron hipercolesterolemia en comparación con la población general. Además, Brufao (1994) menciona una categorización de los síntomas de estrés en un estudio de las fuerzas policiales australianas, que comprende cuatro niveles según su afectación. En el primer nivel, se encuentran el aumento de la presión arterial y alteraciones en el metabolismo; en el segundo nivel, la sensación de irritabilidad, ansiedad, tensión y dificultad para concentrarse, con agudeza de los síntomas del nivel uno. En el tercer nivel, se hallan el dolor de cabeza o pecho y problemas estomacales; finalmente, en el cuarto nivel, se presentan úlceras, problemas de adicciones como alcoholismo o uso de sustancias psicoactivas y ataques al corazón.

El estudio realizado en Brasil por Wernersbach *et al.* (2013) sobre el sufrimiento psicológico de los policías encontró que el 60 % presentaba problemas óseos, dermatitis, problemas musculares, de visión, audición y habla. Además, el 33 % reportó hipercolesterolemia, el 37.1 % presentaba problemas digestivos y el 37.9 % problemas del sistema nervioso.

Por su parte, Hyemin *et al.* (2013) informan que en México las afectaciones físicas más comunes en esta población son hipertensión, insomnio, problemas del corazón, obesidad, cáncer y el abuso de sustancias como alcohol, cigarrillos y drogas. Posteriormente, el Inegi (2017) estimó que, a nivel nacional, el 53 % de los policías vio afectada su salud debido a actividades laborales. El 30 % experimentó cambios en su peso corporal, ya sea aumento o disminución; el 18.6 % problemas estomacales; el 4.1 % problemas cardiovasculares; el 3.6 % sufrió fracturas; el 3 % enfrentó problemas respiratorios; el 2.6 % tuvo alteraciones del habla o del oído, y el 1.4 % parálisis o pérdida de la sensibilidad, sin contar las afectaciones en la salud emocional.

Según una exploración en Guadalajara, México (Suárez, 2016), los elementos policiacos observan un deterioro en la salud cuando su vida se encuentra en riesgo, con la aparición de diabetes posterior a eventos sumamente estresantes. Delgado (2009) reportó que el 47 % de la población policial tuvo al menos una incapacidad en un periodo de un año, y el 70 % de los menores de 35 años posee una salud peor en comparación con la población general. Gutiérrez Rodríguez (citado en Centro Universitario de Ciencias de la Salud, 2018) ha informado que el 17 % presenta obesidad mórbida, mientras que el 15 % de los policías padece de insomnio intermitente.

A nivel estatal, el 78.3 % de los policías presenta sobrepeso u obesidad, el 58 % experimenta cambios en el peso (33 %), problemas estomacales (20.3 %), falta de apetito (15.3 %), hipertensión arterial (9.8 %), estrés crónico (4.2 %), diabetes (3.8 %), enfermedades pulmonares (2.5 %) y

enfermedades del corazón (2.1 %). Además, el 18 % de los elementos de policía tiene alguna enfermedad crónica, el 3 % padece de estrés crónico. Del 53 % de los policías que presentan alguna afectación de salud por el trabajo, el 23.3 % muestra irritabilidad, el 8.6 % estrés, el 2.1 % problemas de impulsividad o falta de control, y el 0.7 % presenta depresión (Inegi, 2017). Por último, en 2013, a nivel local, 8 de cada 10 agentes de policía presentaban problemas de sobrepeso y 4 de cada 10 obesidad, y casi una tercera parte de los policías municipales examinados tenía diagnósticos de diabetes, prediabetes e hipertensión (Fuentes, 22 de enero de 2013).

A modo de conclusión

Las condiciones contextuales de la región, caracterizada por altos índices de violencia en distintas modalidades y la presencia activa del crimen organizado, junto con una historia de décadas con una variedad importante de problemas sociales, crean el escenario propicio para que se configuren factores de riesgo psicosocial y laboral para toda la población. Sin embargo, estos riesgos afectan con mayor énfasis a los elementos que forman parte de las corporaciones municipales encargadas de salvaguardar la integridad y derechos de la ciudadanía.

Las altas tasas de delitos que atienden y las situaciones riesgosas a las que se enfrentan en horarios de disponibilidad las 24 horas, además de trabajar en turnos rotativos y en la vía pública en climas extremos, abren la posibilidad de experimentar emocionalidad negativa, preocupaciones, irritabilidad, miedo y ansiedad, entre otros riesgos psicosociales. Estos factores tienen como efecto inmediato la manifestación de actitudes de indiferencia, cinismo y endurecimiento emocional, que se reflejan en el desempeño laboral cotidiano. Incluso pueden configurarse trastornos del estado de ánimo y estrés postraumático, frecuentemente acompañados de pensamientos e ideación suicida. En algunos casos, esto lleva a optar por la muerte autoinfligida.

Además, en todos los casos, los riesgos psicosociales afectan rápidamente al sistema familiar, donde se deben reajustar los roles debido a la poca o nula disponibilidad del miembro que es agente de policía y que se vuelve padre o madre ausente en la crianza de los hijos. Esto provoca que se debiliten los vínculos con la pareja, que con frecuencia se ven afectados por celos, violencia u otros abusos, lo que finalmente conduce a la disolución del matrimonio y la desintegración familiar a través de la separación o el divorcio.

Por otra parte, dada la interacción e interrelación de mente-cuerpo en el ser humano, los factores de riesgo psicosocial derivados del ambiente laboral de los policías también afectan la dimensión de la salud física como resultado del estrés social y psicológico. Muchos suelen experimentar sobrepeso y obesidad, lo que lleva al desarrollo de enfermedades endócrinas como la diabetes y otros trastornos del metabolismo. A esto se suman trastornos musculares, alteraciones de la visión, problemas de sueño, enfermedades del sistema circulatorio, venas y arterias, enfermedad hipertensiva, enfermedades crónicas subcutáneas, dermatitis, enfermedades de los tejidos musculares, de la columna vertebral y la espalda, enfermedades digestivas y trastornos abdominales, así como una variedad de dolores musculares y cefaleas. En algunos casos, estas condiciones pueden ser discapacitantes e incluso estar asociadas con el cáncer. Además, es común encontrar un consumo problemático de alcohol y otras sustancias psicoactivas ilegales.

La tabla 1 resume el estado del arte de las variables involucradas, su conceptualización y los indicadores que dan cuenta de la existencia de cada una.

Tabla 1. Variables y sus indicadores

Variables	Indicadores
<p>Riesgos psicosociales derivados del ambiente laboral</p> <p>El riesgo psicosocial se define como aquellas amenazas que provocan desbalances psicológicos, físicos y familiares, lo que causa problemas y trastornos debido a la respuesta desadaptativa de activación física y cognitiva que produce la amenaza.</p>	<p>Exposición continua a la violencia</p> <p>Exposición a situaciones estresantes</p> <p>Accidentes</p> <p>Agresiones derivadas del uso de la fuerza</p> <p>Alta demanda cognitiva con exposición al sufrimiento ajeno y a situaciones de peligro</p> <p>Muerte</p> <p>Conciencia de muerte no dicha</p> <p>Amenazas</p> <hr/> <p>Violencia doméstica</p> <p>Indiferencia, actitud despreocupada, cinismo como forma de lidiar con el estrés laboral</p> <p>Abuso de sustancias: alcohol, tabaco y drogas ilegales</p> <hr/> <p>Indicador: exceso de actividades con baja remuneración económica.</p> <p>Largas jornadas laborales</p> <p>Insatisfacción con la actividad</p> <hr/> <p>Indicador: insuficiencia de desarrollo o falta de crecimiento personal</p> <hr/> <p>Indicador: escasez de apoyo organizacional</p> <p>Escaso control sobre el proceso de trabajo</p> <hr/> <p>Indicador: Insuficiencia de recursos materiales.</p> <hr/> <p>Indicador: pocas o nulas compensaciones</p> <hr/> <p>Indicador: dualidad de roles</p> <p>Exposición a situaciones de baja recompensa</p>
<p>Estado de salud mental</p> <p>Se refiere al bienestar individual en relación con su medio físico y social, cuya característica principal es la carencia de algún trastorno mental.</p>	<p>Indicador: bienestar emocional</p> <p>Estrés</p> <p>Miedo</p> <p>Agresividad, irritabilidad, ira e impulsividad</p> <p>Desaliento</p> <p>Tristeza y melancolía</p> <p>Infelicidad</p> <p>Ocultan emociones negativas ante actividades: atender peleas, detenciones, regulación de tráfico</p> <p>Sentimientos de impotencia,</p> <p>Culpa</p> <p>Desgaste emocional</p> <p>Frustración</p> <p>Pensamiento suicida</p>

	<p>Indicador: bienestar psicológico Depresión Ansiedad, angustia y nerviosismo Trastorno de estrés postraumático Suicidio Ideas paranoides Estrés crónico</p> <hr/> <p>Indicador: bienestar social Aislamiento e inhibición Impenetrabilidad emocional que dificulta las relaciones con otros.</p> <hr/> <p>Indicador: bienestar familiar Divorcios Discrepancias y problemas conyugales con bajo rendimiento sexual y celotipia Desbalance entre convivencia familiar y laboral Miembros de la familia son blanco de amenazas</p>
<p>Condiciones de salud física autorreferida La salud física es el estado óptimo del organismo, relativo a la capacidad que tiene el individuo para realizar sus actividades de manera autónoma e independiente; ausencia de padecimientos, enfermedades y/o desbalances.</p>	<p>Cansancio y agotamiento Insomnio y pesadillas Cambios en el peso corporal: aumentos o disminuciones Obesidad y obesidad mórbida Frecuencia cardiaca baja Niveles elevados de colesterol Hipertensión arterial Diabetes posterior a eventos donde la vida se vio en riesgo Problemas de visión Dolores de cabeza, cuello, espalda y columna Problemas estomacales y falta de apetito, diarrea Problemas cardiovasculares Ataques cardíacos Daños físicos permanentes Cáncer Percepción de calidad de hábitos alimenticios Percepción calidad de hábitos de actividad y ejercicio físico</p>

Fuente: Elaboración propia

En conclusión, la realidad de los agentes de policía en Ciudad Juárez refleja un escenario complejo y preocupante. La exposición constante a riesgos psicosociales derivados de su labor impacta de manera significativa en su salud mental y física. La revisión de antecedentes revela que estos profesionales experimentan emocionalidad negativa, enfermedades mentales, ideación suicida y, en casos extremos, el suicidio. Además, la carga laboral afecta no solo al individuo, sino también a sus sistemas familiares, con altas probabilidades de desintegración debido a la tristeza, conflictos y la falta de participación parental. En este contexto, los problemas de salud física se manifiestan a través de diversos trastornos que afectan los sistemas metabólicos, nervioso,

musculoesquelético y digestivo. La magnitud de estas implicaciones teóricas subraya la necesidad urgente de abordar la salud integral de los agentes de policía como una prioridad en Ciudad Juárez.

Desde la perspectiva de la psicología de la salud, este estudio resalta la importancia de diseñar e implementar planes y programas psicológicos específicos que se enfoquen en la prevención y atención de los problemas de salud mental y física presentes en la población policial de la localidad. La atención integral no solo contribuirá al bienestar individual de los agentes, sino que también impactará positivamente en la salud mental general de la comunidad, promoviendo un ambiente más saludable y sostenible. Por tanto, reconocer y abordar las complejidades psicosociales a las que se enfrentan los agentes de policía en Ciudad Juárez es esencial para construir una sociedad más resiliente y justa, donde la salud mental y física de quienes velan por la seguridad sea una prioridad ineludible.

Referencias

- Boyce, S. (2006). Police Officer under stress. *University of Arkansas System School of Law Enforcement Supervision*. 1-18. <https://www.cji.edu/wp-content/uploads/2019/04/policeofficersunderstress.pdf>
- Brufao, C. (1994). Una aproximación a las enfermedades profesionales del policía. *Cuadernos de Trabajo Social*, 7, 251-263. <https://revistas.ucm.es/index.php/CUTS/article/view/CUTS9494110251A/8483>
- Causa en Común (2022). *Las policías en México: radiografía de un retraso crónico 2018-2022*. <https://causaencomun.org.mx/beta/la-situacion-de-las-policias-en-mexico-2022>
- Centro Universitario de Ciencias de la Salud (16 de septiembre de 2018). *Dan a conocer el estado psicológico y social de los policías en Jalisco*. Universidad de Guadalajara. <https://www.cucs.udg.mx/noticias/archivos-de-noticias/dan-conocer-el-estado-psicologico-y-social-de-los-policias-en-jalisco>
- Da Silva R., Matos, C., Valdivia, B., Cascaes, F. y Barbosa, P. (2013). Revisión sistemática acerca de la actividad física y de la salud de policías. *Revista Med*, 21(1), 75-85. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-52562013000100008&lng=en&tlng=es
- Delgado, J. D. (2009). Evaluación de riesgos psicosociales de la policía local en la costa occidental de la provincia. *Revista Digital de Salud y Seguridad en el Trabajo*, 2, 1-18. http://rabida.uhu.es/dspace/bitstream/handle/10272/4847/evaluacion_riesgos_psicosociales_policia_local.pdf?sequence=2
- Fuentes, D. (22 de enero de 2013). Policía de Ciudad Juárez va contra agentes ... gordos. *El Universal*. <https://archivo.eluniversal.com.mx/primera/41274.html>
- Gallardo, M. F. (2017). Resiliencia en la policía local. Estrés crónico, sus consecuencias somáticas y psicológicas. *Encuentros en Psicología*, 46-52. https://copao.com/wp-content/uploads/2017/05/copao.devf6.es_old_dmdocuments_encuentros042.pdf#page=46
- García, T. (2015). El estrés policial. *Seguridad y Salud en el Trabajo*, (84), 15-26. <https://www.diba.cat/documents/467843/58064690/el-estres-policial-en-revista-insht-84-oct-2015.pdf/4da81d38-9a65-46f9-9bdf-3d5b76a31f7f>
- He, N., Zhao, J. y Archbold, C. A. (2002). Gender and police stress: The convergent and divergent impact of work environment, work-family conflict, and stress coping mechanisms of female and male police officers. *Emerald*, 25(4), 687-708. https://www.researchgate.net/publication/230814729_Gender_and_police_stress_The_convergent_and_divergent_impact_of_work_environment_work-family_conflict_and_stress_coping_mechanisms_of_female_and_male_police_officers
- Hyemin, J., Valencia, S., Rodríguez C., Preciado, L. y Soltero, R. (2013). Ambiente laboral violento y salud mental en los policías de la zona metropolitana de Guadalajara. *Waxapa*, 1(8), 31-48. <https://www.medigraphic.com/pdfs/waxapa/wax-2013/wax138c.pdf>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2017). *ENECAP 2017 Encuesta Nacional de Estándares y Capacitación Profesional Policial*. INEGI. https://www.inegi.org.mx/contenidos/programas/enecap/2017/doc/enecap2017_presentacion_ejecutiva.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) (2021) *En números. Documentos de análisis y estadísticos*. INEGI. https://www.inegi.org.mx/contenidos/productos/prod_serv/contenidos/espanol/bvinegi/productos/nueva_estruc/889463901884.pdf
- Novaes, M. E., Da Silva, K. y De Oliveira, V. O. (2017). Estresse, qualidade de vida e estressores ocupacionais de policiais: Sintomas mais frequentes. *Revista Psicologia: Organizações e Trabalho*, 17(1), 46-53. <http://dx.doi.org/10.17652/rpot/2017.1.12490>

- López, M. I. y Rubio, S. (2014). Relación entre salud percibida y riesgo psicosocial en una muestra de policías locales. *Avances en Psicología Clínica*, 620-630. https://www.researchgate.net/profile/Susana-Valdehita/publication/311354446_RELACION_ENTRE_SALUD_PERCIBIDA_Y_RIESGO_PSICOSOCIAL_EN_UNA_MUESTRA_DE_POLICIAS_LOCALES/links/5842a75108ae61f75dd31f7e/RELACION-ENTRE-SALUD-PERCIBIDA-Y-RIESGO-PSICOSOCIAL-EN-UNA-MUESTRA-DE-POLICIAS-LOCALES.pdf
- Loubet, J. J. (1994). Policía, sociedad y los nuevos problemas de relación. *Cuadernos de Trabajo Social*, 7, 299-305. <https://revistas.ucm.es/index.php/CUTS/article/download/CUTS9494110299A/8490>
- Rodríguez, A. y Dávila, D. (2020). *Actitudes frente a las relaciones familiares a partir del distanciamiento familiar en el personal de la estación de policía del municipio de Colón-Putumayo* (trabajo de grado). Universidad Antonio Nariño. <http://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/1065>
- Rodríguez, C. (2021). Caracterización de la familia policial: Guía para la conducción del desarrollo humano en organizaciones policiales. *Editorial de la Dirección Nacional de Escuelas de la Policía Nacional de Colombia*. <https://revistalogos.policia.edu.co:8443/omp/index.php/editorial/catalog/book/40>
- Suárez, M. E. (2016). *Los policías: una averiguación antropológica*. ITESO. <https://rei.iteso.mx/handle/11117/384>
- Wernersbach, L., Bastos, A. y Ramos de Souza, E. (2013). Sofrimento psíquico em policiais civis do Estado do Rio de Janeiro. *Ciência & Saúde Coletiva*, 18(3), 633-644. <https://www.scielo.br/j/csc/a/MgkjVYq6nWCRHgY7hW5qQvf/abstract/?lang=pt>

Sección II: Ingeniería

Neurociencia y validación de identidad aplicada a seguridad de exámenes en línea de nuevo ingreso del TecNM: retos y beneficios

Neuroscience and identity validation applied to security of online exams for new entrants to TecNM: challenges and benefits

Rigoberto Reyes Valenzuela

Tecnológico Nacional de México,
Instituto Tecnológico de Mexicali
rigobertoreyes@mexicali.tecnm.mx
<https://orcid.org/0000-0002-8570-8563>

Maria Luisa López Roa

Tecnológico Nacional de México,
Instituto Tecnológico del Valle del Yaqui
maria.lr@vyaqui.tecnm.mx
<https://orcid.org/0000-0002-4104-4873>

Rubén Juárez Rodríguez

Tecnológico Nacional de México,
Instituto Tecnológico de Orizaba
ruben.jr@orizaba.tecnm.mx
<https://orcid.org/0000-0003-0002-1787>

Resumen

El gran reto de las instituciones de educación superior es ofrecer seguridad en el proceso de selección en línea de aspirantes de nuevo ingreso. En este contexto, concebimos la identidad digital como un concepto que específicamente hace referencia a la manera como las personas se pueden representar y autenticar en internet, lo cual es relevante para realizar diversas transacciones y operaciones en la red. Sin embargo, la identidad digital también plantea grandes desafíos y riesgos, especialmente en el ámbito educativo, donde se requiere garantizar la seguridad y la integridad de los exámenes de nuevo ingreso con el fin de mejorar el proceso educativo. En este capítulo, por tanto, se revisa la literatura sobre la relación que existe entre la neurociencia y la validación de identidad en línea. Para ello, se indaga en cómo las tecnologías biométricas y *blockchain* pueden contribuir a mejorar la seguridad y la confianza en los procesos de evaluación y selección de aspirantes de nuevo ingreso en una institución educativa. Además, se analizan los beneficios y las limitaciones de estas herramientas, así como las implicaciones éticas y legales que esto conlleva. La neurociencia y la identidad digital son sencillamente dos elementos que se complementan y que ofrecen oportunidades para innovar y optimizar los sistemas educativos en el mundo digital. Por lo

tanto, el objetivo es identificar los beneficios y limitaciones para garantizar seguridad en el proceso, de modo que se pueda implementar de una manera más efectiva y correcta en las instituciones de educación superior del Tecnológico Nacional de México.

Palabras clave: Neurociencia, Biometría, Identidad digital, Seguridad en línea.

Abstract

The great challenge for higher education institutions is to offer security in the online selection process for new applicants. In this context, we identify digital identity as a concept that specifically refers to the way in which people can represent and authenticate themselves on the Internet, which is relevant and important to be able to carry out various transactions and operations on the network. However, digital identity also poses great challenges and risks, especially in the educational field, where it is necessary to guarantee the security and integrity of new entrance exams, thus improving the educational process. This chapter reviews the literature on the relationship between neuroscience and online identity validation, exploring how biometric and blockchain technologies can contribute to improving security and trust in the evaluation and selection processes of applicants for new jobs. admission to an educational institution. The benefits and limitations of these tools are analyzed, as well as the ethical and legal implications that this entails. Neuroscience and digital identity are simply two fields that complement each other and also offer opportunities to innovate and optimize educational systems in the digital world. Therefore, the objective is to identify the benefits and limitations, which contribute to guaranteeing security in such a way that allows us to implement it in a more effective and correct way in the Higher Education Institutions of the National Technology of Mexico

Keywords: Neuroscience, Biometrics, Digital identity, Online security.

Introducción

Desde el inicio de la pandemia por covid-19, las instituciones de educación superior del Tecnológico Nacional de México (TecNM) han experimentado un notable aumento en la utilización de exámenes en línea para aspirantes de nuevo ingreso. Sin embargo, el principal desafío que se presenta en este contexto es la validación de la identidad, lo que ha suscitado la necesidad de reforzar la seguridad en este proceso mediante la combinación de la aplicación de la neurociencia educativa y la validación de identidad en línea.

Estos exámenes, diseñados para evaluar el nivel académico y las competencias de los aspirantes, buscan medir el conocimiento adquirido durante el bachillerato, de ahí que sean un requisito esencial para ingresar a un programa educativo del Tecnológico Nacional de México. No obstante, la creciente realización de estos exámenes en línea conlleva riesgos potenciales de suplantación, fraude o manipulación de resultados.

En este escenario, surge una pregunta fundamental: ¿cómo pueden las instituciones de educación superior mejorar la seguridad en los exámenes de nuevo ingreso mediante el uso de herramientas tecnológicas que combinen la neurociencia y la validación de identidad en línea? Para

esto, es crucial tener en cuenta que la neurociencia se ocupa del estudio del funcionamiento del cerebro y su influencia en la cognición y el comportamiento, mientras que la validación de identidad en línea es un proceso que verifica la identificación digital de una persona en la red.

Algunas de las herramientas que pueden ser empleadas incluyen la biometría y el *blockchain*, las cuales permiten identificar y autenticar a las personas mediante características físicas o conductuales únicas, y registrar y verificar las transacciones y operaciones de forma segura y transparente.

Por tal motivo, el objetivo de este trabajo es revisar la literatura sobre la relación existente entre la neurociencia educativa y la validación de identidad en línea para detectar los beneficios y limitaciones que estas herramientas aportan para mejorar la seguridad en los exámenes de nuevo ingreso en una institución de educación superior, así como las implicaciones éticas y legales que esto ocasiona. Se espera que este trabajo contribuya a generar conocimiento y reflexión sobre el tema, y también proponer recomendaciones para las instituciones de educación superior del Tecnológico Nacional de México (TecNM) que implementen estas prácticas en sus procesos de evaluación en la selección de sus nuevos estudiantes.

Actualmente, como estudiante del Doctorado en Tecnología Educativa en la Universidad Davinci, nos representa un gran reto presentar este tipo de propuestas a las instituciones de educación superior del Tecnológico Nacional de México, ya que esto implica utilizar las tecnologías más innovadoras y competitivas del mercado. El propósito es procurar que las instituciones tomen la decisión de implementar estas prácticas para optimizar su proceso educativo en la selección de sus aspirantes de nuevo ingreso.

En concreto, se exploran y analizan las diferentes herramientas, técnicas y tecnologías utilizadas para la seguridad en los exámenes en línea, combinadas con la neurociencia educativa y la validación de identidad. De igual manera, se revisaron estudios e investigaciones previas, artículos científicos, informes técnicos y otras fuentes confiables relevantes para recopilar y analizar la información necesaria.

Revisión de literatura

Sistemas de expertos

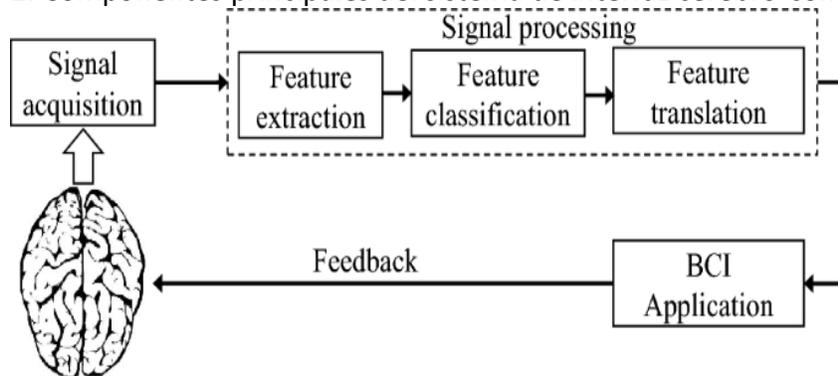
En la investigación documental identificamos información muy interesante sobre este tema. Para comprender mejor la relación entre la neurociencia y la seguridad en línea, es necesario señalar que son dos campos que se relacionan de diversas maneras:

- Primero: La neurociencia nos puede ayudar a entender cómo el cerebro humano procesa y reacciona a la información y a las amenazas que se presentan en el entorno digital, lo que puede servir para diseñar mejores estrategias de prevención y educación sobre los riesgos cibernéticos existentes.
- Segundo: La neurociencia también aprovecha las tecnologías de seguridad en línea, como son la biometría y el *blockchain* para desarrollar interfaces entre el cerebro-computadora

que nos permitan una comunicación más directa y segura entre el cerebro y los dispositivos externos. Esto puede tener aplicaciones en diferentes campos, como la medicina, la educación (que es nuestro caso) y el entretenimiento. Sin embargo, estas tecnologías también plantean desafíos y amenazas, como la privacidad, la seguridad y la ética de los datos cerebrales, de ahí que se requiera una regulación y una concienciación más adecuada antes de aplicarlas.

En la figura 1 podemos observar un esquema muy interesante para conocer los componentes del sistema de interfaz entre el cerebro de una persona y la computadora. La interfaz cerebro-computadora (BCI, por sus siglas en inglés) es una tecnología emergente que facilita la comunicación entre el cerebro y la computadora, de ahí que se hayan generado gran cantidad publicaciones en los últimos años (Maiseli, 2023)

Figura 1. Componentes principales del sistema de interfaz cerebro-computadora (BCI)



Fuente: (Maiseli, 2023)

En relación con nuestro tema, una de las aplicaciones de BCI es la validación de identidad en línea, es decir, el proceso por el cual podemos verificar cuando una persona se identifica o dice ser quien es en el entorno digital.

En conjunto, BCI puede interactuar con la validación en línea y la neurociencia educativa de varias formas. Por ejemplo, puede utilizar la electroencefalografía (EEG) para medir la actividad eléctrica del cerebro y extraer características únicas de cada persona, como las respuestas a estímulos visuales o auditivos, o los patrones de ondas cerebrales. Por lo tanto, estas características se pueden utilizar como biomarcadores para identificar a una persona de forma precisa y robusta, sin necesidad de contraseñas o tarjetas de identificación.

Además, la BCI también puede utilizar técnicas de aprendizaje profundo para analizar los datos de EEG y clasificarlos en diferentes categorías, como intención, emoción o atención. Al mismo tiempo, estas categorías se pueden utilizar para verificar que una persona está realizando una tarea específica, como un examen en línea (que es nuestro objeto de estudio), y detectar posibles fraudes o distracciones durante el proceso (Maiseli, 2023).

Ahora bien, la validación en línea es importante para garantizar la seguridad y la confianza en diversas actividades como el comercio electrónico, la educación a distancia y los exámenes en

línea. La neurociencia aplicada a la educación es un campo muy amplio e interdisciplinario que estudia la forma en cómo el cerebro aprende y enseña, pero también cómo puede contribuir a mejorar el proceso educativo usando evidencias científicas.

La BCI puede aportar beneficios a ambos campos, como la precisión, la comodidad y la innovación, aunque esto también implica desafíos y amenazas, como la privacidad, la seguridad y la ética de los datos cerebrales, que requieren una protección y una regulación adecuadas.

En virtud de lo anterior, se formula la siguiente pregunta: ¿cómo la neurociencia y la validación de identidad en línea pueden contribuir a la seguridad de aplicaciones de exámenes de nuevo ingreso? Esta es una interrogante muy relevante para el mundo digital en internet, ya que la neurociencia y la validación de identidad en línea son dos conceptos que se relacionan entre sí. Ambos, como mencionamos anteriormente, buscan comprender y mejorar la forma en que las personas se pueden representar y autenticar en el uso de sistemas o plataformas por internet a través del procesamiento de información al cual el cerebro de los seres humanos reacciona al entender y procesar la información digital.

Complementando lo anterior y como fundamento lógico de este tema podemos decir que la neurociencia aplicada en educación es un campo científico emergente que se encarga de explorar las interacciones entre los procesos biológicos y la educación donde su objetivo es generar investigación básica y además aplicada de tal manera que nos permite informar y mejorar en la práctica educativa, basándose en las evidencias del funcionamiento cerebral. De igual manera la neurociencia educativa puede aportar beneficios a diversos aspectos de la educación, como es el diseño curricular, las estrategias de enseñanza y aprendizaje, la evaluación y la selección de los estudiantes y precisamente uno de los ámbitos de aplicación de la neurociencia en la educación es la *validación de identidad en línea*, es decir, el proceso de verificar que una persona es identificada (reconocida) en Internet en su entorno digital. Por lo tanto, la validación de identidad en línea es importante para garantizar la seguridad y la confianza en diversas actividades, como en este caso los exámenes en línea.

En esta revisión, también encontramos conceptos de autores que declaran que la neurociencia, sencillamente, es una ciencia que estudia el funcionamiento del cerebro en cuanto a cognición y comportamiento (Ridge, 2023), y por otro lado la validación de identidad en línea un proceso que verifica que una persona sea identificada en la red, lo cual resulta interesante al realizar transacciones y operaciones de forma segura y confiable. No obstante, los conocimientos de la neurociencia pueden ser de gran utilidad para el diseño de estrategias pedagógicas, ya que permiten comprender mejor las necesidades, preferencias y motivaciones de los estudiantes, así como diseñar experiencias de aprendizaje que sean accesibles, eficaces y satisfactorias para ellos.

Para complementar lo anterior, la relación entre la neurociencia y la validación de identidad en línea puede ser entendida desde dos perspectivas: una aplicada y otra teórica. Desde la perspectiva aplicada, se emplean herramientas tecnológicas basadas en el conocimiento del cerebro y sus características (como la biometría y la inteligencia artificial) para identificar y autenticar a las personas en línea (Jiménez, 2020). Estas herramientas pueden ofrecer ventajas como la seguridad, la eficiencia, la personalización y la accesibilidad de los servicios en línea, aunque también pueden

presentar desafíos y limitaciones, como el costo, la privacidad, la ética y la legalidad de su uso (Méndez, 2021).

Por otra parte, y desde la perspectiva teórica, se puede observar cómo el cerebro construye y modula la identidad digital, es decir, la forma en que las personas se representan y se comunican en internet, y cómo esta identidad digital influye en el aprendizaje, la memoria, la emoción y el comportamiento de las personas (Jiménez, 2020). En tal sentido, la identidad digital puede tener efectos positivos, como el desarrollo de habilidades cognitivas, sociales y emocionales, pero también puede tener impactos negativos, como la distorsión, la fragmentación o la pérdida de la identidad (Jiménez, 2020).

Desde la perspectiva a nivel clínico, se puede ayudar a prevenir y tratar los posibles problemas o trastornos que puedan surgir en relación con la identidad digital, como la adicción, la ansiedad, la depresión o la baja autoestima, que pueden afectar la salud mental y el bienestar de las personas (Jiménez, 2020). Esto resulta importante para garantizar la seguridad y la integridad de los exámenes de nuevo ingreso, que son pruebas que ayudan a evaluar el nivel académico y las competencias de los aspirantes al momento de ingresar a un programa educativo en una institución de educación superior.

Por eso, analicemos algunas de las formas en que la neurociencia y la validación de identidad en línea pueden contribuir en la seguridad de las aplicaciones de exámenes de nuevo ingreso.

- Utilizar herramientas de biometría, es decir, tecnologías que permiten identificar y autenticar a las personas mediante características físicas o conductuales únicas, como la huella dactilar, el iris, el reconocimiento de la voz o el patrón de escritura. Estas herramientas pueden ayudar a verificar la identidad de los aspirantes y evitar la suplantación o el fraude (Mitek, 2015).
- Utilizar herramientas de *blockchain*, ya que son aplicaciones o programas que facilitan, el desarrollo, la implementación y el uso de soluciones basadas en blockchain, además de ser una tecnología que permite crear redes descentralizadas, seguras, transparentes y trazables donde se pueden registrar y verificar datos de cualquier tipo, sin necesidad de intermediarios, presentando beneficios como ahorro de costos y tiempo, seguridad y privacidad, transparencia y trazabilidad, e innovación y competitividad. Por lo tanto, estas herramientas pueden ayudar a registrar y validar los resultados de los exámenes, por lo que se puede evitar la alteración o la manipulación de los datos (IBM, s.f.).
- Utilizar herramientas de inteligencia artificial, ya que son algoritmos que pueden aprender y adaptarse a partir de los datos y el comportamiento de los usuarios. Estas herramientas pueden servir para analizar y personalizar el proceso de aprendizaje, detectar las fortalezas y debilidades de cada aspirante y ofrecer retroalimentación y orientación (Ridge, 2023).

Como se puede observar, estas son solo algunas de las posibles aplicaciones de la neurociencia y la validación de identidad en línea que pueden optimizar la seguridad en los exámenes de nuevo ingreso. Por lo tanto, se requiere un análisis más crítico y responsable de sus implicaciones y consecuencias, así como una adecuada regulación y supervisión de su empleo.

Ahora bien, el campo de acción de la presente investigación es el Tecnológico Nacional de México (TecNM), una institución pública de educación superior que ofrece diversos programas académicos de nivel superior, licenciatura y posgrado, en diferentes áreas del conocimiento. Su objetivo es formar profesionales competentes, innovadores y comprometidos con el desarrollo del país. El TecNM cuenta con una amplia cobertura nacional, con más de 250 campus distribuidos en todo el territorio mexicano y una matrícula de casi 600, 000 estudiantes.

Uno de los procesos más importantes y desafiantes que enfrenta el TecNM es la evaluación y selección de aspirantes a ingresar a sus programas educativos. Este proceso se realiza cada año mediante un examen de admisión en línea, que evalúa el nivel académico y las competencias de los candidatos.

Méndez (2021) asegura que este proceso implica riesgos de suplantación, fraude o manipulación de los resultados, los cuales pueden afectar la seguridad, la calidad y la equidad de la educación. Sin embargo, este es un gran reto que se puede superar con el uso adecuado de la tecnología y el estudio del cerebro en los seres humanos a través de la neurociencia educativa.

Para perfeccionar la seguridad en los exámenes de nuevo ingreso, el TecNM puede recurrir a herramientas tecnológicas que combinan la biometría y el *blockchain*. Estas son tecnologías que permiten identificar y autenticar a las personas mediante características físicas o conductuales únicas, así como registrar y verificar las transacciones y operaciones de forma segura y transparente (Cortes,2018; Mitek, 2023).

Estas herramientas pueden ofrecer beneficios como la rapidez, la eficiencia, la transparencia y la trazabilidad de los procesos de evaluación y selección, así como la protección de la privacidad y la integridad de los datos de los aspirantes (Mitek, 2023).

Con la aplicación de estas herramientas, se busca generar conocimiento y recomendaciones que fomenten un acceso inclusivo y equitativo para todos los aspirantes que desean estudiar una carrera profesional en el TecNM, así como garantizar la seguridad y la calidad de la educación para contribuir al desarrollo de nuestro país (Méndez, 2021).

En virtud de lo anterior, y entendiendo la aplicación de la neurociencia en educación, se plantean algunas interrogantes sobre el impacto de las tecnologías digitales en la comunicación y el cerebro humano. Ridge (2023) se pregunta cómo las redes sociales han influido en la transformación de la forma de comunicarnos y compartir información, y cómo las plataformas digitales para identificación y validación de identidad también influyen en nuestro cerebro. Es aquí donde resulta interesante la aplicación de este binomio de estos dos conceptos: neurociencia (educativa) y validación (uso de tecnología).

Al respecto, los estudios revelan descubrimientos emocionantes que nos permiten comprender de una mejor manera cómo las redes sociales afectan nuestra cognición y comportamiento, y cómo buscan comprender y mejorar la forma en que las personas se representan y se autentican en internet. Este fenómeno también se aplica al uso de plataformas de evaluación, como es nuestro caso de estudio.

Entender nuestro cerebro a veces puede resultar complicado, quizá por la forma revolucionaria de transformación tan rápida que se ha tenido con el uso de la tecnología y el impacto que esto puede tener en las instituciones educativas. Ridge (2023) afirma que las redes sociales han transformado la manera de comunicación en internet, ya que en este espacio la mente y la tecnología se entrelazan de manera sorprendente. Algo similar ocurre con la neurociencia educativa y la validación de identidad en línea, pues son dos conceptos que pueden entrelazarse utilizando la tecnología para mejorar la seguridad, la calidad y la eficiencia de los procesos educativos en las instituciones de educación superior.

En este sentido, las instituciones de educación superior tendrán el compromiso de validar a través de la neurociencia la identidad del aspirante mediante un sistema neurodifuso que les permita ingresar a una institución de educación superior con mayor seguridad y conocimiento. Esto implica tener una estimulación cerebral que satisfaga su deseo de ingresar de forma positiva y transparente a una institución educativa.

No obstante, para que la neurociencia educativa y la validación de identidad en línea puedan entrelazarse, será necesario considerar los siguientes aspectos:

- Aplicar los conocimientos sobre el funcionamiento del cerebro y el aprendizaje para diseñar estrategias pedagógicas que se adapten a las características y necesidades de cada estudiante, utilizando herramientas de inteligencia artificial, análisis de datos y personalización. Las estrategias pedagógicas estarán basadas en el funcionamiento del cerebro y el aprendizaje, como el diseño universal para el aprendizaje, la gamificación, el aprendizaje basado en el cerebro y el aprendizaje colaborativo (Solórzano, 2020).
- Estas estrategias pueden ayudar a crear entornos de aprendizaje flexibles, motivadores, personalizados y sociales que se adapten a la diversidad de los estudiantes y que favorezcan su rendimiento y su satisfacción.
- Utilizar sistemas de biometría (como el reconocimiento facial, de voz o de escritura) para verificar la identidad de los estudiantes que realizan exámenes o actividades en línea, de modo que se pueda evitar el fraude o suplantación.
- Emplear sistemas de *blockchain* (como los ya mencionados), que son registros distribuidos y encriptados para almacenar y validar los resultados y las calificaciones de los estudiantes, lo cual permite garantizar la transparencia, la trazabilidad y la confiabilidad de los datos. Algunos ejemplos de estos sistemas son las plataformas de certificación digital, de gestión académica y de intercambio de información.
- Utilizar herramientas de inteligencia artificial, es decir, con algoritmos que pueden aprender y adaptarse a partir de los datos y el comportamiento de los usuarios. Esta es otra forma en la que podemos aplicar la neurociencia educativa en la aplicación de exámenes para aspirantes de nuevo ingreso. Estas herramientas pueden ayudar a analizar y evaluar el proceso de aprendizaje, así como detectar las fortalezas y debilidades de cada estudiante para ofrecer retroalimentación y orientación de tal manera que comprenda más claramente los contenidos del examen. Estas actividades podrán ser previas a la aplicación del examen, de modo que lo adiestre para ese proceso de selección, donde se incluyen asesorías,

sistemas de recomendación, sistemas de análisis de aprendizaje, entre otros (Gago y Elgier, 2018).

- Fomentar el desarrollo de habilidades socioemocionales, como la empatía, la colaboración o la creatividad, elementos esenciales para el éxito académico y profesional mediante el uso de plataformas digitales, redes sociales y entornos virtuales.

Con esto, aseguramos algunas formas para entrelazar la neurociencia educativa y la validación de identidad en línea utilizando la tecnología y el estudio del cerebro. Además, estas herramientas pueden tener un costo bajo o nulo, dependiendo de los recursos disponibles y de las opciones que se elijan para el proceso.

Ahora bien, los siguientes son los beneficios y limitaciones que herramientas como la biometría y el *blockchain* pueden aportar para mejorar la seguridad en los exámenes de nuevo ingreso en una institución de educación superior:

Beneficios

- La rapidez, la eficiencia, la transparencia y la trazabilidad de los procesos de evaluación y selección, lo que reduce los errores, los retrasos y los costos administrativos (Mitek Systems, 2021)
- La seguridad, la confiabilidad y la inmutabilidad de los datos, lo cual evita la suplantación, el fraude, la alteración y la manipulación de la información (Cortes, 2018).
- La accesibilidad, la portabilidad y la interoperabilidad de los datos, lo que facilita el acceso y el intercambio de información entre las diferentes instituciones y plataformas educativas

Limitaciones

- El costo, la complejidad y la compatibilidad de las tecnologías, ya que se requiere de una inversión económica, técnica y humana para su implementación y mantenimiento (Mitek Systems, 2021).
- La accesibilidad, la equidad y la inclusión de los usuarios, pues se debe garantizar que todos los estudiantes tengan las mismas oportunidades y condiciones para acceder y utilizar estas herramientas, sin discriminación ni exclusión de resultados (Méndez, 2021).
- La calidad, la validez y la relevancia de los datos, lo que supone asegurar que los datos sean precisos, actualizados y pertinentes para los fines educativos, y que no se pierdan o se corrompan (Cortes, 2018).

De las implicaciones éticas y legales de estas herramientas se mencionan las siguientes:

- La privacidad, la protección y el consentimiento de los datos, lo que implica respetar el derecho de los usuarios a controlar sus propios datos (a saber, cómo, dónde y por qué se usan) y a dar o retirar su consentimiento para su uso (Mitek Systems, 2021).
- La ética, la responsabilidad y la transparencia de los actores, lo que exige actuar con honestidad, integridad y profesionalidad para asumir las consecuencias de sus acciones y decisiones, y reducir cuentas de sus actividades y resultados (Méndez, 2021).
- La regulación, la supervisión y la sanción de las normas, lo que implica establecer y cumplir un marco legal y normativo que regule el uso de estas herramientas, que supervise su funcionamiento y que sancione las posibles infracciones o abusos (Cortes, 2018).

Materiales y métodos

En el contexto digital de la actualidad, las instituciones de educación superior se enfrentan al gran desafío de garantizar la integridad en los exámenes en línea y la validación efectiva de la identidad de los estudiantes. Como ya hemos mencionado, este artículo explora la relación entre la neurociencia y las prácticas de validación de identidad en línea, para lo cual se analiza la literatura existente para identificar beneficios y limitaciones que puedan contribuir a fortalecer la seguridad en estos procesos.

En este sentido, la metodología utilizada para este trabajo se fundamentó en una exhaustiva revisión de literatura científica y académica relacionada con la neurociencia educativa, la validación de identidad en línea y la seguridad en los exámenes de aspirantes de nuevo ingreso. Se realizaron búsquedas en artículos científicos, informes técnicos y trabajos de investigadores reconocidos en el campo y tema de investigación.

Los materiales utilizados en esta investigación consistieron en una computadora con acceso a internet, revistas y artículos digitales. Se revisaron más de cuarenta y se seleccionaron dieciocho encontrados en la literatura científica, relacionados con la neurociencia educativa y la validación de identidad.

En concreto, la metodología empleada para este trabajo de investigación se basó en lo siguiente:

- El objetivo de este trabajo fue explorar y analizar las diferentes herramientas, técnicas y tecnologías utilizadas para la seguridad en los exámenes en línea combinado con la neurociencia educativa y la validación de identidad en línea, y generar conocimiento y recomendaciones que fomenten un acceso inclusivo y equitativo para todos los aspirantes que desean estudiar una carrera profesional en una institución de educación superior.
- El tipo de investigación fue una revisión de literatura, que consistió en buscar, seleccionar, evaluar y sintetizar la información existente sobre el tema, de forma sistemática y crítica, con el fin de identificar las principales tendencias y controversias en la seguridad requerida de los exámenes en línea.
- Se definieron criterios de inclusión y exclusión para seleccionar los estudios que cumplieran con los requisitos de calidad, relevancia y actualidad. En tal sentido, los artículos debían cumplir con lo siguiente:
 - Estar publicados en revistas científicas indexadas.
 - Estar escritos en español o inglés.
 - Estar publicados entre 2015 y 2023.
 - Abordar el tema de la seguridad en los exámenes en línea combinado con la neurociencia educativa y la validación de identidad.

Por otra parte, se excluyó el siguiente tipo de trabajos:

- No fueran accesibles en texto completo.
- No tuvieran un diseño metodológico adecuado.

- No tuvieran una relación directa con el tema de la revisión.
- Tuvieran un bajo nivel de citación o impacto.

Para este trabajo, se utilizó el método cualitativo debido a que la investigación se concentra en la recopilación, el análisis y la síntesis de información proveniente de fuentes secundarias, como artículos científicos, libros, informes técnicos y demás documentos académicos relevantes. El objetivo fue obtener una visión más completa y profunda al integrar diferentes tipos de datos relacionados con el tema, las tendencias y las prácticas recomendadas. Además, se incluyeron herramientas de búsqueda bibliográfica, análisis de contenidos, síntesis y redacción, lo que contribuyó a comprender y analizar la información cualitativa proveniente de las fuentes consultadas.

Resultados

En la exploración de la relación entre la neurociencia y la validación de identidad en línea en el contexto específico del Tecnológico Nacional de México (TecNM), los resultados obtenidos de la revisión de la literatura ofrecen valiosas perspectivas sobre cómo las instituciones de educación superior pueden mejorar la seguridad en la aplicación en línea de los exámenes de nuevo ingreso.

En este documento, se han explorado y analizado las diferentes herramientas, técnicas y tecnologías empleadas para la seguridad en los exámenes en línea combinado con la neurociencia educativa y la validación de identidad. En tal sentido, hemos encontrado que existen diversas opciones para mejorar la seguridad y la confianza en los procesos de evaluación y selección de los aspirantes a ingresar a una institución educativa, tales como la biometría y el *blockchain*, tecnologías que permiten identificar y autenticar al individuo conectado en línea, lo cual ya hemos explicado en este documento.

Para el Tecnológico Nacional de México, este proceso representa un avance muy significativo en la selección de los nuevos estudiantes. Para eso, será necesario implementar algunas acciones, como establecer alianzas estratégicas con empresas o instituciones especializadas en el desarrollo e implementación de herramientas tecnológicas de validación de identidad y autenticación biométrica que cuenten con experiencia y reconocimiento en el mercado nacional e internacional.

Estas tecnologías pueden ofrecer beneficios como la rapidez, la eficiencia, la transparencia y la trazabilidad de los procesos de evaluación y selección, así como la protección de la privacidad y la integridad de los datos de los aspirantes. Sin embargo, también se ha reconocido que presentan desafíos y limitaciones, como el costo, la accesibilidad, la compatibilidad, la ética y la legalidad de su uso. Por lo tanto, se recomienda realizar un análisis crítico y responsable de sus implicaciones y consecuencias, así como establecer una adecuada regulación y supervisión de su aplicación.

Finalmente, la neurociencia en educación definitivamente puede aportar conocimientos y herramientas que sirven para mejorar la validación de identidad en línea, utilizando las tecnologías biométricas y blockchain, lo que puede tener implicaciones positivas para la seguridad y la confianza en los exámenes de nuevo ingreso en las instituciones de educación superior del TecNM.

Discusión

En este apartado, presentamos la discusión de los resultados obtenidos de la revisión literaria, es decir, 12 documentos que respaldan el objetivo de este trabajo. En esta parte del trabajo, evaluamos e interpretamos las implicaciones de los hallazgos obtenidos a partir de la revisión de literatura, especialmente con respecto a las preguntas planteadas. Por tal razón, ponemos de manifiesto el significado teórico, práctico o clínico de los resultados, así como su relación con el conocimiento existente y las posibles aplicaciones o recomendaciones que se derivan de ellos.

En virtud de lo anterior, la discusión gira en torno a la siguiente pregunta: ¿cómo las instituciones de educación superior pueden mejorar la seguridad en los exámenes de nuevo ingreso? La educación superior se ha visto afectada por la pandemia de covid-19, que ha obligado a las instituciones a adoptar modalidades de enseñanza y evaluación en línea. Sin embargo, este cambio también implica nuevos desafíos y riesgos, especialmente en lo que respecta a la validación de la identidad de los estudiantes y la prevención del fraude académico. Por tanto, ¿cómo pueden las instituciones de educación superior del TecNM mejorar la seguridad en los exámenes de nuevo ingreso utilizando los avances de la neurociencia y la tecnología?

Como hemos comentado, la neurociencia es la ciencia que estudia el funcionamiento del cerebro y su relación con el comportamiento, el aprendizaje y la cognición. Entre sus aportes se encuentra el desarrollo de técnicas de neuroimagen que permiten observar la actividad cerebral de las personas en diferentes situaciones y tareas. Estas técnicas pueden ser utilizadas para validar la identidad de los estudiantes mediante el análisis de sus patrones de activación cerebral, que son únicos e intransferibles (Ridge, 2023). Así, se podría verificar que la persona que realiza el examen es la misma que se registró previamente, y que no hay suplantación o colaboración indebida.

En tal sentido, y como hemos visto en este trabajo, la tecnología también ofrece soluciones innovadoras para la validación de identidad en línea, basadas en la biometría, que mide características físicas o conductuales de las personas. Entre estas soluciones se encuentran el reconocimiento facial, el reconocimiento de voz, el reconocimiento de huellas dactilares, el reconocimiento de iris, el reconocimiento de firma, el reconocimiento de teclado, entre otras. Estas estrategias permiten autenticar y verificar la identidad de los estudiantes mediante el uso de cámaras, micrófonos, sensores o dispositivos móviles, que capturan y comparan los rasgos biométricos con una base de datos previamente establecida (Piñeros, s.f.).

En otras palabras, la combinación de la neurociencia y la tecnología pueden ofrecer un nivel óptimo de seguridad para los exámenes de nuevo ingreso en línea, debido a que garantiza que la persona que realiza el examen sea la misma que se inscribió en la institución, y que no hay intentos de fraude o algún engaño. Sin embargo, esta combinación también implica algunos retos y limitaciones, como el costo, la disponibilidad, la accesibilidad, la privacidad, la ética y la legalidad de estas soluciones. Por esta razón, es necesario que las instituciones de educación superior del TecNM evalúen cuidadosamente las ventajas y desventajas de cada opción, y que establezcan protocolos y normas claras para su implementación y uso.

Otro tema de discusión interesante son los principales hallazgos de la revisión de literatura realizada sobre el tema de la neurociencia y la validación de identidad en línea, que presentamos a continuación:

- Según lo estudiado, la neurociencia es una ciencia que analiza el funcionamiento del cerebro en cuanto a nuestra cognición y comportamiento (Ridge, 2023). Por otro lado, la validación de identidad en línea es un proceso que verifica la autenticidad de una persona en la red con el fin de realizar transacciones y operaciones de manera segura y confiable (Méndez, 2021).
- Como mencionamos, existen diversas herramientas tecnológicas basadas en el conocimiento del cerebro para identificar y autenticar a las personas en línea, como la biometría, el *neurofeedback* (que ayuda a las personas a aprender a autorregular su función cerebral) y la inteligencia artificial (Méndez, 2021).
- El cerebro juega un papel fundamental en la construcción y modulación de la identidad digital, es decir, cómo las personas se representan y comunican en internet, y cómo esta identidad influye en aspectos como el aprendizaje, la memoria, la emoción y el comportamiento (Ridge, 2023).
- El significado y la relevancia de estos hallazgos se reflejan en su contribución para mejorar los procesos de evaluación y selección de aspirantes, lo cual abarca niveles teóricos, prácticos y clínicos, como se ha estudiado en este documento.

La relación de estos hallazgos con el conocimiento existente y las posibles aplicaciones o recomendaciones que se derivan de ellos son las siguientes:

- Estos hallazgos se relacionan con el conocimiento existente sobre el tema de la neurociencia y la validación de identidad en línea, lo que confirma, contrasta o complementa las evidencias y los argumentos de otras fuentes, como los artículos citados de (Cortés, 2018; Mitek Systems 2021), que abordan los beneficios y los desafíos de las tecnologías de biometría y *blockchain* para la protección de los datos.
- Estos hallazgos se pueden aplicar o recomendar para mejorar la seguridad en los exámenes de nuevo ingreso en el TecNM, mediante la implementación de herramientas de biometría y *blockchain*, que permitan verificar la identidad y validar los resultados de los aspirantes para evitar la suplantación, el fraude, la alteración y la manipulación de la información. Asimismo, se recomienda capacitar al personal docente y a los estudiantes sobre el funcionamiento del cerebro y la identidad digital para que puedan diseñar y utilizar estrategias pedagógicas que se adapten a las características y necesidades de cada estudiante, y que fomenten el desarrollo de habilidades cognitivas, sociales y emocionales. Las limitaciones y las áreas de mejora o de investigación son las siguientes:
- En la revisión de literatura nos dimos cuenta de que existen escasos estudios específicos sobre el tema, aunque se lograron obtener los resultados esperados para este trabajo. Aun así, queda como un área de oportunidad para el desarrollo más profundo en la experimentación de este campo.
- Una de las áreas de mejora o de investigación futura que se derivan de los hallazgos es que se puede realizar un estudio de campo, que consista en aplicar un examen de admisión en línea con herramientas de biometría y *blockchain* a una muestra de aspirantes al TecNM, y medir y comparar los resultados con los de un grupo de control que realice el mismo examen

sin estas herramientas. Así, se podrá evaluar la efectividad y la eficiencia de estas tecnologías para mejorar la seguridad en los exámenes de nuevo ingreso, y analizar las percepciones, opiniones y experiencias de los aspirantes sobre el proceso.

Conclusiones

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo explorar cómo las instituciones de educación superior del TecNM pueden mejorar la seguridad en los exámenes de nuevo ingreso utilizando los avances de la neurociencia y la tecnología para validar la identidad de los aspirantes en línea. Para ello, se realizó una revisión bibliográfica de fuentes confiables y actualizadas que abordaron los conceptos, las técnicas y las soluciones relacionadas con la neurociencia, la biometría, el *blockchain*, la neuroimagen y la validación de identidad en línea. Asimismo, se analizaron los beneficios, los retos y las limitaciones de estas soluciones, así como las implicaciones éticas, legales y sociales que esto ocasiona.

Los resultados obtenidos permitieron concluir que la combinación de la neurociencia y la tecnología puede ofrecer un nivel de seguridad óptimo para los exámenes de nuevo ingreso en línea, pues garantizan que la persona que realiza el examen sea la misma que se inscribió, lo cual reduce los intentos de fraude o engaño. Sin embargo, esta combinación también implica algunos desafíos y restricciones, como el costo, la disponibilidad, la accesibilidad, la privacidad, la ética y la legalidad de estas soluciones.

Por este motivo, se puede indicar que la implementación de estrategias basadas en la neurociencia para mejorar la seguridad en los exámenes de nuevo ingreso en línea en el TecNM requiere un enfoque más integral. En otras palabras, la combinación de biometría cognitiva, adaptación tecnológica continua, consideración de la diversidad cognitiva, énfasis en la ética y la privacidad, y la integración de la retroalimentación cognitiva puede sentar las bases para un proceso de validación más robusto y centrado en el aprendizaje.

En virtud de lo anterior, como primera conclusión se puede señalar que las instituciones de educación superior del TecNM deben evaluar cuidadosamente las ventajas y desventajas de cada opción, así como establecer protocolos y normas claras para su implementación y uso. De esta manera, se podrá aprovechar el potencial de la neurociencia y la tecnología para mejorar la seguridad en los exámenes de nuevo ingreso sin comprometer la calidad, la equidad y la transparencia del proceso de admisión.

Una segunda conclusión es que el TecNM podría explorar la implementación de la biometría cognitiva en colaboración con expertos en neurociencia, adaptando la tecnología a las necesidades específicas de sus exámenes de nuevo ingreso en línea.

Una tercera conclusión es que al dar difusión a este trabajo con su publicación puede proporcionar a las instituciones de educación superior del TecNM una visión más actualizada y fundamentada de la neurociencia educativa y la validación de identidad en línea, así como de las tecnologías biométricas y blockchain que pueden mejorar la seguridad y la confianza en los exámenes de nuevo ingreso. De igual manera, ayudará a las instituciones a tomar sus propias

decisiones para implementar estas herramientas en sus procesos de evaluación y selección, de forma efectiva y responsable, considerando los beneficios las limitaciones y las implicaciones éticas y legales que esto conlleva, de forma que las instituciones pueden innovar y optimizar sus sistemas educativos, adaptándose a las demandas y necesidades del mundo digital, y ofreciendo una educación de calidad y equidad a sus estudiantes.

Por lo tanto, la aplicación de la neurociencia en la validación de identidad en línea ofrece oportunidades significativas para mejorar la seguridad en los exámenes de nuevo ingreso en el TecNM. Sin embargo, es esencial abordar las limitaciones identificadas para garantizar la eficacia y equidad del proceso. De igual forma, se sugiere la realización de pruebas piloto en colaboración con expertos en neurociencia y tecnología de la información para evaluar la viabilidad y eficacia de las estrategias propuestas. Además, se recomienda la implementación de medidas de seguridad adicionales, como el cifrado de extremo a extremo y la monitorización proactiva durante la realización de los exámenes en línea.

Futuras líneas de investigación y desarrollo

Entre los aspectos que podrían ser objeto de investigación y desarrollo en el futuro se encuentran los siguientes:

- La evaluación de la efectividad y eficiencia de soluciones de neurociencia y tecnología para la validación de identidad en línea, para lo cual se pueden comparar sus resultados con los métodos tradicionales y analizar su impacto en el rendimiento académico y la satisfacción de los estudiantes y docentes.
- La exploración de nuevas técnicas y herramientas de neurociencia y tecnología que puedan ofrecer mayor precisión, rapidez y seguridad en la validación de identidad en línea, así como mayor accesibilidad y usabilidad para los usuarios.
- La identificación de los factores que influyen en la aceptación y el uso de las soluciones de neurociencia y tecnología para la validación de identidad en línea, tanto por parte de los estudiantes como de los docentes, considerando sus actitudes, percepciones, motivaciones, expectativas y resistencias al cambio.
- La elaboración de estrategias y recomendaciones para la implementación y el uso de las soluciones de neurociencia y tecnología para la validación de identidad en línea, teniendo en cuenta las características y necesidades de cada institución, carrera, asignatura y grupo de estudiantes, así como los aspectos éticos, legales y sociales que involucran estas soluciones.

Finalmente, como sugerencia, consideramos que estas son solo algunas de las posibles líneas de investigación y desarrollo que se podrían abordar en el futuro con el fin de profundizar y ampliar el conocimiento sobre la neurociencia y la validación de identidad en línea, y su aplicación en el contexto de la educación superior del TecNM. Se espera, por tanto, que este trabajo de investigación sirva como punto de partida y estímulo para futuros estudios y proyectos que contribuyan a mejorar la seguridad en los exámenes de nuevo ingreso, y optimizar el proceso de admisión y la calidad educativa en las instituciones del TecNM.

Bibliografía

- Cortés, J. (22 de enero de 2018). Blockchain y biometría: los retos de la verificación digital. *El País*. https://elpais.com/retina/2018/01/19/tendencias/1516380537_742221.html
- IBM. (s.f.). Beneficios de blockchain: <https://www.ibm.com/es-es/topics/benefits-of-blockchain>
- Gago, L. y Elgier, A. (2017). Trazando puentes entre las neurociencias y la educación. Aportes, límites y caminos futuros en el campo educativo. *Psicogente*, 21(40), 476-494. <https://www.redalyc.org/journal/4975/497557156012/html/>
- Maiseli, B. A. (4 de agosto de 2023). Interfaz cerebro-computadora: tendencia, desafíos y amenazas: <https://braininformatics.springeropen.com/articles/10.1186/s40708-023-00199-3>
- García, M. F. (20 de abril de 2020). Relación entre neurociencia y procesos de enseñanza - aprendizaje : https://dehesa.unex.es/bitstream/10662/12761/1/0214-9877_2020_1_2_381.pdf
- Méndez, G. (2021). De las neurociencias a la educación. ¿Construir puentes o reducir brechas? *Educere*, 25(80), 279-284: <https://www.redalyc.org/jatsRepo/356/35666280025/35666280025.pdf>
- Mitek (18 de septiembre de 2015). *¿Qué es la identidad digital y cómo nos afecta?* <https://www.miteksystems.com/es/blog/que-es-identidad-digital-como-afecta>
- Mitek Systems (31 de marzo de 2021). *Ventajas y desventajas de la biometría digital*. <https://www.miteksystems.com/es/blog/ventajas-y-desventajas-de-la-biometria-digital>.
- Navarrete, E. A. (Febrero de 2020). Aportes de la neurociencia en la educación . *Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo*: <https://www.eumed.net/rev/atlante/2020/02/aportes-neurociencia-educacion.html>.
- Navarrete, D. y Villamil, E. (2020). Los aportes de la neurociencia en la educación. *Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo*. <https://www.eumed.net/rev/atlante/2020/02/aportes-neurociencia-educacion.html>
- Piñeros, M. (s. f.). Validación de identidad: el reto de no perder buenos clientes. *Portafolio*. <https://www.portafolio.co/opinion/otros-columnistas-1/validacion-de-identidad-el-reto-de-no-perder-buenos-clientes-527153>
- Ridge, B. V. (14 de octubre de 2023). El impacto de las redes sociales en la neurociencia: un análisis detallado. *Medium Multimedia*. https://www.mediummultimedia.com/social-media/como-afectan-las-redes-sociales-al-cerebro/#google_vignette

Iniciativas gubernamentales para I4.0 y su evolución de MDG a SDG

Government initiatives for I4.0 and their evolution from MDGs to SDGs

Javier Antonio Lom Hernández

Tecnológico Nacional de México/ IT de Cd. Juárez

Javier.lh01@itcj.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0003-2167-5050>

Adán Valles Chávez

Tecnológico Nacional de México/ IT de Cd. Juárez

avalles@itcj.edu.mx

<https://orcid.org/0000-0002-6559-0123>

Eduardo Poblano

Tecnológico Nacional de México/ IT de Cd. Juárez

sadministrativa@cdjuarez.tecnm.mx

<https://orcid.org/0000-0003-3482-7252>

Resumen

Gobiernos alrededor del mundo toman acciones para implementar tan pronto como sea posible iniciativas avanzadas relacionadas a I4.0, las cuales comenzaron en paralelo al desarrollo del término y conceptos, y su objetivo es tomar ventaja de las tecnologías emergentes y catapultar a sus países hacia la revolución de la industrialización digital. Este artículo, por tanto, muestra algunas de las propuestas iniciales y los cambios que han tenido, al emerger conceptos como *economía circular* y *sustentabilidad*, así como los cambios propuestos después de la introducción de las 17 metas de desarrollo sustentable de las Naciones Unidas.

Palabras clave: Metas de desarrollo sustentable, Industria 4.0, Metas de desarrollo del milenio.

Abstract

Governments worldwide are taking action to implement as soon as possible advance-manufacturing initiatives related to I4.0. These initiatives started parallel to the development of the term and concepts and its aim is to take advantage of emerging technologies and propel their countries to the digital industrialization revolution. This article shows some of the initial proposals and changes that have come as new concepts like circular economy and sustainability emerge, as well as the changes proposed after the adoption of the United Nation's 17 Sustainable Development Goals.

Keywords: Sustainable development goals, Industry 4.0, Millennium development goals

Introducción

La necesidad de encontrar sostenibilidad para el futuro cercano ha llevado a varios países a implementar iniciativas gubernamentales que proporcionen la estructura necesaria para actividades que mejorarán la productividad, el crecimiento y la estabilidad. Según Springer y Schnelzer (2019), los investigadores han trazado mapas de los caminos que diferentes países han tomado para el desarrollo de la manufactura avanzada y la industria 4.0, principalmente representados por las secciones del hemisferio norte y sur. Por tanto, en este artículo, nos enfocaremos en establecer las iniciativas actuales en los países latinoamericanos para intentar entender cuáles iniciativas se están desplegando actualmente, las estadísticas que podrían indicar un factor de riesgo o éxito para dichas iniciativas, así como su relación con las metas de desarrollo sustentable de las Naciones Unidas (sucesoras de las metas de desarrollo del milenio).

Antecedentes

El 18 de septiembre del año 2000, las Naciones Unidas emitieron la Declaración del Milenio, en la cual se enumeran 8 objetivos destinados a desarrollarse durante el periodo 2000-2015. Siguiendo estos principios, diversos países adoptaron estas metas y crearon sus propias iniciativas, algunas de las cuales se centraron en el desarrollo de la manufactura avanzada para lograr alcanzar dichos objetivos. Sin embargo, el éxito de estas metas ha sido limitado y desigual entre los diversos países (Fehling *et al.*, 2013) debido a diversas razones vinculadas con recursos, compromisos y enfoque, así como un posible problema en el planteamiento inicial de los compromisos. Por lo tanto, al cumplirse el periodo previsto en 2015, se replanteó la estrategia en la reunión de las Naciones Unidas en septiembre de 2015, de ahí que las metas del milenio se transformaran en 17 metas de desarrollo sustentable, como parte de la agenda 2030. La tabla 1 presenta el listado con las metas del año 2000 y 2015.

Tabla 1. Evolución de los objetivos del milenio (MG) a Objetivos de desarrollo sustentable (SDG)

Objetivos del milenio (2008)	Objetivos de desarrollo sustentable (2015)
Valores y principios (MG 1)	
Paz, seguridad y desarme (MG 2)	Paz, justicia e instituciones fuertes (SDG 16)
Desarrollo y erradicación de la pobreza (MG 3)	No pobreza (SDG 1)
	Trabajo decente y crecimiento económico (SDG 8)
	Industria, innovación e infraestructura (SDG 9)
Protección del ambiente común (MG 4)	Agua limpia y sanitización (SDG 6)
	Energía limpia y accesible (SDG 7)
	Ciudades y comunidades sustentables (SDG 11)
	Producción y consumo responsable (SDG 12)
	Acción climática (SDG 13)
	Vida bajo el agua (SDG 14)
	Vida en la tierra (SDG 15)
	No hambre (SDG 2)

Derechos humanos, democracia y buena política (MG 5)	Buena salud y bienestar (SDG 3)
	Educación de calidad (SDG 4)
Protección del vulnerable (MG 6)	Igualdad de género (SDG 5)
	Reducción de desigualdades (SDG 10)
Atender las necesidades especiales de África (MG 7)	
Fortalecer las Naciones Unidas (MG 8)	Alianzas para los objetivos (SDG 17)

Fuente: Elaboración propia

Para dar seguimiento al progreso de estas metas, las Naciones Unidas formaron un consejo de 15 expertos para que cada 4 años entregara un informe sobre el avance de la agenda 2030. En su primer informe de seguimiento (Independent Group of Scientists appointed by the Secretary-General [GSDR], 2019), se analizó el progreso de la implementación de los objetivos mediante el monitoreo de 232 indicadores con el objetivo de entender si se estaban alcanzando las 169 metas establecidas. El informe destaca las transformaciones necesarias para avanzar y hace un llamado a la acción.

En el segundo informe (GSDR, 2023) se evaluó el avance a medio camino de la agenda 2030, y se aborda la infraestructura necesaria para avanzar, los catalizadores para el logro de las metas, las transformaciones en la ciencia y a través de la ciencia, y se reitera el llamado a la acción.

Ahora bien, con la implementación de la industria 4.0 en todos los ámbitos se contempla el crecimiento económico en todas las dimensiones y el desarrollo social, educativo y económico. En los componentes de la industria 4.0, los principios de diseño establecen la infraestructura sobre la cual se desarrollarán las diferentes tecnologías disruptivas o la aplicación de las competencias personales y empresariales. La interconexión y la transferencia de información son los principales desafíos al plantear el desarrollo industrial (Hermann *et al.*, 2016).

Al abordar las 17 metas de desarrollo sustentable, las Naciones Unidas establecieron 5 categorías generales (tabla 2), las cuales requieren el uso de las tecnologías de la industria 4.0 para lograr la sustentabilidad y el avance continuo (Habib y Chimsom, 2019).

Tabla 2. Categorías de la Naciones Unidas de las metas de desarrollo sustentable y aplicaciones I4.0

Metas desarrollo sustentable (Categorías)	Ejemplos de aplicación de I4.0
Gente	Granjas industriales, sistemas de salud inteligentes, Integración de tecnologías
Planeta	Tecnologías verdes, limpias e inteligentes
Prosperidad	Ciudades y comunidades inteligentes
Paz	Herramientas educativas, de lista negra, legales y ciberseguridad
Relaciones	Estándares y arquitectura para desarrollo de I4.0

Fuente: Elaboración propia

A nivel mundial, diversas iniciativas gubernamentales fueron desarrolladas (Koh, 8 de junio de 2021), las cuales sirvieron para identificar necesidades de cambio en políticas, planteamiento de incentivos, fuentes de inversión y modificaciones en planes educativos, entre otras necesidades. En tal sentido, países como China, Estados Unidos, Japón y México han presentado iniciativas basadas en estrategias con enfoques específicos por región.

En el caso de la iniciativa Made in China 2025, esta tiene como base el sentimiento nacionalista y busca posicionar a China como líder en manufactura avanzada para el año 2045, mientras que la estrategia de Estados Unidos cuenta con el respaldo máximo del Gobierno e instituciones de investigación y desarrollo. Por su parte, Japón presenta la iniciativa llamada Sociedad 5.0, que se fundamenta en los efectos de la tecnología digital en la sociedad. Este enfoque y el impacto de las tecnologías disruptivas llevan a la formulación de políticas que abordan los problemas sociales actuales analizando las dimensiones sociales de las nuevas tecnologías (Morrar *et al.*, 2017).

Por otra parte, México fue uno de los primeros países latinoamericanos en desarrollar estrategias a nivel nacional para el desarrollo sustentable mediante la implementación de I4.0 (Guajardo *et al.*, 2016). Estas estrategias abarcan diversos sectores, revisan las debilidades y plantean el camino de implementación de I4.0. En este contexto, las asociaciones civiles denominadas *clústeres* (Álvarez y Negrete, 2019) son vitales para el desarrollo industrial en México, por lo que el respaldo a los 10 clústeres actuales en el país (Chihuahua, Guanajuato, Puebla, Jalisco, Tlaxcala, Nuevo León, Guanajuato, Estado de México, Querétaro y San Luis Potosí) es parte de los indicadores propuestos para el seguimiento del desarrollo industrial. Así, conceptos clave como *sustentabilidad* y *economía circular* deben integrarse en la estructura de dichos planes a nivel nacional, y se deben comprender las diferencias y similitudes señaladas en (Geissdoerfer, 2017) para utilizar sus objetivos, intereses y beneficiarios en el desarrollo industrial. Los tres pilares de sustentabilidad (ambiental, social y económica) y su relación con la industria 4.0 se han establecido en varias investigaciones del estado del arte, de ahí que se deban considerar como clave en el desarrollo industrial (Piccarozzi *et al.*, 2022).

Materiales y métodos

En primer lugar, se emplearon los informes de seguimiento generados por las Naciones Unidas cada cuatro años, donde se monitorean los avances en la implementación de las metas de desarrollo sustentable. Luego, una vez identificadas las metas de enfoque de este artículo, se revisaron las iniciativas gubernamentales más amplias para comprender cómo se relacionan los objetivos del milenio con las metas de desarrollo sustentable y las diversas iniciativas, con énfasis en el caso de México.

Para medir el progreso de las iniciativas, se puede dar seguimiento a indicadores, que pueden variar según el organismo involucrado. Un ejemplo son los propuestos por el Foro Mundial Económico (Americas Sustainable Development Foundation [ASDF], 2020), los cuales toman dos direcciones (tabla 3), analizando la capacidad de cambio de cada país y evaluando la transformación tecnológica de cada uno.

Tabla 3. Indicadores para monitorear el progreso de las metas de desarrollo sustentable

Capacidad de cambio de las estructuras productivas	Transformación tecnológica de cada país
Capacidad de cambio de cada país	Capacidad de innovación de las empresas
Complejidad económica	Estado de desarrollo de los clústeres
Peso de la manufactura en el producto interno bruto	Gasto en proyectos de investigación y desarrollo
	Porcentaje de acceso a internet
	Impacto de las TIC en productos y servicios
	Patentes existentes
	Artículos científicos y técnicos publicados
	Empresas apostando por la innovación disruptiva
	Índice global de innovación
	Calidad de capital humano capital
	% de personas capacitadas en el tema I4.0
	% de mujeres graduadas en ciencia e ingeniería
	Disponibilidad de científicos e ingenieros en el país
	Calidad de las universidades
	Calidad de gobernanza del país
	Eficiencia y eficacia regulatoria
	Visión futura de la administración
	Percepción del grado de seguridad jurídica

Fuente: Elaboración propia

Las Naciones Unidas, a su vez, proponen 232 indicadores para monitorear a nivel país, clasificados en tres categorías según la calidad de la información, de los cuales los de la categoría I son lo suficientemente completos para trabajar a escala global (Kraak *et al.*, 2018). La tabla 4 muestra algunos de los resultados presentados en los informes al término de la iniciativa de objetivos del milenio, así como las dos revisiones de las metas de desarrollo sustentable.

Tabla 4. Resultados de seguimiento a las metas de desarrollo de las Naciones Unidas

Final de metas de milenio (2015)	Primer reporte de seguimiento de metas de desarrollo sustentable (2019)	Segundo reporte de seguimiento de metas de desarrollo sustentable (2023)
Hambre todavía presente principalmente en África	Mas del 50 % de los objetivos se encuentran en tendencia negativa o mayor al 10 % de distancia de la meta.	Efecto negativo por covid-19

Meta de mortalidad infantil no alcanzada	La mortalidad infantil o neonatal se encuentra en menos de 5 % de la meta.	Efecto negativo por conflictos bélicos alrededor del mundo
Mortalidad neonatal alarmantemente alta	Educación primaria se encuentra cubierta dentro del 5 % de la meta	Efecto negativo de la migración mundial
Pobreza extrema en el Sur de Asia		Efecto negativo por cambio climático
		Retroceso en 9 de los indicadores
		Avance en 3 de los indicadores
		Ningún cambio en 24 de los indicadores

Fuente: Elaboración propia

La iniciativa mexicana del año 2015 (llamada *Crafting the Future*) estableció la estrategia formal inicial del país para definir la visión y el camino de aplicación de la manufactura avanzada, bajo el liderazgo del ministro de economía durante el sexenio del presidente Enrique Peña Nieto.

En el siguiente sexenio, se desplegó un conjunto de nuevas metas que, en conjunto, conformaron una nueva política industrial bajo un nuevo ministro de economía. Esta nueva política tiene como uno de sus puntos principales el desarrollo del capital humano y la tecnificación en general (Metalmecánica, 18 de octubre de 2019), lo que culminó en el trabajo llamado “Rumbo a una política industrial” (Clouthier, 2022), donde la política nacional contempla la innovación tecnológica, la formación del capital humano, la promoción de mipymes y la sustentabilidad. La tabla 5 muestra las tres iniciativas y algunos de sus objetivos.

Tabla 5. Iniciativas del Gobierno de México para la política industrial usando I4.0

Crafting the future (2016)	Nueva política industrial (2019)	Rumbo a una política industrial (2022)
Estrategias alrededor del mundo	Promover mayor competencia	Políticas industriales de otros países
Tendencias de la I4.0	Aprovechar apertura comercial	Innovación digital y tendencias tecnológicas-científicas
Características del sector de manufactura en México	Mejora regulatoria en los tres niveles de gobierno	Formación de capital humano para las nuevas tendencias
México en el camino a la I4.0 (proyectos e iniciativas de gobierno)	Generar entornos de negocio	Promoción de contenido regional y encadenamiento para mipymes
Estrategia de I4.0 (análisis de amenazas)	Alentar el crecimiento de las pymes	Industrias sostenibles y sustentables
	Fomentar la digitalización	Sectores estratégicos

	Modernizar la normalización e impulsar la infraestructura de la calidad	Habilitadores
	Propiciar la economía de salud para aumentar la productividad	Estrategia de regionalización
	Aumentar el financiamiento de la banca de desarrollo a proyectos industriales	
	Incentivar los proyectos en las zonas más rezagadas del país	

Fuente: Elaboración propia

Resultados

La revisión de la literatura sobre las metas de desarrollo sustentable nos ha proporcionado una visión global de los esfuerzos realizados para mejorar las economías de los países que se han centrado en el desarrollo de la manufactura avanzada. Se confirma, con ello, que los enfoques pueden variar, ya sea basándose en infraestructura económica, institucional, social, ambiental, entre otros, siempre y cuando se tome acción en caso de que no se alcance el progreso planeado.

Conclusiones

En México, se dio inicio de manera formal y fundamentada científicamente con la iniciativa *Crafting the Future* en 2015, bajo la dirección del entonces ministro de Economía, Ildefonso Guajardo Villarreal (2012-2018), durante el sexenio de Enrique Peña Nieto. Posteriormente, la responsabilidad fue transferida a Graciela Márquez Colín (2018-2020), quien anunció en octubre de 2019 una nueva política industrial, presentada en Querétaro durante la primera junta de negocios para la integración de cadenas productivas. Luego, en 2021, Tatiana Clouthier asumió el cargo de ministra de Economía por un periodo de un año y fue sucedida por Raquel Buenrostro Sánchez.

Sin embargo, esta sucesión constante en la dirección ha dificultado la elaboración de una revisión documentada similar a la generada en 2015. Por tanto, la inclusión de la hélice quintuple de la innovación se presenta como una necesidad para lograr una cobertura homogénea de las necesidades de desarrollo.

Futuras investigaciones

Se sugiere, como futura investigación, establecer las similitudes entre las iniciativas gubernamentales de industria 4.0, con un enfoque orientado a la interacción social, similar a la iniciativa Sociedad 5.0 de Japón, y analizar las ventajas y desventajas en comparación con el enfoque tradicional industrial. Además, explorar el enfoque principal de los clústeres automotrices en México

y su relación con los objetivos de desarrollo sustentable podría proporcionar información valiosa para una toma de decisiones más informada en política industrial.

Agradecimientos

Un agradecimiento sincero al Dr. Adán Valles Chávez y al Dr. Eduardo Rafael Poblano Ojinaga por su gran soporte en la elaboración y revisión de este artículo.

Referencias

- Alvarez, M., y Negrete, M. (2019). La Industria 4.0 en Mexico y el apoyo de los clústeres automotrices, A.C. para su desarrollo. XXIV Congreso Internacional de Contaduría, Administración e Informática. <https://investigacion.fca.unam.mx/docs/memorias/2019/8.06.pdf>
- Americas Sustainable Development Foundation (2020). Diagnostico General: Nivel de desarrollo de la Industria 4.0 en Brasil, Chile, Mexico y Uruguay. Climate Technology Center and Network. https://www.ctc-n.org/system/files/dossier/3b/Entregable_51_20201123_CTCN.pdf
- Fehling, M., Nelson, B. y Venkatapuram, S., (2013), Limitations of the Millennium Development Goals: a literature review, *Global Public Health*, 8:10, 1109-1122, <https://doi.org/10.1080/17441692.2013.845676>
- Geissdoerfer, M., Savaget, P. Bocken, N., y Hultink, E., (2017). The Circular Economy – A new sustainability paradigm?, *Journal of Cleaner Production*, Volume 143. Pages 757-768, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- Guajardo, I., Garza, J., Rendón, R., y Allard, J. (2016), CRAFTING THE FUTURE: A ROADMAP FOR I4.0 IN MEXICO, Ministry of Economy. <https://amiti.org.mx/wp-content/uploads/2018/01/Crafting-the-future-10-agosto-2016.pdf>
- Habib, M., y Chimsom, C. (2019). Industry 4.0: Sustainability and Design Principles. 20th International Conference on Research and Education in Mechatronics (REM), Wels, Austria, 2019, pp. 1-8, <https://doi.org/10.1109/REM.2019.8744120>
- Hermann, M., Pentek, T., y Otto, B. (2016) Design Principles for Industrie 4.0 Scenarios. 49th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), Koloa, HI, USA, pp. 3928-3937, <https://doi.org/10.1109/HICSS.2016.488>
- Independent Group of Scientists appointed by the Secretary-General (2019), Global Sustainable Development Report 2019: The Future is Now – Science for Achieving Sustainable Development, United Nations. <https://sdgs.un.org/gsdr/gsdr2019>
- Independent Group of Scientists appointed by the Secretary-General (2023), Global Sustainable Development Report 2023: Times of crisis, times of change: Science for accelerating transformations to sustainable development, United Nations. <https://sdgs.un.org/gsdr/gsdr2023>
- Koh, C. (8 de junio del 2021). *Top Industry 4.0 Initiatives Around The World*. Elect Go. <https://electgo.com/resources/top-industry-4-0-initiatives-around-the-world>
- Kraak MJ, Ricker B, y Engelhardt Y. (2018). Challenges of Mapping Sustainable Development Goals Indicators Data. *ISPRS International Journal of Geo-Information*. 7(12):482. <https://doi.org/10.3390/ijgi7120482>
- Metalmecánica (18 de octubre del 2019). Gobierno de Mexico presenta nueva política industrial. <https://www.metalmecanica.com/es/noticias/gobierno-de-mexico-presenta-nueva-politica-industrial>
- Morrar, R., Arman, H., y Mousa, S. (2017). The fourth industrial revolution (Industry 4.0): A social innovation perspective. *Technology innovation management review*, 7(11), 12-20. <https://doi.org/10.22215/timreview/1117>
- Piccarozzi, M., Silvestri, C., Aquilani, B., y Silvestri, L. (2022). Is this a new story of the ‘Two Giants’? A systematic literature review of the relationship between industry 4.0, sustainability and its pillars. *Technological Forecasting and Social Change*, Volume 177. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121511>
- Secretaría de Economía (2022) Rumbo a una política industrial. <https://www.gob.mx/se/es/articulos/secretaria-de-economia-presenta-la-estrategia-rumbo-a-una-politica-industrial-314996>

Impacto de los *winglets* en ángulo recto en la generación de vibraciones por prototipo de ala con perfil aerodinámico simétrico

Impact of right-angled Winglets on Vibration generation by Wing prototype with symmetrical airfoil

Shehret Tilvaldyev

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

shehret@uacj.mx

<https://orcid.org/0000-0003-1671-852X>

Arturo Paz Pérez

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

arturo.paz@uacj.mx

<https://orcid.org/0000-0002-7805-4477>

Edgar Alfonso Muñoz Avitia

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

al189637@alumnos.uacj.mx

<https://orcid.org/000009-0005-6297-1392>

Resumen

El movimiento de todo el flujo de aire alrededor del ala modifica el campo de presión que la rodea y, como consecuencia, crea fuerzas aerodinámicas que actúan sobre ella y generan ondas oscilatorias que afectan a todo el avión. Las vibraciones se producen por diferentes razones, además de los vórtices. La aerodinámica en general, las averías mecánicas y factores externos como las turbulencias atmosféricas pueden causar vibraciones en los aviones. Todos estos factores afectan directamente a la eficiencia de vuelo del avión, lo que aumenta el consumo de combustible. El diseño adecuado de las alas de un avión ha demostrado que incrementa considerablemente la eficiencia y disminuye el consumo de combustible, siendo los *winglets* una de las principales configuraciones de alas que se utilizan hoy en día. La adición de *winglets* puede reducir la resistencia aerodinámica de la aeronave, el tamaño de los vórtices que genera y la frecuencia de las vibraciones en toda la aeronave y, por tanto, tener un impacto más favorable en el medio ambiente y reducir los costes energéticos al disminuir el consumo de combustible. Por tanto, en este trabajo se comparan los parámetros de vibración generados por dos configuraciones diferentes de punta de ala, sin *winglet* y con *winglet*, realizando un análisis en túnel de viento.

Palabras clave: Aeronáutica, Perfil aerodinámico, Vibración, Winglet, Túnel de viento, Flujo de aire.

Abstract

The movement of the entire airflow around the wing changes the pressure field around it and, as a result, creates aerodynamic forces acting on it and generates oscillating waves that affect the entire airplane. Vibrations occur for different reasons, in addition to vortices. Aerodynamics in general, mechanical malfunctions, and external factors such as atmospheric turbulence can cause vibrations in aircraft. All these factors directly affect the flight efficiency of the airplane, thereby increasing fuel consumption. The proper design of the wings in an aircraft has proven to considerably increase efficiency and decrease fuel consumption, with winglets being one of the main wing configurations in use today. The addition of winglets can reduce the aerodynamic drag of the aircraft, the size of the vortices it generates, and the frequency of vibrations throughout the aircraft, and thus have a more favorable impact on the environment and reduce energy costs by diminishing fuel consumption. This paper compares the vibration parameters generated by two different wingtip configurations, without winglet and with winglet, performing a wind tunnel analysis.

Keywords: Aeronautics, airfoil, Vibration, Winglet, Wind tunnel, Airflow.

Introduction

A wing in dynamics generates differences in pressures on its upper and lower surfaces. The resultant of these pressures is a supporting force or lifting force. However, due to the pressure difference, a swirling motion is generated at the wingtip, with air moving from the lower surface with a high-pressure region to the upper surface (El-Haddad, 2015; Farook & Getting, 2023; Khalil *et al.*, 2017).

This movement, combined with the speed of the airflow and amplified by the downdraft generated by each wing section along the wingspan, generates vortices that emanate from the tips and drag in a continuous direction (El-Haddad, 2015). The vortices at the tips affect the movement of the entire flow field around the wing, thus modifying the pressure field around it, and, as a result, the aerodynamic forces acting on it and generating vibrational waves that affect the entire aircraft (El-Haddad, 2015; Vaezi & Hamedji, 2021).

Vibrations occur for different reasons, in addition to vortices. Aerodynamics in general, mechanical malfunctions, and external factors such as atmospheric turbulence can cause vibrations in aircraft. All vibrations have associated frequencies and magnitudes that can be easily detected or barely perceptible to the flight crew and passengers (Bagherzadeh & Salehi, 2021).

All these factors directly influence the efficiency of an aircraft, thus increasing fuel consumption. On the other hand, an alternative for reducing vibrations is light and flexible wings, since a light and flexible aircraft wing benefits from the flexibility of the structure and presents high aerodynamic performance and fuel efficiency (He *et al.*, 2019).

Additionally, while most wing shapes used today create turbulent wake vortices, the wing geometry can be designed to reduce or eliminate wingtip vortices almost entirely (Khalil *et al.*, 2016; University of Illinois at Urbana-Champaign, 2018). It is for this reason that the proper design of the

wings in an aircraft has proven to considerably increase efficiency and decrease fuel consumption, with winglets being one of the main wing configurations in use today (Paudel, 2021). Adding winglets can reduce the drag of a given aircraft, the size of the vortices it generates, the frequency of vibrations throughout the aircraft, and therefore have a friendlier ecological impact and reduce energy costs by reducing fuel burn (Vaezi & Hamed, 2021).

For this reason, we conducted a comparison between a wing without winglets and a wing with winglets, performing a wind tunnel analysis. These analyses were compared, and the effect of the winglets on the generation and frequency of vibrations and on the formation of vortices was observed to obtain conclusions and verify the impact on the aerodynamic efficiency of each wing half.

Some researchers (Venkatesan *et al.*, 2018; Khalil *et al.*, 2016) conducted a study on the characteristics of the vibrations of the aircraft wing. The deformation and stress acting on the wing model with and without winglet were studied. The wing of the A300 aircraft with the NACA 64215 profile was used for the investigation. The analysis was performed on the wing, considering that one end (root chord) of the wing is fixed, while the other end (tip chord) is free. A numerical validation procedure was carried out with the structural analysis and the model analysis to find the total deformation and the frequency of the wing without and with winglets at different angles of inclination or cant angle (18° and 45°). Table 1 shows the stress variation table resulting from the previous analysis.

Table 5. Stress variation

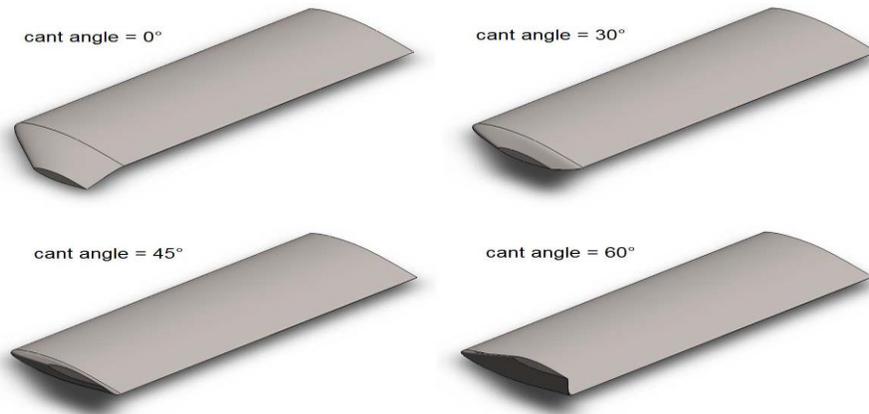
S. No	Aircraft Wing:	Stress, (MPa)
1	Without winglet	54.498
2	With winglet of 18 ⁰	94.291
3	With winglet of 45 ⁰	92.173

Source: own elaboration based in Khalil *et al.* (2016).

Venkatesan *et al.* (2018) concluded that when comparing the wing without a winglet, the wing with the 18° cant angle winglet, and the wing with the 45° cant angle winglet, the 18° cant angle winglet is more optimal and could be used to improve wing stability. The variation of the deformation and the variation of the normal and shear stresses clearly show that the winglet with an 18° cant angle provides the optimized results that ensure a good structure for the wing. Therefore, the flap with a cant angle of 18° is more reliable, efficient, and safe to use to improve the stability of the wings.

Similarly, Beehook and Wang (2013) performed an aerodynamic analysis on variable cant angle winglets to improve aircraft performance. CFD simulations and wind tunnel test results from that analysis showed that different winglet configurations have different aerodynamic characteristics when the angle of attack is varied. Figure 1 shows the winglet configurations used for this study.

Figure 1. Winglets configurations



Source: Beehook and Wang (2013).

At low angles of attack, ideally at the cruising angle of attack, the 45° and 60° cant angle winglets showed better aerodynamic performance in terms of lift and drag coefficients. However, it's worth noting that the 45° and 60° winglets did not provide optimal performance at high angles of attack. For example, at a higher angle of attack, 45° winglets produced more lift compared to other winglet configurations (Beehook & Wang, 2013).

Moving on, different wingtip geometries were compared at an angle of attack equal to that used at the cruising speed of a medium-range tactical UAV. According to the results, the wingtip design with blended winglet has shown that its aerodynamic efficiency and performance for the given aircraft configuration is the most optimal since they provided the least amount of pressure in the places closest to the middle chord on the suction side (Turanoguz & Alemdaroglu, 2019).

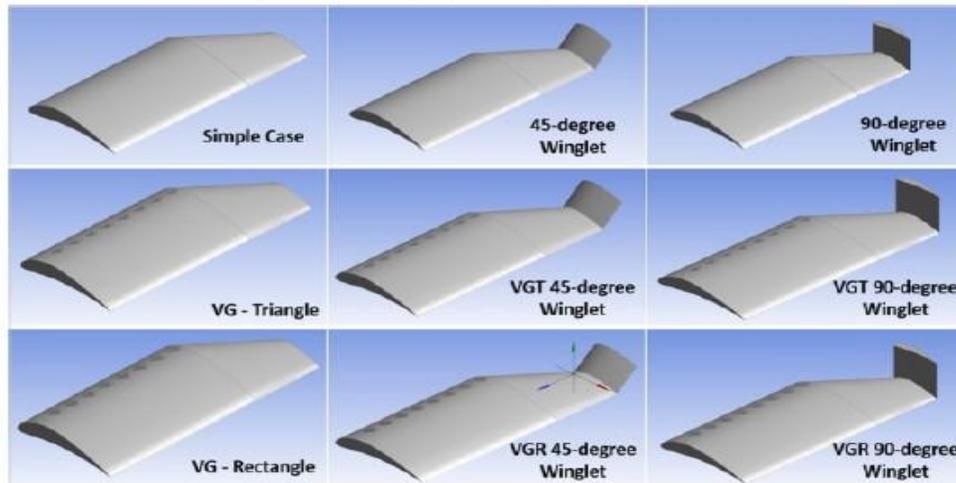
Similarly, Eguea *et al.* (2019) conducted a study to improve fuel efficiency in a business jet using a morphological camber winglet concept. To achieve this improvement, a genetic algorithm was used to optimize the curvature of the winglet in different phases of flight (Eguea *et al.*, 2019).

A comparison was made between the performance of a wing with a fixed geometry winglet (FGW) and a wing with a morphological winglet (CMW) and showed a theoretical 6% reduction in fuel consumption in the maximum range mission block. Considering the average cruising fuel consumption of the CMW setting per nautical mile, the concept of morphological winglets can allow an increase of 8 passengers for a maximum range mission or a 700 nautical mile increase in the range of the aircraft with 4 passenger payloads, which has the same fuel consumption as the fixed geometry configuration on a mission 3125 nautical miles (Eguea *et al.*, 2019).

On the other hand, Azeez, Gadala, Al Khudhiri, and Dol (2019) performed an analysis on a remote-controlled aircraft, making modifications to the wingtips, adding winglets, and comparing

different angles of inclination of these. Figure 2 shows the wingtip models and configurations used in this analysis (Azeez *et al.*, 2019).

Figure 2. Wing tip configurations used



Source: Azeez *et al.* (2019)

The wing design modification was made to find that 45° camber winglets are the best aerodynamic model, have the highest lift force, and have the least drag. Table 2 shows the analysis results.

Table 6. Results of the aerodynamic analysis

No.	Modification/Case	Lift Force, (N)	Drag Force, (N)
1	Simple Case	19.616	3.198
2	45-degree Winglet	31.745	3.317
3	90-degree Winglet	17.905	3.029
4	Vortex Generator - Triangle	20.737	4.458
5	Vortex Generator - Rectangle	13.197	5.951
6	VGT 45-degree Winglet	25.225	5.349
7	VGT 90-degree Winglet	15.117	3.467

Source: own elaboration based in Azeez *et al.* (2019).

One of the biggest worries in the aviation industry is, without a doubt, fuel consumption and all the ecological and economic issues that this topic encompasses. More specifically, the emissions produced by aircraft represent, today, one of the biggest triggers in terms of environmental pollution. That is why the aeronautical industry has tried to reduce these emissions while also minimizing fuel consumption, which, in turn, translates into significant economic savings for airlines and companies in the sector.

The optimal design of the aircraft plays a crucial role in saving fuel. Therefore, emphasis should be placed on reducing vibrations and minimizing the formation of vortices, as these two factors directly affect the aerodynamic forces that act on any aircraft. Thus, the use of winglets in aircraft is effective in reducing the formation of vortices, and we assume it also reduces vibrational magnitudes in flight, improving efficiency and fuel consumption.

To test our hypothesis, we conducted laboratory experiments and analyzed the obtained data. The general objective was to perform an aerodynamic and vibrational analysis on a half wing with a winglet and compare the results with those of a half wing without a winglet, using the same airfoil.

Materials and Methods

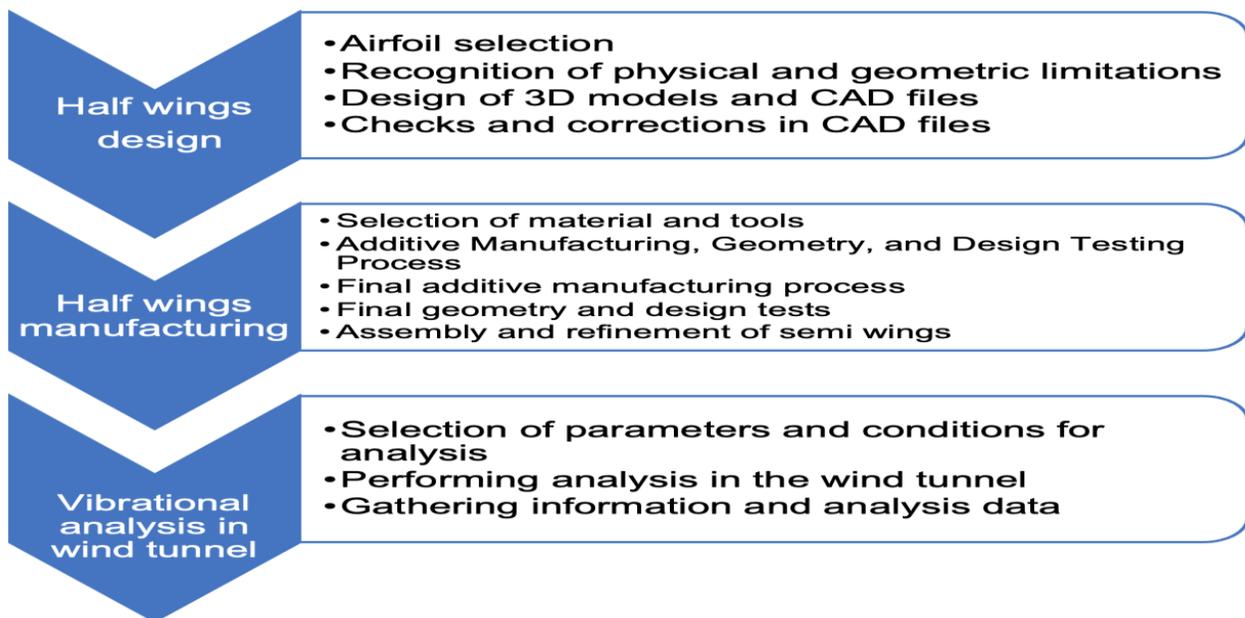
To study how winglets affect wing vibrations and aerodynamic efficiency, we followed the next steps:

- We select NACA 0018 winglet profile and 90⁰ cant angle;
- designed the CAD files of the two half wings;
- manufactured two half wings (one of them with winglet) using additive manufacturing; and, finally,
- performed an aerodynamic analysis on each one in the university's wind tunnel, using a Micro Strain G-LINK-200-40g vibration sensor.

Below, in Figure 3, a presented diagram shows the steps followed in the design and manufacture of both half wings, as well as the activities performed in the wind tunnel and the analysis of obtained data.

To complete the listed activities, we used UACJ facilities, particularly the University’s platform for accessing graphic-design programs (CAD, Solidworks), 3D printers, and other equipment in the Aerodynamics Laboratory.

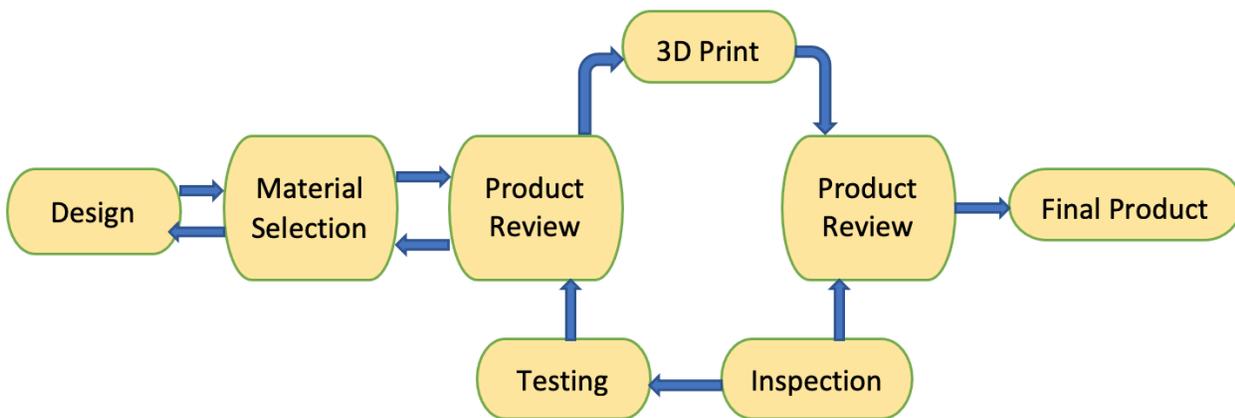
Figure 3. The steps followed in the design and manufacture of both half wings, and experimental activities



Source: own elaboration

Workflow of processes and activities presented below on Figure 4.

Figure 4. Workflow of Additive Manufacturing processes for production of prototypes for laboratory experiments



Source: own elaboration

The additive manufacturing technology and other processes were employed to produce prototypes for the laboratory experiments. Three-dimensional printing (3D) technology is based on design and modeling with the help of digital technologies, as well as extensive computerization. It allows for quick changes in the design without the need to re-manufacture tooling, casting molds, or dies; it is sufficient to modify the digital model.

With the help of additive technologies, it is possible to produce parts from composites, creating gradient structures from metal powders with different chemical compositions or structures for parts working in various conditions. Additive technology and manufacturing processes can be utilized in the development of repair techniques by filling damaged parts of structures with material. Particularly important is the possibility to produce an entire part rather than assembling it from different components.

There are certain aspects that cannot be achieved through conventional manufacturing methods. For example, from the perspective of gas dynamic efficiency, the blade outlet edges (blade tips of compressors and turbines) must be very thin. The use of additive technologies (AT) enables the production of edges with a thickness of about 0.15 mm, which is unattainable through casting, and these thin edges contribute to higher efficiency. This presents a new quality that expands the capabilities of designers. To maximize the benefits of AT, part design can transcend the designer's experience and established design approaches.

A wide variety of parts can be created using additive technology (AT), including engine components and other parts for real aircraft, as well as prototypes for laboratory experiments. In this report, we are sharing our experience in designing and manufacturing half-wing prototypes of aircraft with and without winglets.

As a result of our analysis and activities, we have concluded that additive manufacturing allows us to produce parts and prototypes with more complex shapes. This makes it ideal for the aerospace industry in general, and particularly for completing laboratory experiments.

Interfacing with analytical equipment as needed, analyses, and necessary changes can be made by integrating detection devices into the process system during production. In addition, additive manufacturing facilitates the use of part prototyping concepts and allows for quick changes and refinements to any part of the prototype at any stage of the process sequence (see Figure 4).

Selection of material

Three types of material were evaluated for the manufacture of the half wings: PLA, ABS and PET. After evaluating the properties and availability of each material, it was decided to work with PLA because it is more resistant and has better thermal properties. Two rolls of 3mm diameter PLA filament from eSun brand were used.

Used equipment and tools

The additive manufacturing process was employed to create wing prototypes for this project. It is a digitized production method that involves manufacturing previously modeled objects by depositing layers of material to form a three-dimensional object. Additive manufacturing represents a new avenue in terms of energy efficiency, cost-effectiveness, and time savings when producing objects. Furthermore, it enables the production of shapes and geometries that might not be achievable through any other process. Possibilities include parts with highly complex internal channels, parts requiring voids, or structures resembling honeycombs for weight savings.

Two semi-wings were designed (*CAD designs made in Solidworks*) and manufactured using additive manufacturing (3D printing), considering the geometric and design requirements needed for the installation of the vibration sensor inside them. The printers used to produce the wing prototypes are the Creality Ender-3 and the Prusa i3.

The vibration sensor used is the Micro Strain G-LINK-200-40g (2020). The G-Link-200-40g is a battery-powered 3-axis wireless accelerometer with a rugged, weather-resistant housing. As depicted in Figure 5, the vibration sensor assembled almost perfectly, leaving minimal empty spaces.

Figure 5. The prototype of the spot for sensor (A) and the vibration sensor assembly in the wing



Source: own graphic elaboration

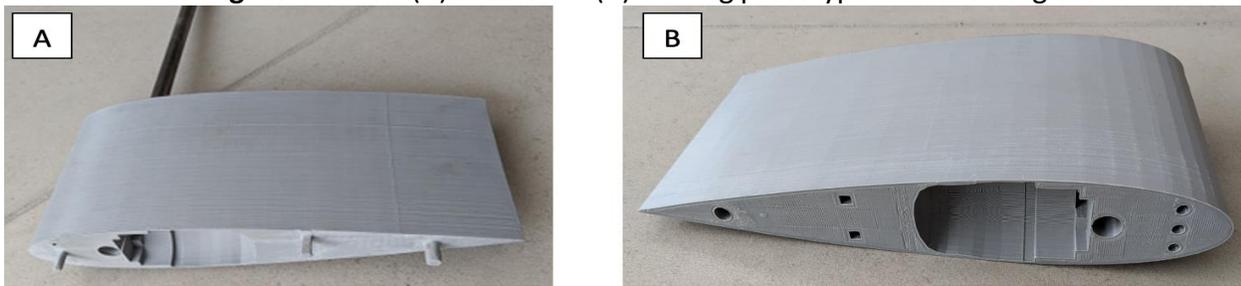
The G-Link-200 provides extremely low noise waveform data, ideal for vibration, impact, shake, and tilt applications. Additionally, derived vibration parameters enable long-term condition monitoring and predictive maintenance.

The laboratory experiments were conducted in the Tecquipment Subsonic Wind Tunnel 300 mm (AF1300). It is a compact and practical open-circuit suction subsonic wind tunnel designed for studying aerodynamics.

Results

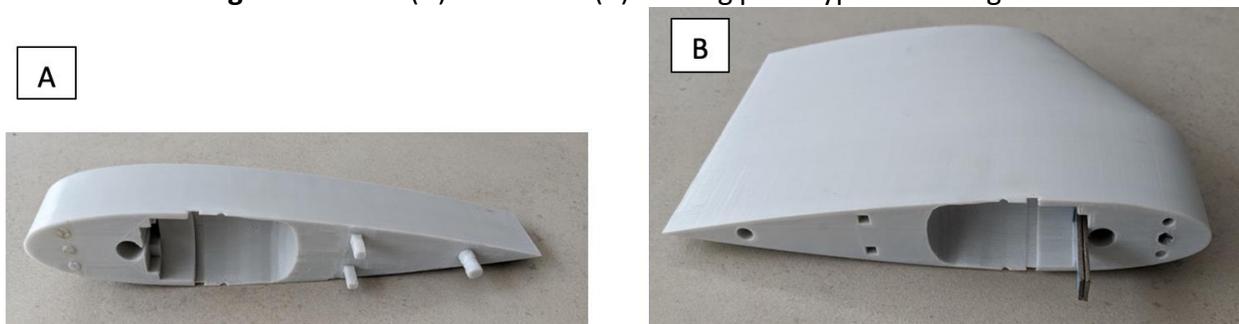
Once the final design was completed, a total of 5 wing prototypes were manufactured. Those shown in Figure 6 correspond to the half wing without a winglet (Part 1 (A) and Part 2 (B)), and those shown in Figures 7 correspond to the semi-wing with a winglet (Part 1 (A), Part 2 (B), and Figures 8 (Part 2 (A) and Part 3 (B))).

Figure 6. Part 1 (A) and Part 2 (B) of wing prototype without winglet



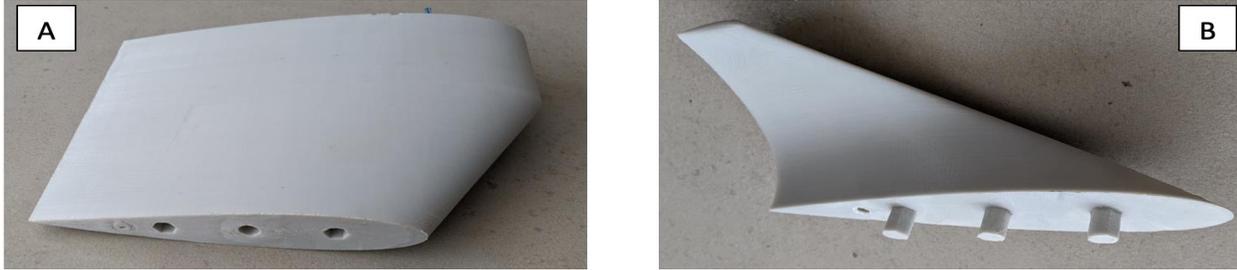
Source: own graphic evidence

Figure 7. Part 1 (A) and Part 2 (B) of wing prototype with winglet



Source: own graphic evidence

Figure 8. Part 2 (A) and Part 3 (B) of wing prototype with winglet



Source: own graphic evidence

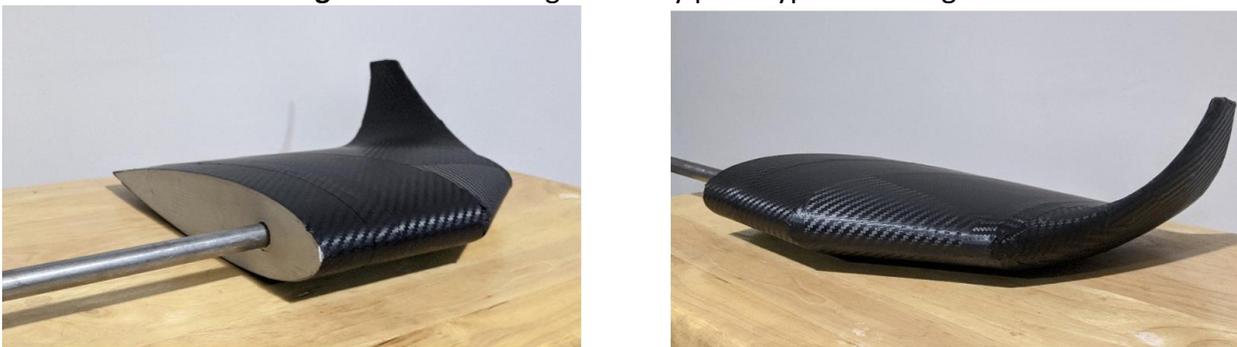
Once the 5 parts, the shaft, and the ferromagnetic rod had been manufactured and revised, the parts were covered with a layer of black vinyl. This was done to create a smoother surface and achieve better results in future analyses. Once the pieces were covered, the semi-wings were assembled. Below, Figure 9 shows the semi-wing without a winglet, while Figure 10 presents the semi-wing with a winglet.

Figure 9. Final wing assembly prototype without winglet



Source: own graphic evidence

Figure 10. Final wing assembly prototype with winglet



Source: own graphic evidence

Finally, the half wings manufactured using additive manufacturing and covered with the black vinyl layer, as shown above, were used to complete the vibration analysis in the subsonic wind tunnel. Figure 11 shows the half wing with a winglet (A) and without a winglet (B) mounted on the wind tunnel.

Figure 11. The half wings with (A) and without (B) winglet mounted on the wind tunnel



Source: own graphic evidence

The completed analysis is primarily focused on obtaining data and information related to the internal vibrations of the half wings, intending to make a comparison of the results for each half wing. Table 3 shows the parameters and conditions established to carry out the tests in the wind tunnel.

Table 3. Parameters and conditions established for the analysis in the wind tunnel

Measurement time	60 Sec.
Airflow speed in Wind tunnel (1)	40 km/h
Airflow speed in Wind tunnel (2)	80 km/h
Airflow speed in Wind tunnel (3)	120 km/h
Vibration Frequency range	512 Hz
Angle of attack (AOA) range	-25° - +25°
AOA Interval of measurement	5°

Source: own elaboration

As seen in the table, the vibrations within each half wing were analyzed three times for each angle of attack and for a period of 60 seconds. For instance, for the half wing without a winglet at a 5° angle of attack, vibrations were measured for the three speeds established in the table (60 seconds for each speed). This process was repeated for each angle of attack in the range set at 5° intervals.

Since the sensor used to measure the vibrations is a 3-axis accelerometer, the magnitude of the acceleration was measured in each axis of the sensor, and later, a magnitude resulting from these three measurements was obtained. The resulting accelerations were then averaged for comparison. Thus, Table 4 shows the average vibrations, in terms of acceleration, of the half wing without a winglet.

Table 4. The average vibrations, in terms of acceleration, of the half wing without winglet

Average Vibration of Wing without winglet, (m/sec ²)			
Angle of Attack (AOA)	40 km/h	80 km/h	120 km/h
-25	0.289226519	0.615465707	1.140057274
-20	0.215424403	0.567766931	0.788597164
-15	0.127499084	0.517993951	0.612502906
-10	0.134192023	0.494624948	0.398457414
-5	0.110829263	0.332947204	0.329075074
0	0.122491517	0.234236477	0.299969398
+5	0.104431905	0.332947204	0.296574472
+10	0.106305316	0.269508659	0.421082394
+15	0.10923658	0.29094291	0.437742426
+20	0.17453565	0.3477663	0.663228594
+25	0.267433419	0.427709106	0.693013841

Source: own elaboration

In this case, the semi-wing without a winglet had an increase in vibration magnitudes as the angle of attack became larger, either positive or negative, with the highest average at -25° at 120 km/h, with a magnitude average of 1.14005 m/s².

It should be noted that the angle of attack for real civil aviation operating conditions is not more than 14-15 degrees. However, we increased the angle of attack from -25° through 0° to $+25^\circ$ for our experiments to collect data for wider AOA conditions in order too establish a clearer dependence and dynamics of wing vibration parameters on the values of flight parameters and aerodynamic forces.

It is well-known that an increase in the Angle of Attack and airflow velocity leads to an increase in the magnitude of aerodynamic forces (Aerodynamic Lift force and Aerodynamic Drag force). Data in Table 4 shows that the average magnitude of vibration increases with increasing airflow velocity and increasing Angle of Attack (AOA).

However, Table 5 shows the results of the experiments in wind tunnel with the winglet half wing, showing the average magnitude of vibrations for each angle of attack (AOA from -25° , over 0° , to $+25^\circ$) and the 3 entry speeds of airflow (40 km/h, 80 km/h, and 120 km/h).

Table 5. The average magnitude of vibrations for each angle of attack and the 3 entry speeds

Average Vibration of Wing with winglets, (m/sec ²)			
Angle of Attack (AOA)	40 km/h	80 km/h	120 km/h
-25	0.274242128	0.588104986	0.98845846
-20	0.195138391	0.446264663	0.71935004
-15	0.093087631	0.194258836	0.43187339
-10	0.129057181	0.131406015	0.30545106
-5	0.109168062	0.127636669	0.32627365
0	0.071922414	0.115026443	0.13893319
+5	0.077465661	0.095862564	0.26476474
+10	0.08324376	0.117446495	0.27276395
+15	0.07924008	0.134720939	0.33518044
+20	0.116731693	0.19568946	0.44772693
+25	0.185819832	0.254414352	0.52391322

Source: own elaboration

Discussion of the results of laboratory experiments

As stated in the information presented above, the winglet wing exhibits, on average, a lower magnitude of vibration for all combinations of angle of attack and airspeed compared to the wing prototype without a winglet. Additionally, the magnitude of vibrations increases as the airspeed intake rises. Moreover, the angle of attack significantly influences the magnitude of vibrations in each half wing, presenting lower average magnitudes at positive angles of attack.

Next, Table 6 below shows the percentage difference of the averages, indicating how much the magnitude of vibrations decreased in the half wing with a winglet compared to the half wing without a winglet. This table highlights the difference and the percentage of improvement of the winglet with a winglet versus the wingletless wing, providing a clearer view.

Table 6. Percentage difference in the magnitude of vibrations

Angle of Attack (AOA)	40 km/h	80 km/h	120 km/h
-25	4.94 %	4.45 %	13.30 %
-20	9.42 %	21.40 %	8.78 %
-15	26.99 %	62.50 %	29.49 %
-10	3.83 %	63.43 %	23.34 %
-5	1.5 %	61.66 %	6.85 %
0	41.28 %	50.89 %	53.68 %
+5	25.82 %	32.75 %	10.73 %
+10	24.44 %	56.42 %	25.22 %
+15	27.46 %	53.70 %	23.43 %
+20	33.12 %	43.73 %	32.49 %
+25	30.52 %	40.52 %	24.40 %

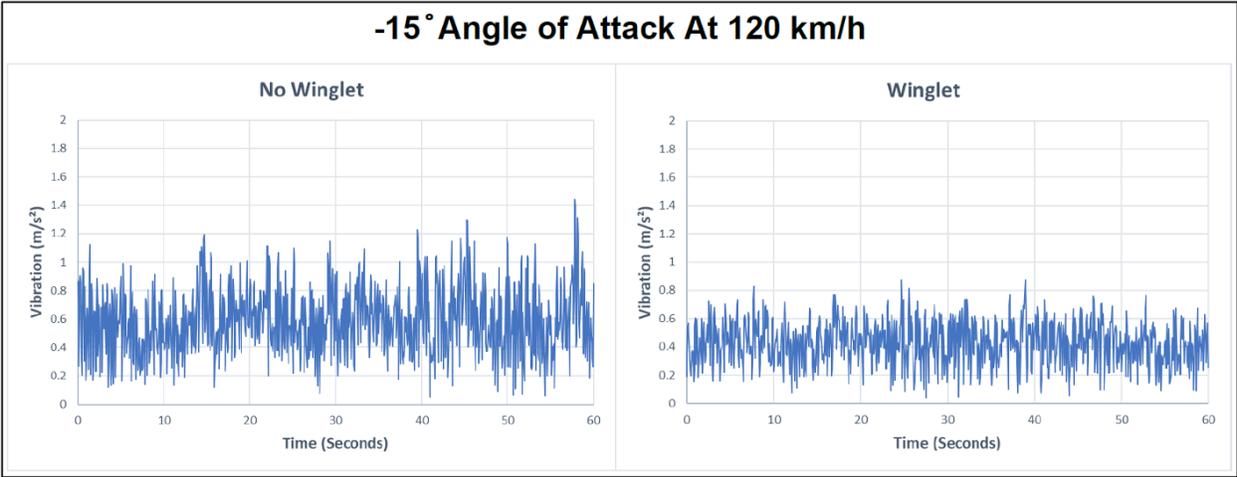
Source: own elaboration

As an example, the winglet half wing presented 24.40% less average vibrations when both half wings were at a 25° angle of attack with a speed of 120 km/h. However, it's important to note that this reduction was observed only for large Angle of Attacks (AOA) not typically used in civil aviation.

The large AOA was specifically employed, as mentioned earlier, to collect data for theoretical application and analysis, aiming to discern trends.

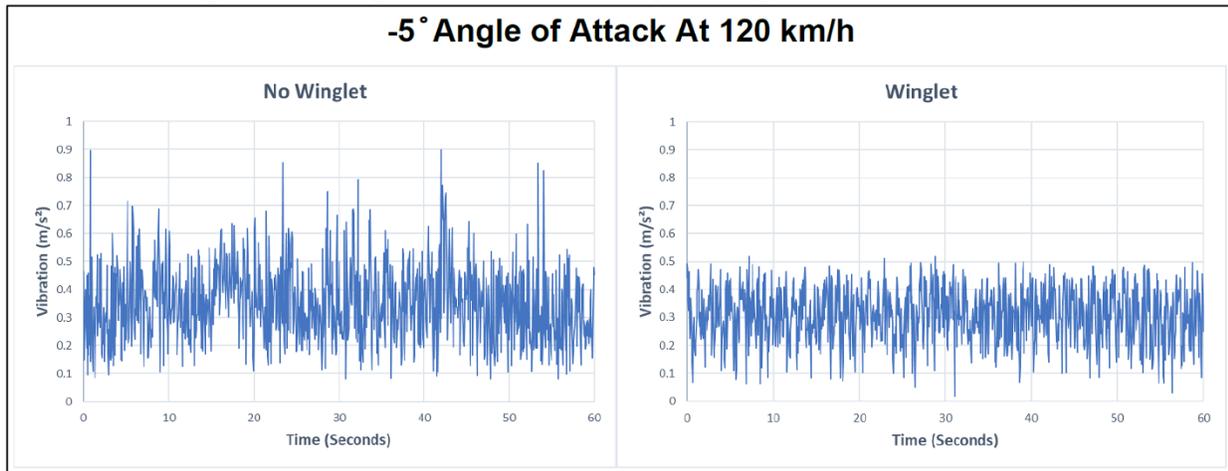
For each measurement, a time of 60 seconds was established, and the sensor was configured to provide data every 0.1 second. From the collected data in the measurements of both half wings, the magnitudes of vibrations were plotted using the Origin-8 program. Figures 12, 13, 14, 15, 16, and 17 show the graphs that best capture the difference in the magnitudes of vibrations during the 60 seconds of measurement in both wing prototypes (with and without winglets). In these graphs, the difference in the magnitude of vibrations between the two half wings is better illustrated. In these graphs the difference in the magnitude of vibrations between the two half wings is better illustrated.

Figure 12. Wings vibrations at -15° degrees angle of attack and 120 km/h



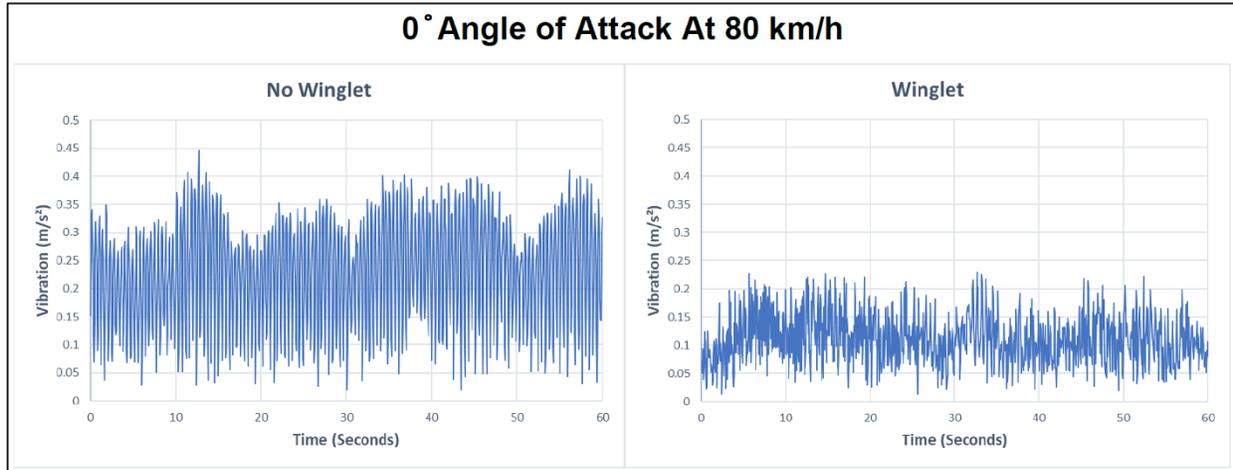
Source: own elaboration

Figure 13. Wings vibrations at -5° degrees angle of attack and 120 km/h



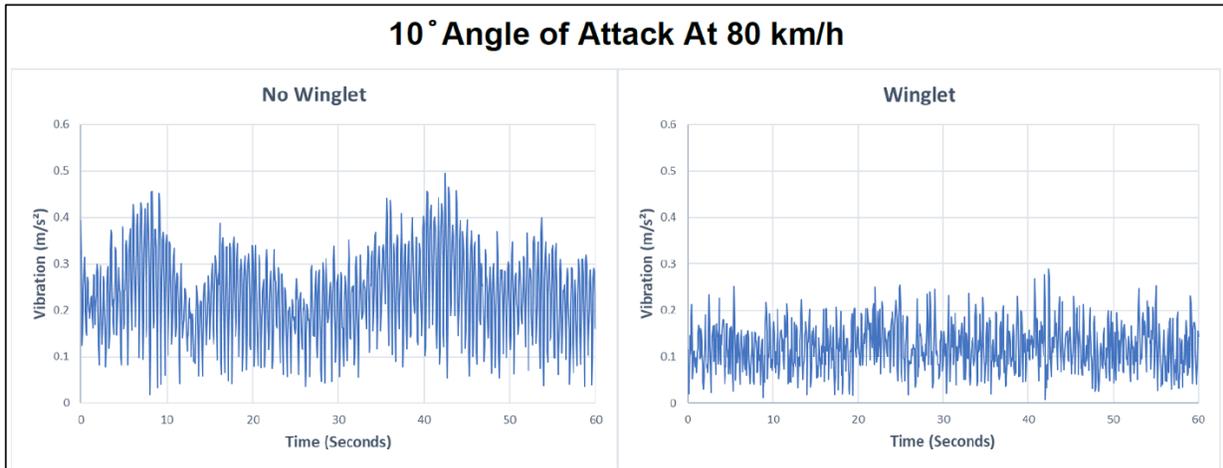
Source: own elaboration

Figure 14. Wings vibrations at 0° degrees angle of attack and 80 km/h



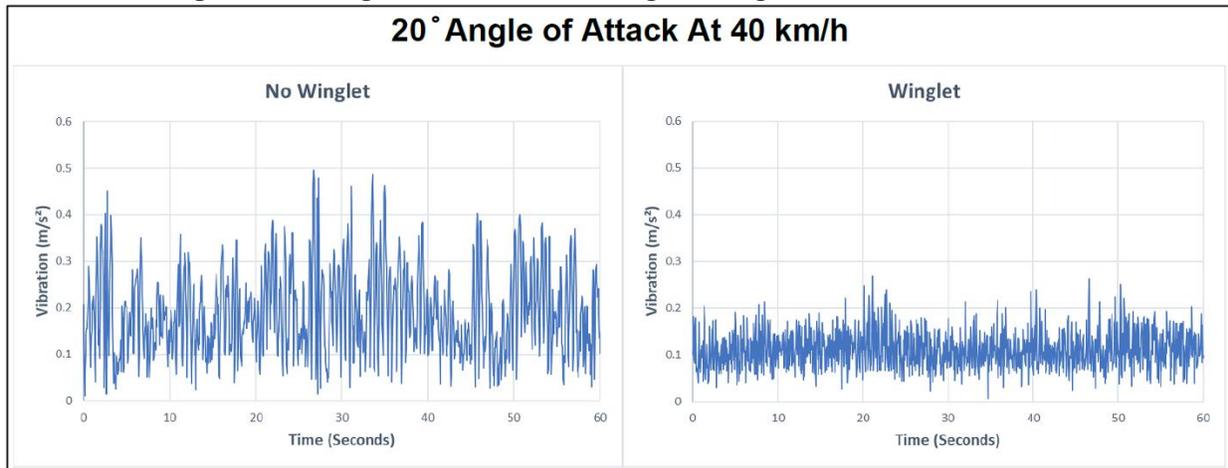
Source: own elaboration

Figure 15. Wings vibrations at 10° degrees angle of attack and 80 km/h



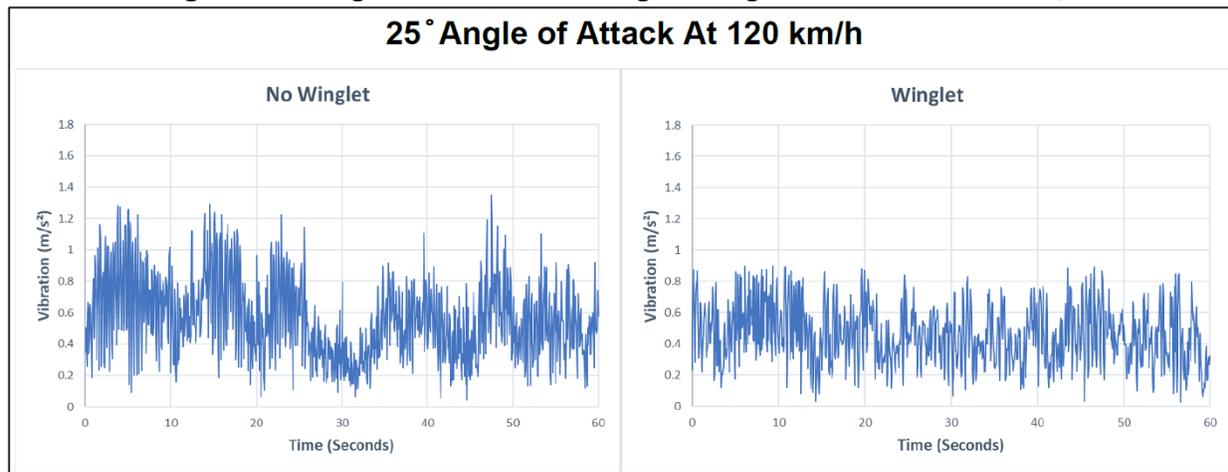
Source: own elaboration

Figure 16. Wings vibrations at 20° degrees angle of attack and 40 km/h



Source: own elaboration

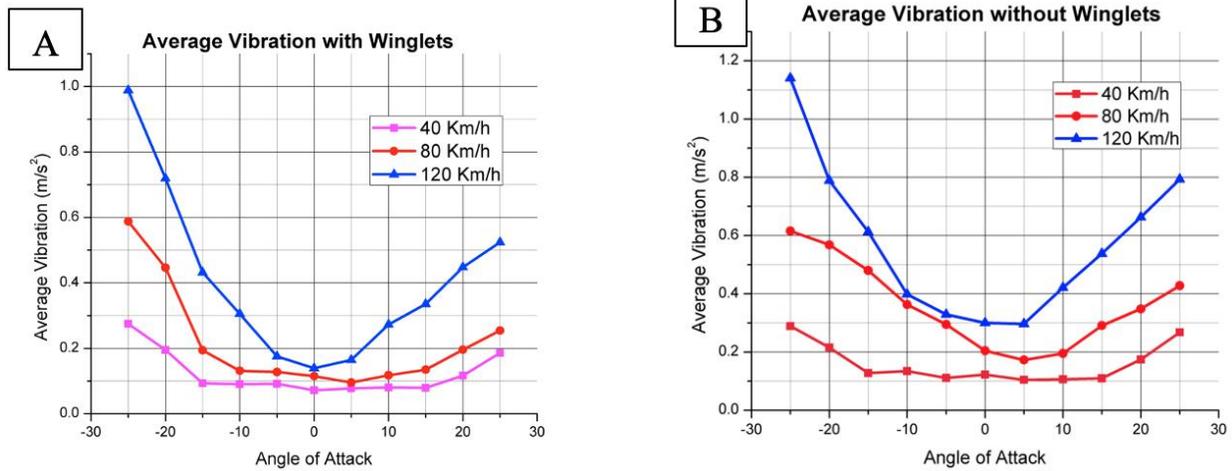
Figure 17. Wings vibrations at 25° degrees angle of attack and 120 km/h



Source: own elaboration

The half wing with a winglet shows a more "stable" behavior, exhibiting vibrations with "peaks" of lesser magnitude and less frequency compared to the half wing without a winglet. Moreover, the graphs highlight the difference in magnitude as the angle of attack of both half wings increases. The combined results of the vibration analysis for the half wing with and without winglets are presented in the graphs below, all created using the Origin-8 program. Figure 18 shows plots of the average vibration of half wing with (A) and without (B) winglet at three levels of airspeed.

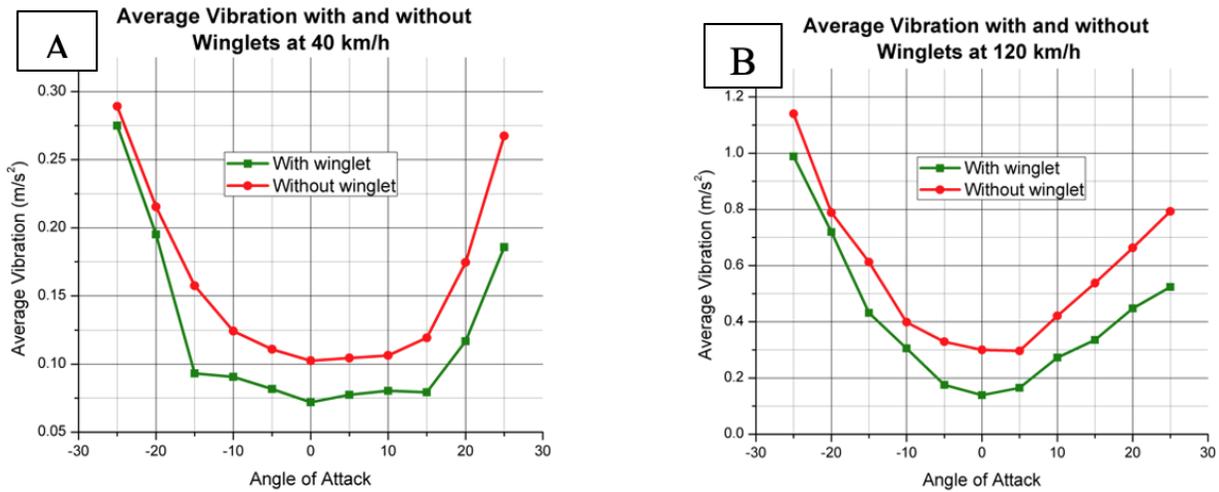
Figure 18. Average vibration of half wing with (A) and without (B) winglet



Source: own elaboration

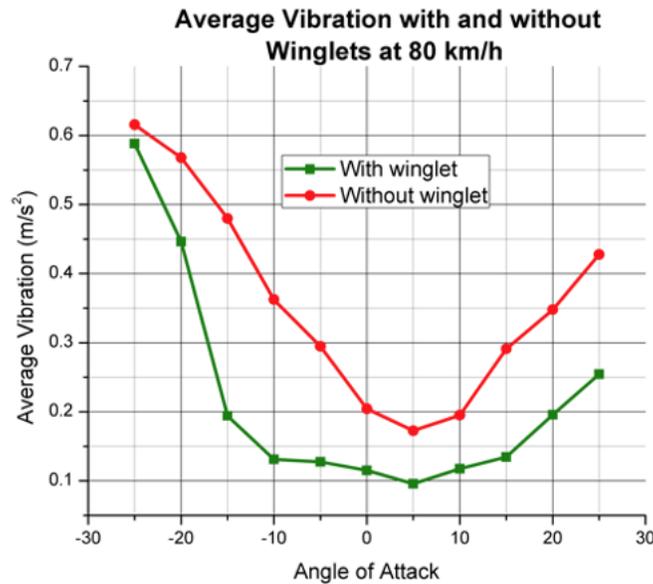
On Figures 19 and 20, the graphs best illustrate the difference in the magnitudes of vibrations in both half wings for airspeeds at 40 km/h, 80 km/h, and 120 km/h.

Figure 19. Average vibration with and without winglets at 40 km/h (A) and 120 km/h (B) of airspeed



Source: own elaboration

Figure 20. Average vibration with and without winglets at 80 km/h (A) of airspeed



Source: own elaboration

The completed comparative vibrational analysis demonstrated that, indeed, wingtip devices or winglets managed to reduce the magnitude of vibrations by an average of 29.89% for all angles of attack and speeds at which both half wings were tested, thus confirming our hypothesis.

Data from previously performed studies in this area align with our results in general, although the focus of those studies was on categories such as aerodynamic efficiency, lift, aerodynamic drag, and flight parameters, whereas we specifically examined vibration. Nevertheless, it is possible to draw comparisons. For instance, the paper by Khalil *et al.* (2017) states, "The results reveal that adding a blended winglet increases the pressure difference near the wingtip, which increases the lift force. Also, the blended winglet reduces the power and magnitude of vorticities around the wingtip, which reduces the wing's drag force. The effects of winglets on aerodynamic forces lead to a 3.8% increase in flight range and a 3.6% increase in the maximum payload of the aircraft" (Khalil *et al.*, 2017).

In some studies (Jain *et al.*, 2017), computational simulations were conducted using ANSYS FLUENT with a low Mach number of 0.23 at various angles of attack. The aerodynamic characteristics of wings with and without winglets were measured and compared for optimal aerodynamic performance. The results are presented in Table 7 (Jain *et al.*, 2017).

Table 7. Lift to Drag ratio (L/D) at various angle of attack for Wings with and without Winglets, (Jain *et al.*, 2017)

Type of Wing	AOA = 3°	AOA = 5°	AOA = 8°	AOA = 10°	AOA = 12°
Wing NACA 2415	15.13	16.19	15.25	13.69	11.77
Wing with Winglet	15.26	16.24	15.30	14.11	11.83

Source: own elaboration

The results of the theoretical analysis convincingly demonstrate that a winglet increases aerodynamic efficiency by up to 6% (Jain *et al.*, 2017). These data are consistent with our results for angles of attack used in civil aviation (AOA = 0°–14°), where our results for AOA = 10° and airflow speed V= 120 km/h show a decrease in the magnitude of vibration by 10.73%. However, it should be noted that we focused solely on vibration characteristics, and our results were obtained for a specific wing profile and winglet angle under specific technical conditions and environment.

Overall, our results align with previous studies, confirming the general trend that the presence of winglets improves the aerodynamics of the wing and, in our case, reduces the magnitude (amplitude and frequency) of wing vibration.

As a recommendation for future similar analyses, it would be interesting to conduct measurements of vibrational magnitudes on larger-scale half-wing prototypes, building two prototypes of greater proportions and with different materials, one with a winglet and the other without this device. Subjecting them to vibrational analysis at the angles of attack proposed in this study, but at higher air intake velocities, would provide valuable insights (Khalil *et al.*, 2017).

Finally, we present a mathematical model of the vibration of an airplane wing with a flat wingtip without a winglet.

Mathematical model of wing vibration

Oscillations performed by an aircraft wing generally arise in mechanical systems due to a change in the steady state of motion or a violation of the equilibrium state. These vibrations can exhibit one, two, three, or more degrees of freedom. An airplane wing without a winglet undergoes oscillatory movements (vibration) with one degree of freedom, whereas a winglet-equipped wing experiences two degrees of freedom. This is because the oscillations occur in different, almost perpendicular, planes along the (x) and (y) axes.

In all cases, the ability of the system (in our case, the wing of an aircraft) to perform free vibrations is attributed to the actions of restoring forces or moments. The nature of the restoring forces can vary, with elastic forces being the most common. In our case, it is the elasticity of the aircraft wing structure.

In the general case, the dynamics of motion of any point on an aircraft wing during its vibration is described by the following differential equation.

$$\varepsilon = \ddot{\alpha} = \frac{d^2\alpha}{dt^2} = \frac{M}{I}, (1)$$

Where,

ε - angular acceleration,

α - wing deflection angle

M - moment of force causing vibration,

I - moment of inertia of the body about the horizontal axis,
 t - time

In mechanics and the theory of oscillations, a point above a letter denotes a derivative with respect to time, two and three points, respectively, the second and third derivatives:

$$\dot{\chi} = \frac{d\chi}{dt}, \ddot{\chi} = \frac{d^2\chi}{dt^2}, \dddot{\chi} = \frac{d^3\chi}{dt^3}$$

In our case, the moment of force is determined by the projection of the force of gravity onto the tangential direction, i.e.

$$M = -mgL \sin \alpha \quad (2)$$

Where,

m - the mass of the aircraft's wing,

g - the acceleration of gravity,

L - the distance from the fulcrum (from the base of the wing).

The minus sign means that with a positive angle of rotation α (counter clockwise), the moment of forces causes movement in the opposite direction.

The moment of inertia of any point of the wing is expressed by the formula

$$I = mL^2 \quad (3)$$

Then the equation of dynamics takes the form:

$$\frac{d^2\alpha}{dt^2} = \frac{-mgL \sin \alpha}{mL^2} = -\frac{g \sin \alpha}{L}, \Rightarrow \frac{d^2\alpha}{dt^2} + \frac{g}{L} \sin \alpha = 0 \quad (4)$$

However, for small fluctuations, when $\sin \alpha \approx \alpha$, equation (1) can be replaced by a linear differential equation:

$$\frac{d^2\alpha}{dt^2} + \frac{g}{L} \alpha = 0 \quad (5)$$

$$\text{Or } \frac{d^2\alpha}{dt^2} + \omega^2 \alpha = 0, \quad (6)$$

Where $\omega = \sqrt{\frac{g}{L}}$ - is the angular frequency of vibration.

The angular frequency (ω) for a linear system is an important parameter that characterizes only the eigenfrequency of the system, therefore it is called the natural frequency. An increase in the rigidity of the system leads to an increase in the natural frequency.

The rate of decrease of the largest deviations in the vibration of the aircraft wing from the tip to the base (root) is described using the logarithmic decrement of oscillations (σ):

$$\sigma = \ln \frac{A_1}{A_2} \quad (7)$$

Where

A1 - the greatest amplitude of the vibration.

A2 - decreasing amplitude of the vibration.

The period (T) of small wing vibration is described by the well-known following formula:

$$T = \frac{2\pi}{\omega} = 2\pi \sqrt{\frac{g}{L}} \quad (8)$$

However, with an increase in the vibration amplitude, the linear approximation $\sin \alpha \approx \alpha$ ceases to be valid. In this case, for a correct description of the vibration, it is necessary to solve the original nonlinear differential equation.

So, let the wing vibration be described by a second-order nonlinear differential equation:

$$\frac{d^2\alpha}{dt^2} + \frac{g}{L} \sin \alpha = 0 \quad (9)$$

We will consider oscillations under the following initial conditions:

$$\alpha(t = 0) = \alpha_0, \quad \frac{d\alpha}{dt}(t = 0) = 0.$$

The angle (α_0) represents amplitude (A) of the vibration.

The order of the equation can be reduced by choosing a suitable integrating factor. We multiply this equation by the integrating factor $d\alpha / dt$. This leads to the following equation:

$$\frac{d^2\alpha}{dt^2} \frac{d\alpha}{dt} + \frac{g}{L} \sin \alpha \frac{d\alpha}{dt} = 0 \Rightarrow \frac{d}{dt} \left[\frac{1}{2} \left(\frac{d\alpha}{dt} \right)^2 - \frac{g}{L} \cos \alpha \right] = 0 \quad (10)$$

After integration, we obtain a first-order differential equation:

$$\left(\frac{d\alpha}{dt} \right)^2 - \frac{2g}{L} \cos \alpha = C \quad (11)$$

Taking into account the initial conditions, we find the constant (C):

$$C = -\frac{2g}{L} \cos \alpha_0 \quad (12)$$

Then the equation (11) takes the form:

$$\left(\frac{d\alpha}{dt}\right)^2 - \frac{2g}{L}(\cos \alpha - \cos \alpha_0) \quad (13)$$

Next, apply trigonometric formula of the double angle:

$$\cos \alpha = 1 - 2 \sin^2 \frac{\alpha}{2} \quad (14)$$

which leads to the following differential equation:

$$\left(\frac{d\alpha}{dt}\right)^2 = \frac{4g}{L} \left(\sin^2 \frac{\alpha_0}{2} - \sin^2 \frac{\alpha}{2} \right), \Rightarrow \frac{d\alpha}{dt} = 2 \sqrt{\frac{g}{L}} \sqrt{\sin^2 \frac{\alpha_0}{2} - \sin^2 \frac{\alpha}{2}} \quad (15)$$

Integrating equation (15), we obtain:

$$\int \frac{d\left(\frac{\alpha}{2}\right)}{\sqrt{\sin^2 \frac{\alpha_0}{2} - \sin^2 \frac{\alpha}{2}}} = \sqrt{\frac{g}{L}} \int dt \quad (16)$$

We denote $\sin \frac{\alpha_0}{2} = k$ and introduce a new variable (θ) instead of the angle (α):

$$\sin \frac{\alpha}{2} = \sin \frac{\alpha_0}{2} \sin \theta = k \sin \theta \quad (17)$$

Then

$$d\left(\sin \frac{\alpha}{2}\right) = \cos \frac{\alpha}{2} d\left(\frac{\alpha}{2}\right) = \sqrt{1 - \sin^2 \frac{\alpha}{2}} d\left(\frac{\alpha}{2}\right) = \sqrt{1 - k^2 \sin^2 \theta} d\left(\frac{\alpha}{2}\right) = k \cos \theta d\theta \quad (18)$$

Hence it follows that:

$$d\left(\frac{\alpha}{2}\right) = \frac{k \cos \theta d\theta}{\sqrt{1 - k^2 \sin^2 \theta}} \quad (19)$$

In the new notation, our equation is written as:

$$\int \frac{k \cos \theta d\theta}{\sqrt{1 - k^2 \sin^2 \theta} \sqrt{k^2 - k^2 \sin^2 \theta}} = \sqrt{\frac{g}{L}} \int dt, \Rightarrow \quad (20)$$

$$\int \frac{k \cos \theta d\theta}{\sqrt{1 - k^2 \sin^2 \theta} k \cos \theta} = \sqrt{\frac{g}{L}} \int dt, \Rightarrow \quad (21)$$

$$\int \frac{d\theta}{\sqrt{1 - k^2 \sin^2 \theta}} = \sqrt{\frac{g}{L}} \int dt \quad (22)$$

Let us discuss the limits of integration. The passage by the wing of the arc from the lower point $\alpha = 0$ to the maximum deviation $\alpha = \alpha_0$ corresponds to a quarter of the oscillation period $T / 4$.

From the ratio between the angles (α) and (θ) it follows that for ($\alpha = \alpha_0$) there must be ($\sin \theta = 1$) or ($\theta = \pi / 2$). Therefore, we obtain the following expression for the period of the vibration:

$$\sqrt{\frac{g}{L}} \frac{T}{4} = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\theta}{\sqrt{1-k^2 \sin^2 \theta}} \quad (23)$$

Or

$$T = 4 \sqrt{\frac{g}{L}} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\theta}{\sqrt{1-k^2 \sin^2 \theta}} \quad (24)$$

The integral on the right-hand side is not expressed in terms of elementary functions. It is the so-called complete elliptic integral of the 1st kind:

$$K(k) = \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{d\theta}{\sqrt{1-k^2 \sin^2 \theta}} \quad (25)$$

The function $K(k)$ is calculated in most mathematical packages. The function $K(k)$ can also be represented as a power series:

$$K(k) = \frac{\pi}{2} \left\{ 1 + \left(\frac{1}{2}\right)^2 k^2 + \left(\frac{1 \cdot 3}{2 \cdot 4}\right)^2 k^4 + \left(\frac{1 \cdot 3 \cdot 5}{2 \cdot 4 \cdot 6}\right)^2 k^6 + \dots + \left[\frac{(2n-1)!!}{(2n)!!}\right]^2 k^{2n} + \dots \right\}, \quad (26)$$

Where the double factorials $(2n - 1) !!$ and $(2n) !!$ denote the product, respectively, of natural odd and even numbers.

Note that if we restrict ourselves to the zero term of the expansion, setting $K(k) = \pi / 2$, then we obtain the well-known formula for the period of small vibrations of the wing:

$$T_0 = 4 \sqrt{\frac{L}{g}} K(k) \approx 4 \sqrt{\frac{L}{g}} \frac{\pi}{2} = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}} \quad (27)$$

The subsequent terms of the series at ($n \geq 1$) just allow one to take into account the anharmonicity of the wing vibrations and the nonlinear dependence of the period (T) on the amplitude α_0 of the vibration.

Conclusions

After investigating how vibrations directly and indirectly affect the aerodynamics efficiency of aircraft; the advantages and disadvantages of wingtip devices (winglets) were analyzed and studied, especially the effects on vibrations in the aircraft's wing.

Additive manufacturing was utilized to create half-wing prototypes, which were subsequently tested for vibrations using the G-Link-200-40g sensor in a subsonic wind tunnel. Our analysis and activities have led us to conclude that additive manufacturing allows the production of parts and prototypes with more complex shapes, making it particularly suitable for the aerospace industry and laboratory experiments. The interfacing with analytical equipment permits analyses and necessary adjustments by integrating detection devices into the production process at any stage of the sequence.

The results of our research, as presented above, shows that winglets reduce both the frequency and amplitude of vibrations generated by the wing under aerodynamic load during flight.

Thus, having the semi-wings ready, a comparative vibrational analysis was carried out, which showed that, in effect, *wing tip devices or winglets, manage to reduce the magnitude of vibrations by an average 29.89%*, for all angles of attack and speeds at which both half wings were tested.

Finally, as recommendations for the project and similar future analyzes, it would be interesting to conduct measurements in the vibrational magnitudes of wings on a larger scale, but at higher air intake velocities.

Future Lines of Research

It is well-known, that winglets make a significant difference in the generation of the aerodynamic forces acting on aircraft. Winglets reduce the aerodynamic drag of the aircraft and the magnitude of the vortices generating by wing tip.

We compared the vibration parameters generated by two different wing tip configurations, without winglet and with winglet, through laboratory activities, but our experiments were limited by:

- The size of the testing area of the subsonic wind tunnel, and
- The half-wing prototype.

Therefore, it is important and very interesting to continue research on the effect of winglets on the vibration of the entire wing and overall airplane structure. This is important for enhancing safety and reducing energy loss due to vibration, which can have a more favorable social and environmental impact by reducing fuel consumption.

References

- Azeez, A. A., Gadala, M., Khudhiri, N. A. & Dol, S. S. (2019). *Aerodynamics Optimization of RC Plane Winglet*. 8th International Conference on Modeling Simulation and Applied Optimization. DOI: 10.1109/ICMSAO.2019.8880426
- Bagherzadeh, S. A. & Salehi, M. (2021). Analysis of in-flight cabin vibration of a turboprop airplane by proposing a novel noise-tolerant signal decomposition method. *Journal of Vibration and Control*, 28(17-18). doi.org/10.1177/10775463211007583
- Beechook, A. & Wang, J. (2013). *Aerodynamic Analysis of Variable Cant Angle Winglets for Improved Aircraft Performance*. 19th International Conference on Automation & Computing. <https://www.researchgate.net/publication/257616854>
- Eguea, J. P., Silva, G. P. G. & Catalano, F. M. (2019). Fuel efficiency improvement on a business jet using a camber morphing winglet concept. *Aerospace Science and Technology*, 96, 9-15. DOI: 10.1016/j.ast.2019.105542
- El-Haddad, N. (2015). *Aerodynamic and Structural Design of a Winglet for Enhanced Performance of a Business Jet (Doctoral Dissertations and Master's Theses)*. Embry-Riddle Aeronautical University. Daytona Beach, Florida. <https://commons.erau.edu/edt/265>
- Farook, M. H. & Getting Chitharanjan, G. (2023). Aerodynamic Characteristics of Blerak Winglet. *Journal of Advanced Research in Fluid Mechanics and Thermal Sciences*, 103(2), 40-52. DOI:10.37934/arfmts.103.2.4054
- He, T., Zhu, G. G., Sweil, S. S. & Su, W. (2019). *Optimal Sensor Placement for Vibration Control of a Flexible Aircraft Wing*. IEEE Conference on Control Technology and Applications (CCTA), Honk Kong, 789-794, 10.1109/CCTA.2019.8920432
- Jain, R., Jain, M. S. & Bajpai, M.L. (2017). Aerodynamics of Winglet: A Computational Fluid Dynamics Study Using Fluent. *International Research Journal of Engineering and Technology*, 3(6). <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:212483571> 10.2514/6.2016-4821
- Khalil, E.E., Hesham, H. O., Abdeghany S., Gamal. M. E., & Harriri G. M. (2016). Air Craft Winglet Design and Performance: Cant Angle Effect. 14th International Energy Conversion Engineering, DOI: 10.2514/6.2016-4821
- Khalil, E.E., Hesham, H. O., Abdel, L. O. & Hariri, G. M. (2017). *Aircraft-Blended Winglet Performance Analyses*. 55th AIAA Aerospace Sciences Meeting. DOI: 10.2514/6.2017-1838
- Paudel, P. (2021). *Aerodynamic Aspects in the Development of Morphing Winglet for a Regional Aircraft*. Ryerson University, Toronto, <https://rshare.library.torontomu.ca/articles>
- Turanoğuz, E. & Alemdaroğlu, N. (2019). *Design of A Medium Range Tactical UAV and improvement of its performance by using winglets*. International Conference on Unmanned Aircraft Systems, Denver. <https://www.researchgate.net/publication/308820239>
- University of Illinois at Urbana-Champaign (2018). *Research examines wing shapes to reduce vortex and wake*. <https://phys.org/news/2018-05-wing-vortex.html>
- Vaezi, E. & Hamed, M. J. (2021). Numerical investigations on winglet effects on aerodynamic and aeroacoustic performance of a civil aircraft wing. *Advances in aircraft and spacecraft science*, 8(4), 303-330. DOI: 10.12989/aas.2021.8.4.303
- Venkatesan, S. P., Beemkumar, N., Jayaprabakar, J. & Kadires, P. N. (2018). Modelling and analysis of aircraft wing with and without winglet. *International Journal of Ambient Energy*, 42(4).

Algoritmo evolutivo para reducir la congestión vehicular

Evolutionary Algorithm to reduce traffic congestion

Juan José Lozano Barrón

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

al194485@alumnos.uacj.mx

<https://orcid.org/0000-0001-6101-2417>

Osslan Osiris Vergara Villegas

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

overgara@uacj.mx

<https://orcid.org/0000-0002-6572-6596>

Salvador Noriega Morales

Universidad Autónoma de Ciudad Juárez

snoriega@uacj.mx

<https://orcid.org/0000-0001-7813-5835>

Eduardo Rafael Poblano Ojinaga

Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez

pooe_65@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0003-3482-7252>

Resumen

Uno de los grandes problemas en cualquier ciudad es el tráfico vehicular y su solución no es fácil, aunque sí es necesaria. Lo primero que se debe realizar es un análisis del tráfico para comenzar a plantear soluciones donde se presentan las congestiones. Existen herramientas disponibles para llevar a cabo el análisis, como la función de tráfico de Google Maps, que permite revisar la saturación vehicular en determinados horarios. Por tanto, en el presente artículo, se muestra una propuesta para desarrollar un algoritmo evolutivo que pronostique la saturación de tráfico vehicular. Para ello, primero se explica la conceptualización del algoritmo, después se presenta su aplicación, desde la captura de los datos hasta los pronósticos. Posteriormente, se ofrecen explicaciones de las pruebas realizadas para evaluar el desempeño del algoritmo en comparación con el estado actual del tráfico, para finalmente realizar una recomendación de uso. Después de las pruebas, los resultados obtenidos muestran la cantidad de iteraciones realizadas para obtener el resultado, así como el estado del tráfico.

Palabras clave: Algoritmo evolutivo, Visión por computadora, Matlab, Pronóstico de carga vehicular, Análisis de tráfico vehicular.

Abstract

One of the big problems in any city is vehicular traffic and its solution is not easy, although it is necessary. The first thing that has to be done is a traffic analysis, to start proposing solutions where congestion occurs. There are tools available to carry out the analysis, such as the traffic function of Google maps, where traffic saturation is checked at certain times. This article shows a proposal to develop an evolutionary algorithm to forecast vehicular traffic saturation. First, the conceptualization of the algorithm is explained. Afterwards, the application of the algorithm is presented from the capture of the data to the forecasts. Subsequently, explanations of the tests carried out are offered to evaluate the performance of the algorithm in comparison to the current state of traffic, to finally make a recommendation for use. After the tests, the results obtained show the number of iterations carried out to obtain the result, as well as the traffic status.

Keywords: Evolutive algorithm, Computer vision, Matlab, Vehicle load forecasting, Vehicle traffic analysis.

Introducción

En la actualidad, la logística y el transporte desempeñan funciones vitales para el funcionamiento de una sociedad que se halla en constante crecimiento (Boukerche *et al.*, 2020). Sin embargo, debido a una infraestructura que no responde a esas exigencias, la congestión de tráfico se ha vuelto parte de la vida diaria de las personas en las ciudades, lo cual tiene un impacto negativo en la economía, el medio ambiente y la calidad de vida de las personas (Ravish y Swamy, 2021).

Esa congestión de tráfico generalmente se produce por la situación anormal en las carreteras y calles debido al exceso de vehículos, lo que provoca un movimiento lento o detenido del tráfico vehicular (Manogaran *et al.*, 2022). Esto puede explicarse por varios factores, entre ellos, el aumento en la cantidad de vehículos en la carretera, la falta de infraestructura adecuada para soportar el flujo de tráfico, los accidentes de tráfico, los cambios climáticos adversos o los eventos especiales (Muhammad *et al.*, 2022).

Para abordar este problema de las ciudades, se aplican diversas tecnologías, desde la sincronización de semáforos hasta la instalación de semaforización inteligente, además de otras medidas como la mejora de la infraestructura vial y el fomento del uso del transporte público, de bicicletas y del caminar (Banishree, 2020). En el estado del arte, se han desarrollado sistemas de gestión de tráfico inteligente y la aplicación de análisis de datos para mejorar la planificación y gestión del tráfico. Sin embargo, en la práctica, el problema persiste y con complejidad creciente (Zhang *et al.*, 2023).

Revisión de literatura

Un algoritmo evolutivo se basa en principios y procesos biológicos para resolver problemas de manera eficiente y efectiva (Bangui y Buhnova, 2022). Por ejemplo, Matlab es un *software* de programación que se puede utilizar para implementar algoritmos evolutivos y resolver problemas complejos en una variedad de campos, como la optimización, la inteligencia artificial y la robótica.

En este sentido, Shaikh *et al.* (2022) llevaron a cabo un estudio referente a la aplicación de algoritmos evolutivos e inteligencia de enjambre para resolver el problema de señalización de tráfico, en el cual demostraron que se pueden reducir los tiempos de espera en las intersecciones entre el 15 % y el 35 % en comparación con las condiciones actuales, mientras que con la inteligencia de enjambre se reduce en promedio un 26 %.

Por su parte, Jiang *et al.* (2017) utilizaron el algoritmo evolutivo para encontrar los pesos y el valor umbral en la red neuronal que se aplica al control de semáforos. De acuerdo con los datos históricos de flujo de tráfico de un cruce, se pronostican los datos de flujo de tráfico del siguiente nodo. Debido a los datos previstos, la frecuencia del semáforo se puede reajustar para mejorar la congestión del tráfico y otros problemas de tráfico. Los resultados obtenidos muestran que la conexión del algoritmo evolutivo con la red neuronal tiene un buen efecto en la optimización del semáforo (Sun *et al.*, 2020).

Algunos ejemplos de algoritmos bioinspirados que se pueden implementar en Matlab son los siguientes:

- Algoritmos genéticos: Los algoritmos genéticos se basan en la selección natural y la evolución biológica para encontrar soluciones óptimas a un problema dado. Matlab tiene una serie de herramientas y funciones que sirven para la implementación de algoritmos genéticos, lo que permite la búsqueda de soluciones óptimas a problemas de optimización complejos (Zhou y Luan, 2018).
- Redes neuronales artificiales: Las redes neuronales artificiales se basan en el funcionamiento del cerebro humano y se utilizan para la clasificación, el reconocimiento de patrones y el pronóstico. Matlab tiene una amplia gama de herramientas y funciones para la implementación de redes neuronales artificiales, lo que permite la resolución de problemas en áreas como la visión por computadora y la inteligencia artificial (Balu y Priyadharsini, 2019).
- Enjambre de partículas: Los algoritmos de enjambre de partículas se basan en el comportamiento de los animales que se mueven en grupo, como las bandadas de pájaros y los bancos de peces. Matlab tiene una serie de herramientas y funciones para la implementación de algoritmos de enjambre de partículas, lo que permite la optimización de problemas de alta dimensionalidad y la búsqueda de soluciones óptimas en espacios de búsqueda complejos (Shahri *et al.*, 2023).

Matlab es un *software* de programación utilizado en muchos campos, incluyendo la gestión del tráfico, y ofrece una amplia gama de herramientas y funciones para procesamiento de imágenes, señales y análisis de datos, lo que lo hace muy útil para abordar problemas de congestión de tráfico (Tamimi *et al.*, 2019; Tiberio *et al.*, 2022). Algunas formas en que Matlab se puede utilizar para abordar la congestión de tráfico son las siguientes:

- Análisis de datos de tráfico: Creación de modelos de pronóstico de congestión de tráfico en una determinada área. Los datos pueden ser obtenidos a través de sensores de tráfico, cámaras de vigilancia y otros sistemas (Meena *et al.*, 2020).

- Simulación de tráfico: Modelados de una determinada área, lo que puede ayudar a evaluar el impacto de diferentes soluciones de gestión de tráfico (Cao y Luo, 2019).
- Optimización de la señalización de tráfico en intersecciones y en carreteras para mejorar el flujo de tráfico y reducir la congestión (Karaduman y Akin, 2022).
- Análisis de las imágenes de tráfico: Captura de imágenes por cámaras de vigilancia, para detectar y seguir vehículos, y para analizar el flujo de tráfico en una determinada área (Shahri, 2023).

• Por otra parte, Google Maps es una aplicación de mapas en línea que también proporciona información de tráfico en tiempo real en muchas ciudades de todo el mundo. Para ello, emplea una variedad de fuentes de datos para determinar el tráfico en tiempo real, incluyendo información de sensores de tráfico, dispositivos móviles, datos de GPS y contribuciones de sus usuarios (Google, 2023).

Al utilizar Google Maps, se puede obtener información actualizada sobre las condiciones de tráfico en una determinada área, lo que les permite tomar decisiones informadas sobre sus rutas de viaje. Además, la aplicación proporciona detalles sobre la velocidad promedio de tráfico, el tiempo de viaje estimado y las rutas alternativas en caso de congestión de tráfico, por lo que brinda una vista en tiempo real en carreteras principales y autopistas (Google, 2023).

Metodología

La metodología es un proceso de siete etapas; en la primera, se explican los detalles para la detección del tráfico de la aplicación de Google Maps y en la segunda se implementa el algoritmo para el pronóstico de la carga vehicular. Los materiales utilizados para son Matlab y Google Maps. Para desarrollar un algoritmo evolutivo en Matlab que utilice Google Maps función objetivo (1) es:

$$EMA = \frac{1}{N} \sum_{t=0}^N (y_1^p - y_1^a) \quad (1)$$

Donde el error medio absoluto del dato (EMA) es la sumatoria entre los datos pronosticados (y_1^p) menos los datos reales (y_1^a) en función del tiempo. Se propone la metodología que se presenta en la figura 1, la cual consta de siete etapas:

Figura 1. Metodología propuesta de algoritmo evolutivo para pronóstico de tráfico



Fuente: Elaboración propia

- Adquisición de imágenes: Utilizando Google Maps y Matlab se toman muestras del tráfico para obtener el estado actual y guardar la información.
- Preprocesamiento: Aplicando el método de Otsu, se obtienen los diferentes umbrales necesarios para segmentar la imagen. El cálculo del umbral es muy importante para extraer las características del objeto por detectar. El umbral k^* que maximiza la varianza entre clases σ_B^2 se calcula mediante la ecuación 2.

$$\sigma_B^2(k^*) = \max_{1 \leq k \leq L} \frac{[\mu_T \omega(k) - \mu(k)]^2}{\omega(k)[1 - \omega(k)]} \quad (2)$$

donde μ_T es la media total de la imagen original, $\omega(k)$ es la probabilidad de ocurrencia de una clase, y $\mu(k)$ es la media de la clase.

- Extracción de características: La información arrojada de Google está definida en 4 colores, los cuales se utilizan para representar el estado actual del tráfico. Luego se hace una clasificación de los colores (figura 2) asignados por Google Maps, del siguiente modo:

Figura 2. Código de colores de Google Maps para el tráfico



Fuente: Google (2023)

- Captura de datos: En Matlab se recopilan datos de tráfico en tiempo real para una determinada ubicación. En el caso de estudio se utiliza el mismo código de colores (figura 3), y se almacena la descripción, con fecha y hora de captura.

Figura 3. Código de colores asignado

Color	Tráfico
	Bajo
	Medio
	Alto
	Muy alto

Fuente: Elaboración propia

1. Procesamiento: Utilizando los datos de tráfico recopilados, se define una función objetivo que evalúe la eficacia de una solución dada en la reducción de la congestión vehicular.
2. Procesamiento: Se generan aleatoriamente una población de soluciones potenciales en el espacio de búsqueda.
3. Algoritmo: Se utiliza la función objetivo definida para evaluar la aptitud de cada solución en la población.
4. Algoritmo: Se seleccionan aleatoriamente un conjunto de padres de la población en función de su aptitud.
5. Algoritmo: Se utilizan operadores de cruce para combinar los genes de los padres seleccionados y generar nuevos hijos.
6. Algoritmo: Se utilizan operadores de mutación para introducir pequeñas variaciones en los genes de los hijos generados.

7. Algoritmo: Se evalúa la aptitud de los nuevos hijos generados utilizando la función objetivo definida.
8. Algoritmo: Se seleccionan los individuos más aptos de la población actual y de los nuevos hijos generados para formar la nueva población.
9. Pronóstico: Se presenta el estado de tráfico de acuerdo con el día y la hora seleccionados.

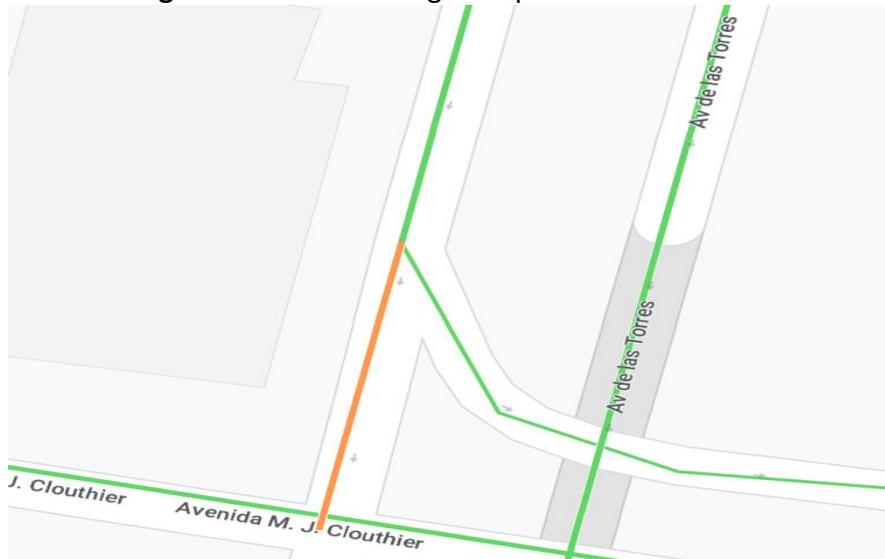
Repetir los pasos 4 al 9 hasta que se alcance un criterio de terminación. La eficacia del algoritmo dependerá de la calidad de la función objetivo, la configuración adecuada de los operadores de selección, cruce y mutación, y la inicialización adecuada de la población. Para la implementación de un algoritmo genético en Matlab se sigue este proceso:

- Recopilación de datos: Se recopilan los datos de tráfico en tiempo real o de simulaciones de tráfico para establecer la base para el diseño del algoritmo genético.
- Definición del problema: Se define el problema de optimización que se desea resolver utilizando el algoritmo evolutivo. En este caso, el problema es eliminar la congestión vehicular en una determinada área.
- Definición del espacio de búsqueda: Se define el espacio de búsqueda, que es el conjunto de soluciones posibles para el problema.
- Codificación de las soluciones: Las soluciones se codifican como cromosomas, que son secuencias de genes que representan las diferentes variables de la solución.
- Evaluación de la aptitud: Se define una función de aptitud que evalúa la calidad de cada solución en el espacio de búsqueda. En este caso, la función de aptitud es una combinación del tráfico y la cantidad de congestión.
- Selección de soluciones: Se utilizan técnicas de selección para elegir las soluciones más aptas para la reproducción en la siguiente generación.
- Operadores genéticos: Se aplican operadores genéticos, como la mutación y el cruce, para crear nuevas soluciones a partir de las soluciones seleccionadas.
- Evaluación de la población: Se evalúa la nueva población de soluciones generadas en la etapa anterior.
- Convergencia: el algoritmo se ejecuta durante varias iteraciones hasta que se alcanza una solución aceptable o se agota el tiempo de ejecución.

Resultados

Una vez extraídas las imágenes de Google Maps en modo tráfico (figura 4), las cuales proporcionan información en tiempo real en el momento de la consulta y se actualizan cada segundo, se permite tener datos casi en tiempo real. Utilizando Matlab, se crea una rutina para realizar consultas de tráfico mediante comandos de Java, ya que Matlab por sí solo no cuenta con las funciones necesarias para llevar a cabo la adquisición de imágenes.

Figura 4. Toma de Google Maps utilizando tráfico



Fuente: Google (2023)

Luego se continúa con el preprocesamiento, donde se pasa la imagen a escala de grises utilizando la función RGB2GRAY de Matlab (figura 5).

Figura 5. Imagen con escala de grises



Fuente: Elaboración propia

Aplicando el algoritmo de Otsu, se obtiene el umbral utilizado para realizar la binarización de la imagen con base en la variación de intensidad de los píxeles (figura 6).

Figura 6. Imagen binarizada

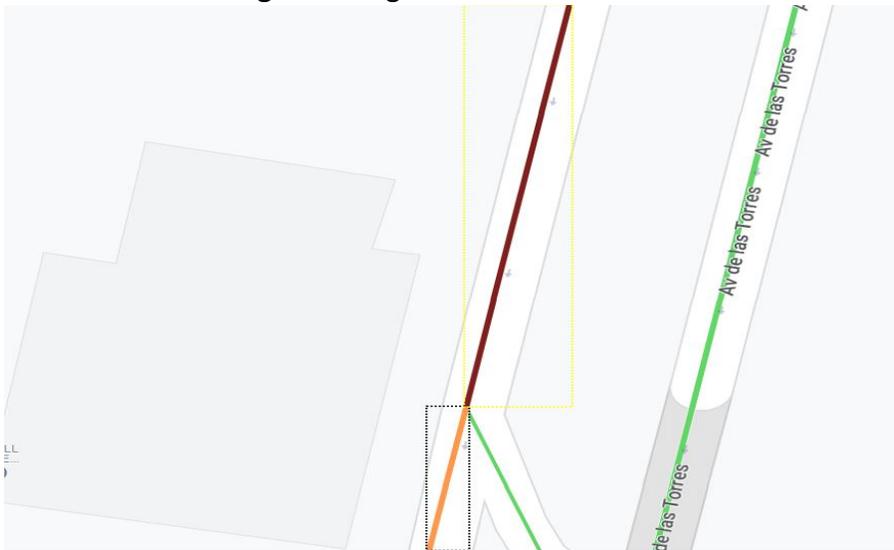


Fuente: Elaboración propia

Sin embargo, es importante destacar que este algoritmo no se utiliza directamente en imágenes de tráfico; por ello, esto forma parte del desarrollo del programa para la identificación de los píxeles dentro de la imagen.

Para diferenciar el tráfico se coloca un recuadro que ayuda a visualizar la condición actual de tráfico (figura 7) con el objetivo de determinar el estado del tráfico al momento de la consulta.

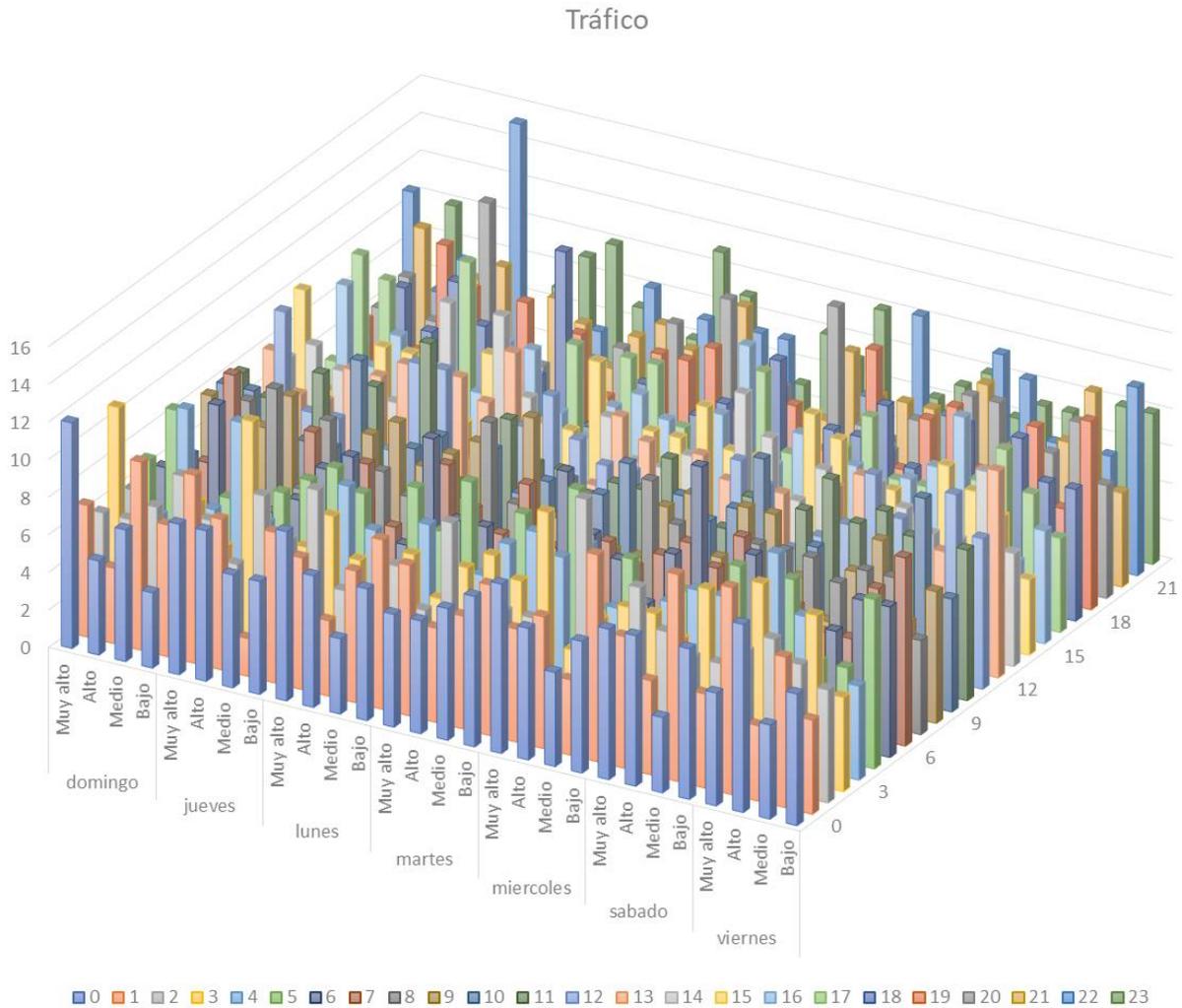
Figura 7. Segmentación del tráfico



Fuente: Elaboración propia

Con la captura de los datos, y una vez almacenados en archivos CSV para facilitar su manejo, se sigue con el procesamiento de datos (figura 8), donde se muestran los resultados de una manera gráfica. Estos resultados son los que se utilizan para entrenar el algoritmo evolutivo.

Figura 8. Representación gráfica de los datos obtenidos



Fuente: Elaboración propia

Para la implementación de un algoritmo genético en Matlab con el objetivo de reducir la congestión vehicular, se sigue el siguiente proceso: se definen como entradas el día de la semana, la hora del día y la cantidad de tráfico. Además, se establecen los parámetros del algoritmo genético, tales como operadores, mutación y cruce. Como salidas, se obtienen el número de iteraciones y la cantidad de tráfico (figura 9).

Figura 9. Resultados de pronóstico de carga vehicular

```
>> Result
Ingrese día de la semana (Lunes - Domingo)
Viernes
Seleccione la hora del día (0-23)
18
Número de iteraciones: 31
Alto
>> Result
Ingrese día de la semana (Lunes - Domingo)
Domingo
Seleccione la hora del día (0-23)
9
Número de iteraciones: 23
Medio
```

Fuente: Elaboración propia

Los resultados pueden compararse con el estado actual del tráfico en la intersección seleccionada, en este caso, el domingo 28 de mayo a las 9:46 (figura 10).

En cada iteración del algoritmo evolutivo, las soluciones se evalúan en función de su aptitud. Las soluciones más aptas tienen mayores probabilidades de ser seleccionadas para la reproducción, lo que permite que las características prometedoras se transmitan a las siguientes generaciones. Los operadores genéticos, como la recombinación y la mutación, introducen variación y exploración en la población en busca de nuevas soluciones potencialmente mejores.

Figura 10. Tráfico domingo 9 a. m.



Fuente: Elaboración propia

Se puede observar tráfico medio en la intersección descrita en el problema, de la cual se obtuvieron los datos. A partir de esto, se nota que el resultado arrojado en la iteración 23 para el día domingo a las 9 a. m. es de tráfico medio, por lo que esta información puede ser utilizada para dar preferencia a otros usuarios. De hecho, la aplicación de este algoritmo se puede extender a una intersección completa con el objetivo de dar paso a la intersección que presenta mayor afluencia de vehículos.

Discusión

Google Maps y Matlab son dos herramientas muy útiles para abordar la reducción del tráfico en una determinada área, ya que, en conjunto, proporcionan información detallada en tiempo real. Para ello, primero se recopilan datos de tráfico en tiempo real mediante Google Maps, los cuales luego se analizan con Matlab. Estos datos se utilizan para crear modelos de pronóstico de congestión de tráfico y para identificar puntos de congestión en la red de carreteras, lo cual permite una planificación y gestión más efectiva del tráfico a largo plazo.

Conclusiones

La combinación de un algoritmo evolutivo y la visión por computadora se presenta como una estrategia prometedora para abordar la saturación del tráfico vehicular en entornos urbanos. A lo largo de esta investigación, se logró conceptualizar y aplicar un algoritmo capaz de realizar pronósticos significativos basados en la captura de datos de tráfico. De hecho, los resultados obtenidos evidencian la efectividad del algoritmo para pronosticar la carga vehicular en la intersección estudiada. No obstante, se observó la influencia de factores imprevistos como accidentes, cierre de calles y emergencias, los cuales pueden afectar la precisión del pronóstico. Estos elementos impredecibles subrayan la complejidad del entorno urbano y la necesidad de considerar variables dinámicas en el modelado.

Aun así, la cantidad eficiente de iteraciones realizadas para obtener resultados resalta la capacidad del algoritmo para ofrecer pronósticos en tiempo real. La comparación con datos proporcionados por Google Maps en la misma área de estudio aporta validez a los resultados obtenidos, aunque se reconoce la importancia de replicar el estudio en diferentes intersecciones para evaluar la eficacia del algoritmo.

Por último, en el análisis final este enfoque integrador se presenta como una herramienta valiosa para la gestión del tráfico urbano. Sin embargo, se subraya la necesidad de continuar investigando y perfeccionando el algoritmo, así como de considerar la variabilidad inherente a eventos impredecibles para lograr una implementación más robusta y generalizable en diversas condiciones urbanas.

Futuras líneas de investigación

El campo de aplicación de la visión por computadora e inteligencia artificial es amplio y dinámico, de modo que ofrece espacio para innovaciones significativas en la mejora de la movilidad urbana y la reducción de la congestión del tráfico.

Además de los sistemas de transporte inteligente, donde se pueden aplicar algoritmos bioinspirados como el enjambre de abejas, colonias de hormigas, redes neuronales, sistemas inmunológicos y colonias de bacterias, este enfoque se limita a la parte de inteligencia artificial. Por el lado de la visión por computadora, se abordó específicamente la sección de monitoreo de vehículos, aunque también se pueden considerar aspectos como el manejo de emergencias,

detección de accidentes, optimización de carriles, controles de acceso, análisis de flujo de tráfico, clasificación de vehículos y peaje inteligente.

Adicionalmente, se identifican áreas de oportunidad, como la optimización de rutas, simulación y modelos predictivos, coordinación entre vehículo y vehículo, y modelado de comportamiento del conductor.

Referencias

- Balu, S. y Priyadharsini, C. (2019). *Smart Traffic Congestion Control System*. 3rd International Conference on Computing Methodologies and Communication (ICCMC), 689-692. doi: <https://doi.org/10.1109/ICCMC.2019.8819759>
- Bangui, H. y Buhnova, B. (2022). Lightweight intrusion detection for edge computing networks using deep forest and bio-inspired algorithms. *Elsevier*, 100(0045-7906), 1-26. doi: <https://doi.org/10.1016/j.compeleceng.2022.107901>
- Banishree, G. (2020). *Intelligent Mobility for Minimizing the Impact of Traffic Incidents on Transportation Networks*. CRC Press. eBook ISBN: 9781003006817 doi: <https://doi.org/10.1201/9781003006817>
- Boukerche, A., Tao, Y. y Sun, P. (2020). *Artificial intelligence-based vehicular traffic flow prediction methods for supporting intelligent transportation systems*. Computer Networks. doi: <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2020.107484>
- Cao, H., y Luo, J. (2019). *Research on VISSIM-MATLAB Integrated Traffic Simulation Platform Based on COM Interface Technology*. 2019 IEEE 3rd Information Technology, Networking, Electronic and Automation Control Conference (ITNEC), 305-309. doi: <https://doi.org/10.1109/ITNEC.2019.8729156>
- Google (2023, June 12). *Google maps* Recuperado el 12 de diciembre del 2023. <https://www.google.com.mx/maps/@31.6588474,-106.3865797,20z/data=!5m1!1e1?entry=ttu>
- Jiang, L., Li, Y. y Liu, Y. C. (2017). *Traffic signal light control model based on evolutionary programming algorithm optimization BP neural network*. 7th International Conference on Electronics Information and Emergency Communication, 564-567. doi: <https://doi.org/10.1109/ICEIEC.2017.8076629>
- Karaduman, G., y Akin, E. (2022). *A New Approach Based on Predictive Maintenance Using the Fuzzy Classifier in Pantograph-Catenary Systems*. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 4236-4246. doi: <https://doi.org/10.1109/TITS.2020.3042997>
- Manogaran, G., Alrayes, I., Alshaikhi, A. y Rawat, D. (2022). *Pre-Predictive Congestion-Based Data Allocation for Sixth Generation Cooperative Intelligent Transportation Systems*. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 18655-18667. doi: <https://doi.org/10.1109/TITS.2022.3198806>
- Meena, G., Sharma, D., y Mahrishi, M. (2020). *Traffic Prediction for Intelligent Transportation System using Machine Learning*. 2020 3rd International Conference on Emerging Technologies in Computer Engineering: Machine Learning and Internet of Things (ICETCE), 145-148. doi: <https://doi.org/10.1109/ICETCE48199.2020.9091758>
- Muhammad, S., Sagheer, A., Taher, M., Muhammad, A., Nizar, S. y Munir, A. (2022). *Smart cities: Fusion-based intelligent traffic congestion control system for vehicular networks using machine learning techniques*. Egyptian Informatics Journal, 23(3), 417-426. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eij.2022.03.003>
- Ravish, R. y Swamy, R. (2021). *Intelligent Traffic Management: A Review of Challenges, Solutions, and Future Perspectives*. Transport and Telecommunication Journal, 22(2), 163-182. doi: <http://dx.doi.org/10.2478/ttj-2021-0013>
- Shahri, P., HomChaudhuri, B., Pulugurtha, S., Mesbah, A. y Ghasemi, A. (2023). *Traffic Congestion Control Using Distributed Extremum Seeking and Filtered Feedback Linearization Control Approaches*. IEEE Control Systems Letters, 1003-1008. doi: <https://doi.org/10.1109/LCSYS.2022.3229267>
- Shaikh, P., El-Abd, M., Khanafer, M. y Gao, K. (2022). *A Review on Swarm Intelligence and Evolutionary Algorithms for Solving the Traffic Signal Control Problem*. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 23(1), 48-63. doi: <https://doi.org/10.1109/TITS.2020.3014296>
- Sun, Z., Wang, P., Wang, J., Peng, X. y Jin, Y. (2020). *Exploiting Deeply Supervised Inception Networks for Automatically Detecting Traffic Congestion on Freeway in China Using Ultra-Low Frame Rate Videos*. IEEE Access, 21226-21235. doi: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.2968597>

- Tamimi, A. A., Tawalbeh, A. y Saleh, K. (2019). *Intelligent Traffic Light Based On Genetic Algorithm*. 2019 IEEE Jordan International Joint Conference on Electrical Engineering and Information Technology (JEEIT), 851-854. doi: <https://doi.org/10.1109/JEEIT.2019.8717401>
- Tiberio, J., Vicerra, E. y Jose, J. B. (2022). *Density-Based Optimization Approach for Coordinated Traffic Management on a Simplified Traffic Model using Genetic Algorithms*. TENCON 2022 - 2022 IEEE Region 10 Conference (TENCON), 1-8. doi: <https://doi.org/10.1109/TENCON55691.2022.9977766>
- Zhang, T., Xu, J., Cong, S., Qu, C. y Zhao, W. (2023). *A Hybrid Method of Traffic Congestion Prediction and Control*. IEEE Access, 36471-36491. doi: <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3266291>
- Zhou, L. y Luan, W. (2018). *A Two-level Traffic Light Control Strategy for Preventing Incident-Based Urban Traffic Congestion*. IEEE Transactions on Intelligent Transportation Systems, 13-24. doi: <https://doi.org/10.1109/TITS.2016.2625324>

Curriculums

María Teresa Martínez Almanza

Profesora-investigadora de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Doctora en Ciencias Humanas y de la Cultura por la Universidad de Girona, España. Su trabajo se desarrolla en el ámbito interdisciplinario de las ciencias sociales. Cuenta con varias publicaciones en libros, artículos y revistas especializadas sobre temas de seguridad, migración, gobernanza y políticas públicas en la frontera Ciudad Juárez-El Paso. Es Coordinadora de la Academia de Políticas Públicas. Pertenece a la Red para la Promoción de la Salud, Educación y Bienestar Psicosocial de Comunidades rurales y migrantes (CORYMI) y al Sistema Nacional de Investigadores. Cuenta con el reconocimiento del Perfil Prodep (SEP). Participa en la Mesa de Seguridad y Justicia de Ciudad Juárez. Es Coordinadora del Observatorio de Seguridad y Convivencia Ciudadana de la UACJ y es editora en jefe del Anuario de Derecho, Comercio Internacional y Seguridad y Políticas Públicas de la UACJ.

Norberto Emmerich

Presidente del Centro de Estudios en Estrategia y Políticas Públicas – CEEYPP, consultora especializada en geopolítica, seguridad y estudios estratégicos. Profesor invitado en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez – México. Licenciatura en Seguridad y Políticas Públicas. Fue miembro de la Comisión Directiva y del Comité Científico de la Asociación Latinoamericana de Investigadores en Campañas Electorales – Alice. Fundación Ortega y Gasset, Madrid. España. Coordinador de la Maestría en Relaciones Internacionales, Coordinador General de Investigaciones y Decano del Centro de Seguridad y Defensa del Instituto de Altos Estudios Nacionales – IAEN, Quito, Ecuador. Es autor de un gran número de obras sobre seguridad, narcotráfico y delincuencia organizada en revistas de alto impacto y libros de reconocidas editoriales.

Santos Alonso Morales Muñoz

Licenciado en Derecho por la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ), cuenta con dos maestrías: En Derecho Procesal Constitucional por el Instituto de Estudios Superiores en Derecho Penal y en Ciencias Jurídicas por la UACJ. Desde 1988, desempeña labor como Docente Investigador de tiempo completo en la misma universidad, siendo parte del Departamento de Ciencias Jurídicas. En el año 2018, asumió el rol de director del Instituto de Ciencias Sociales y Administración, liderando iniciativas académicas y administrativas. Además, fue Coordinador del programa académico Licenciatura en Seguridad y Políticas Públicas contribuyendo al diseño y desarrollo de planes de estudio innovadores. Ha sido Coordinador de la Maestría en Derecho Empresarial en la UACJ. Cuenta con varias publicaciones relacionadas con las problemáticas fronterizas de Ciudad Juárez.

Ma. Guadalupe Mancha Valenzuela

Licenciada en Derecho por la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ), cuenta con una maestría en Investigación Criminal, Campus Internacional de Inteligencia y Pericia CIIP, Campus España. Desde 2018 es docente de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, en la Licenciatura de Seguridad y Políticas Públicas del Departamento de Ciencias Jurídicas. Como experiencia laboral, fue Coordinadora de la Unidad de Detenidos de la fiscalía general del Estado de Chihuahua y directora de Asuntos Jurídicos de la Secretaría de Seguridad Pública Municipal de Ciudad Juárez. Actualmente es Coordinadora de Apoyo al Desarrollo Académico del Instituto de Ciencias Sociales y Administración de la UACJ. Cuenta con experiencia en el área de seguridad pública y privada,

derecho penal y familiar, políticas públicas contra la violencia de género y abuso infantil, entre otros temas.

Mario Alberto Herrera Venegas

Licenciado en Derecho por la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ), cuenta con una maestría en Derecho Fiscal por la UACJ. Desde 2018 es docente de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, en las Licenciaturas de Derecho y de Seguridad y Políticas Públicas, además en la Maestría de Amparo del Departamento de Ciencias Jurídicas. Dentro de su experiencia laboral trabajó en Baker & McKenzie Abogados y actualmente es socio fundador del despacho Roldan Venegas Abogados. Cuenta con experiencia en derecho constitucional, derecho procesal constitucional, litigio administrativo y derecho fiscal, además de estrategia legal integral.

Victoria Barraza Echeverría

Estudiante del Doctorado en Psicología de la Línea de Investigación e Incidencia (LIE): Psicología de la Salud de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Maestra en Administración y Licenciada en Psicología. Coordinadora de la Unidad Mixta de Defensa Legal y Atención Psicológica para Policías y sus familias UDAPP en la Secretaría de Seguridad Pública Municipal SSPM. Integrante de la Red de Organizaciones Dedicadas a la Salud Mental, Prevención y Atención de Enfermedades Psiquiátricas y por Abuso de Sustancias ROTMENAS. Cuenta con publicaciones sobre afrontamiento de estrés en cadetes de policía y estrategias de negociación, procesos de planeación y efectividad.

María Nieves González Valles

Profesora investigadora de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Doctora en Ciencias Sociales. Maestra en Psicología Clínica y Psicoterapia y Maestra en Terapia Familiar Sistémica y Licenciada en Psicología. Docente en la Licenciatura en Psicología, Maestría en Psicología y Doctorado en Psicología, programas educativos con reconocimiento del Sistema Nacional de Posgrados CONACYT. Perfil Prodep de la SEP. Líder del Cuerpo Académico UACJ-CA35 Psicología, Educación y Salud, de la Secretaría de Educación Pública. Miembro de la Red de Psicología Social del CUMEX. Integrante de la Red de Organizaciones Dedicadas a la Salud Mental, Prevención y Atención de Enfermedades Psiquiátricas y por Abuso de Sustancias ROTMENAS. Integrante de la Red para la Promoción de la Salud, Educación y Bienestar Psicosocial en Comunidades Rurales y Migrantes CORYMI.

Alberto Castro Valles

Profesor investigador de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Doctor en Ciencias Sociales. Maestro en Ciencias Sociales. Licenciado en Psicología. Coordinador del Doctorado en Psicología y Docente en la Licenciatura en Psicología. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel 1 y cuenta con el Perfil Prodep de la SEP. Miembro del Cuerpo Académico UACJ-CA35 Psicología, Educación y Salud, de la Secretaría de Educación Pública, Miembro de la Red de Psicología Educativa y Psicología Social del CUMEX, Integrante de la Red de Organizaciones Dedicadas a la Salud Mental, Prevención y Atención de Enfermedades Psiquiátricas y por Abuso de Sustancias ROTMENAS. Integrante de la Red para la Promoción de la Salud, Educación y Bienestar Psicosocial en Comunidades Rurales y Migrantes CORYMI. Integrante grupo de investigación UACJ-UTEP. Tutor externo del Doctorado en Psicología UNAM y Doctorado en Investigación Educativa UAEM.

Paulina Calderón Márquez

Doctora en Ciencias Administrativas por la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ), Docente de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez por más de 15 años. Línea de investigación comportamiento organizacional en el sector privado y público, competencias laborales. Publicaciones recientes: (2022) Capítulo de libro denominado: Validez de contenido por expertos. Una visión de las metodologías en el área de ciencias administrativas y sociales en el libro “Soluciones multidisciplinarias para el desarrollo regional del noroeste de Chihuahua”. Ediciones del Lirio. p. 87-102. (2021) Análisis de la norma oficial mexicana sobre factores de riesgo psicosocial en el trabajo desde el enfoque de la psicometría , *Academic Journal of Studies in Society, Sciences and Technologies–Geplat Papers*, 3.

Manuel Ramón González Herrera

Profesor Investigador en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez dentro del Departamento de Ciencias administrativas en la Licenciatura en Turismo. Profesor y miembro del Núcleo Académico Básico del Doctorado en Ciencias Administrativas. Profesor invitado del Máster Universitario Management y Gestión del Cambio, y del Doctorado de la Facultad de Ciencias Económicas, Empresariales y Turismo, Universidad de Alcalá, Madrid, España. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel I. Línea de investigación: Gestión Sustentable del Turismo. Publicaciones: (2021) Tourism Experiential Learning Through Academic Field Trips in Higher Education: A Case Study of Copper Canyon (Mexico). *Tourism: An International Interdisciplinary Journal*, 69(4), 471- 493 y (2021) Patrimonio urbano y alojamientos turísticos en Cienfuegos (Cuba). *Revista Vegueta*, Anuario de la Facultad de Geografía e Historia. 21 (1), 237-265.

Amelia Márquez Jurado

Doctora en Educación Universidad Autónoma de Chihuahua, Maestra en Salud del Trabajo por la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez y Licenciada en Psicología, 20 años de experiencia docente y de manejo de psicometría. Docente Jubilada de la UACJ. Con especialidad en psicología clínica y psicología forense, así como, psicólogo perito a la fecha. Publicaciones: (2021) Análisis de la norma oficial mexicana sobre factores de riesgo psicosocial en el trabajo desde el enfoque de la psicometría, *Academic Journal of Studies in Society, Sciences and Technologies–Geplat Papers*, 3(2); (2015). A new way of evaluating basic university level competences: Instrument design and validation. *International Journal of Science and Technology Education Research*, 6(1), 1-8.

Luis Ernesto Orozco Torres

Doctor en Derecho por la Universidad de Sevilla, profesor investigador de la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez; miembro de la *European Society of International Law / Société Européenne de Droit International* y de la Asociación Española de Profesores de Derecho Internacional y Relaciones Internacionales. Miembro del Sistema Estatal de Investigadores de Chihuahua desde 2010 y del Sistema Nacional de Investigadores, nivel I (2013-2015, 2019-). Miembro de la Red Iberoamericana de Investigadores sobre Administración de Justicia, Nuevas Tecnologías y Derechos Humanos, registrada en la Asociación Universitaria de Universidades de Posgrado, auspiciada por la Universidad de Sevilla y la Universidad Autónoma de San Luis Potosí, fundada el 9 de abril de 2021. Es autor de “Terrorismo internacional. Problemas de armonización del ordenamiento nacional con respecto al derecho internacional: el caso mexicano”, en Orozco Torres, Luis Ernesto [Coord.], *Sociedad global, ciber (in)seguridad y terrorismo(s): retos y alternativas*, Ciudad de México,

Tirant lo Blanch/UACJ, 2019, pp. 225-261; “La asistencia consular como derecho humano”, en Jiménez Solares, Elba, *Migración*, Colección desafíos de la justicia penal, Ciudad de México, Tirant lo Blanch-INACIPE, 2019, pp. 29-63; *Fundamento y condición del derecho internacional*, Ciudad de México, Tirant lo Blanch, 2020; *Interacción entre los sistemas jurídicos mexicano e internacional*, Ciudad de México, Fondo de Cultura Económica, [próxima aparición]. ORCID: 0000-0003-4659-5153.

Edgar Omar García Cardona

Egresado de la Licenciatura en Derecho y de la Maestría en Investigación Jurídica, ambas en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, abogado litigante en materia civil, mercantil y amparo, así como asesor jurídico empresarial, ha cursado diversos diplomados y cursos en el INACIPE, en el Supremo Tribunal de Justicia del Estado de Chihuahua, en el Tribunal Superior de Justicia de la Ciudad de México, entre otros; profesor por asignatura de las materias de Derecho de amparo, Metodología de la Investigación Jurídica y Derecho Internacional Público en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, es autor de “Naciones Unidas y las migraciones: un enfoque novedoso, humanista y pragmático” dentro del libro “Migración: una mirada multidisciplinar”, en coautoría con el Dr. Luis Ernesto Orozco Torres, publicado en editorial Tirant Lo Blanch, Ciudad de México, 2021 y Recensión, “Crímenes de Lesa Humanidad en el Siglo XXI. Avances y retrocesos de la justicia penal internacional”, Revista *Ius Et Scientia*” de la Universidad de Sevilla, 2022

Javier Antonio Lom Hernández,

Doctorado en Ciencias de la ingeniería Industrial por el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez. Desde 2002, se encuentra activo en el sector automotriz, con experiencia en mejora continua, industrial y seis sigma, en procesos de manufactura electrónica e interiores, con estancias como Gerente de ingeniería en plantas en Europa, Asia, África y América, liderando implementaciones de proyectos de mejora continua, arranque de instalaciones y transferencias de productos. Fue docente del Tecnológico Nacional de México campus de Ciudad Juárez, en el área de investigación, administración de proyectos y Manufactura en Industria 4.0.

Adán Valles Chávez

Doctor en Ciencias en ingeniería Industrial por el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez. Desde 2011 es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SIN). Docente e investigador del Tecnológico Nacional de México campus de Ciudad Juárez, maestro investigador con más de 40 años de servicio, impartiendo cátedra en ingeniería Industrial nivel Licenciatura, Maestría y Doctorado, área de investigación en Mejoramiento, Manufactura Esbelta, Metodología Seis Sigma, Tecnología y Estrategia de Manufactura, Manufactura en Industria 4.0 y cuenta con más de 90 publicaciones en revistas científicas y 90 artículos en memorias de conferencias. Asesor de más de 100 tesis y residencias de Licenciatura y Maestría en los temas de Manufactura Esbelta y Seis Sigma. Participación en congresos de ingeniería industrial nacionales e internacionales en Japón, Alemania, Francia, España, Colombia, Estados Unidos y México. Distinciones programa para el desarrollo profesional docente (Prodep) desde el 2010 hasta el 2025. Distinciones Asociación Nacional de Facultades y Escuelas de Ingeniería (ANFEI) nombre de la distinción: año: merito académico 2014, de la región I.

Shehret Tilvaldyev.

Se licenció en Ingeniería Mecánica en 1980 por la Universidad Politécnica de Frunze, URSS (Rusia), y en Ingeniería Industrial Mecánica en 2006 por el St. Clair College, Windsor, Ontario (Canadá). Obtuvo el doctorado en 1991 en el Instituto de Investigación Espacial de la Academia Rusa de las Ciencias, Moscú (URSS). Ingeniero Mecánico (Ingeniería Aeroespacial), Ingeniero Industrial (Industria Automotriz) y Científico - más de 30 años de experiencia en Rusia (Siberia y Moscú), Canadá y México. Actualmente (desde 2012) es profesor de tiempo completo del Departamento de Ingeniería Aeronáutica y Manufactura, Universidad Autónoma de Ciudad Juárez, Instituto de Ingeniería y Tecnología, México. Autor de más de 50 publicaciones, incluidas las patentes (Rusia). Miembro del Comité Técnico del Instituto de Ciencia e Ingeniería (ICOAE), (desde 2016), Miembro de la Federación Astronáutica Internacional (IAF) (desde 2017), El Consejo Canadiense de Ingenieros Profesionales (desde el 12 de marzo de 1999).

Arturo Paz Pérez

Es Ingeniero en Aeronáutica con una maestría en ciencias de la ingeniería aeronáutica con especialidad en estructuras y Doctorado en Ciencias de la Ingeniería. Ha desarrollado diversas investigaciones sobre vehículos aéreos no tripulados, en la carrera del docente obtuvo una patente el 27 de mayo de 2021, con el folio de IMPI: MX/a/2015/003936; patente en examen de fondo, con fecha del 14 de junio de 2020, y el folio de IMPI: MX/a/2017/007070; modelo de utilidad que se encuentra en examen de fondo con fecha del 8 de enero de 2021, y el folio de IMPI: MX/u/2018/000263. Estos logros demuestran su capacidad para generar innovaciones prácticas y aplicables en su área de conocimiento. Cuenta con amplia trayectoria en la industria aeronáutica como lo son: Aeroméxico, Oaxaca Aerospace, GE Aviation. Además de ser afiliado a: The American Institute of Aeronautics and Astronautics.

Edgar Alfonso Muñoz Avitia

Pasante de noveno semestre de ingeniería aeronáutica con sólida formación académica. Participante en proyectos de investigación con enfoque en áreas que a la ingeniería aeronáutica le compete, como análisis de resistencia a la tensión y durabilidad de materiales compuestos con matriz polimérica, el más reciente acerca del efecto de un winglets con ángulo de peralte de noventa grados en la generación de vibraciones en una media ala con perfil aerodinámico simétrico NACA 0018. Mi formación académica, respaldada por materias que he cursado durante la carrera de ingeniería en aeronáutica como: estructuras aeronáuticas, aerodinámica, mecánica de vuelos y diseño de aeronaves, así como también habilidades necesarias, un ejemplo: el trabajo en equipo, la resolución de problemas o el dominio del idioma inglés. Proporcionan los conocimientos fundamentales y necesarios para contribuir de forma significativa a investigaciones de este tipo.

Juan José Lozano Barrón

Ingeniero en mecatrónica con especialidad en robótica y manufactura avanzada por el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez, Maestro en administración de negocios con especialidad en calidad y productividad por la Universidad Tecmilenio campus Monterrey, Estudiante de Doctorado en Tecnologías con especialidad en visión por computadora e inteligencia artificial por la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez. Experiencia Profesional como Ingeniero de prueba, Líder de Ingeniería de manufactura avanzada y Gerente de Ingeniería.

Osslan Osiris Vergara Villegas

Ingeniero en Sistemas computacionales por el Instituto Tecnológico de Zacatepec, Maestría en Ciencias de la computación por el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico, Doctor en Ciencias de la Computación por el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo Tecnológico y Profesor-Investigador en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez en el departamento de Ingeniería Industrial y de Manufactura, sus intereses de investigación incluyen el reconocimiento de patrones, el procesamiento de señales digitales, la visión por computadora, la compresión de imágenes y la mecatrónica. Es miembro del Sistema Nacional de Investigadores (México) y de la IEEE Computer Society.

Salvador Noriega Morales

Profesor-investigador de tiempo completo en la UACJ (Universidad Autónoma de Ciudad Juárez). Miembro del Sistema Nacional de Investigadores nivel I. Doctorado en Ciencias en Ingeniería Industrial por el Instituto Tecnológico de Ciudad Juárez. Miembro del Sistema Nacional de Investigadores Nivel I. Sus líneas de investigación son tecnología, competitividad y complejidad, y Diagnóstico, planeación y diseño de tecnologías y sitios de trabajo. Integrante del cuerpo académico consolidado: Planeación Tecnológica y Diseño Ergonómico. Su investigación está enfocada al despliegue de proyectos de Seis Sigma y manufactura esbelta. Así como a la determinación de los factores de la efectividad de dichos sistemas. Basado en la segunda LGAC (Líneas de Generación y Aplicación del Conocimiento), su investigación está enfocada el rediseño ergonómico de estaciones de trabajo para reducir el riesgo de lesión y mejorar la satisfacción y bienestar en el trabajo. Ha dirigido proyectos de investigación de estudiantes de licenciatura, maestría y doctorado de diversos programas de la UACJ y de la UNAM.

Eduardo Rafael Poblano Ojinaga

Ingeniero Industrial en el Tecnológico Nacional de México, Campus La Laguna. Maestría en Ciencias en Ingeniería Administrativa en Campus Cd. Juárez. Doctor en Tecnología en la Universidad Autónoma de Cd. Juárez-México (2019) y miembro del Sistema Nacional de Investigadores (México). La línea de investigación está relacionada con la Planificación Estratégica, la Ingeniería de la Calidad y el SEM. Experiencia profesional como Gerente de Fabricación, Calidad e Ingeniería. Consultor en Ingeniería de Calidad, Seis Sigma y Trabajo en Equipo.

Rigoberto Reyes Valenzuela

Originario de Huatabampo, Sonora, México, estudió la carrera de Licenciatura en Sistemas Computacionales en la Universidad de Occidente, en Los Mochis, Sinaloa, obtuvo el grado de Maestro en Administración por la Universidad de Sonora, y actualmente estudia el doctorado en Tecnología Educativa, en la Universidad Davinci; cuenta con una experiencia profesional de 31 años en el sector educativo nacional del área tecnológica, en provincia se desempeñó como Director del Instituto Tecnológico de Orizaba, Veracruz y como Subdirector en los Institutos Tecnológicos de: Huatabampo, Sonora, Ciudad Jiménez, Chihuahua y Valle del Yaqui en Bácum, Sonora, México.

Maria Luisa López Roa

Originaria de Ciudad Obregón, Sonora, México, estudió la carrera de Licenciatura en Administración en el Instituto Tecnológico Superior de Cajeme, obtuvo el grado de Maestra en Relaciones Económicas Internacionales y Cooperación por la Universidad de Guadalajara y el de Doctora en

Administración Pública por el Instituto Sonorense de Administración Pública, A. C.; cuenta con una experiencia profesional de trece años, en sectores como educativo en el área de ciencias económico administrativas e ingenierías y como administradora de sistemas de gestión de la calidad, consultora y auditora de laboratorios de sanidad acuícola en el 75 % de los laboratorios acreditados en el estado de Sonora bajo la NMX-EC-17025-IMNC-2018. Agente capacitadora externa de la STPS y miembro activo del Colegio Nacional de Licenciados en Administración (CONLA).

Rubén Juárez Rodríguez

Originario de Tehuacán, Puebla, México, estudió la carrera de Licenciado en Informática, en el Instituto Tecnológico de Orizaba, obtuvo el grado de Maestro en Dirección y Administración de Empresas en la Universidad Internacional de la Rioja (UNIR); cuenta con una experiencia profesional de 25 años en el sector educativo nacional del área tecnológica en la que ha colaborado a nivel central del Tecnológico Nacional de México (DGEST, DGIT) de Jefe de Trámite y Gestión en Dirección de Personal, Coordinador Administrativo en Dirección de Institutos Tecnológicos Descentralizados y Jefe de Asistencia a los responsables de Recursos Humanos de los Institutos Tecnológicos Federales, en provincia se desempeñó como Subdirector de Servicios Administrativos en I. T. de Orizaba, y Jefe de Recursos Humanos y Jefe de la carrera en Ingeniería en Sistemas Computacionales en el I. T. de Tehuacán, México.

Encuentro de ideas: Un mosaico de aportaciones interdisciplinarias al conocimiento

Se terminó de editar en febrero del 2024 en los talleres de Editorial Centro de Estudios e Investigaciones para el Desarrollo Docente. CENID AC Pompeya # 2705. Colonia Providencia C.P. 44670 Guadalajara, Jalisco.
México Teléfono: 01 (33) 1061 8187



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



TEC. DE
JUÁREZ
Forjando el futuro,
transformando vidas.



CONAHCYT
CONSEJO NACIONAL DE HUMANIDADES
CIENCIAS Y TECNOLOGÍAS



Editorial Cenid