

La Estadística Aplicada a las Ciencias Sociales

Coordinador

Dr. Moisés Silva Cervantes



 **Saberes 5**
COLECCIÓN





Directorio

Dr. Oswaldo Chacón Rojas
RECTOR

Mtra. María del Carmen Vázquez Velasco
SECRETARIA GENERAL

Mtra. Mónica Guillén Sánchez
**SECRETARIA DE IDENTIDAD Y RESPONSABILIDAD
SOCIAL UNIVERSITARIA**

Andrea Mena Álvarez
COORDINADORA GENERAL CEDES

Mtro. Gabriel Velázquez Toledo
DIRECTOR EDITORIAL



La Estadística Aplicada a las Ciencias Sociales

Coordinador

Dr. Moisés Silva Cervantes

La Estadística Aplicada a las Ciencias Sociales

1ª Edición 2026

Edición: Dirección Editorial.

Diseño editorial, composición y formación: Joshep Fabian Coronel Gómez

Cuidado editorial: Gabriel Velázquez Toledo.

Portada: Joshep Fabian Coronel Gómez, Ilustración de Gemini

Gestión editorial: Rocío Aguilar Sánchez



ISBN Colección: **978-607-561-388-8**

ISBN: **En trámite**

D.R. © 2026 Universidad Autónoma de Chiapas
Centro de Estudios para el Desarrollo Municipal y Políticas Públicas.
Boulevard Belisario Domínguez km 1081, sin número, Terán, C. P.
29050, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
Miembro de la Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana con
número de registro de afiliación: 3932.
Miembro de la Red Nacional de Editoriales Universitarias y Académicas
de México, Altexto.
Miembro de la EULAC, Asociación de Editoriales Universitarias de
América Latina y El Caribe.

Las opiniones expresadas por el autor no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación o de la Universidad Autónoma de Chiapas; la información y análisis contenidos en esta publicación son responsabilidad del autor. Las imágenes de portada, la composición de interiores y el diseño de cubierta son propiedad de la Universidad Autónoma de Chiapas.

Editado e impreso en México

Edited and printed in Mexico

Índice

	Prólogo	6
	Dra. Grace Tamara Vergara Quijada Dr. Manuel Iván Espinosa Gallegos	
	Introducción	9
	Dr. Moisés Silva Cervantes	
Capítulo		
01	Estudio descriptivo para explicar la interacción entre capital social y el ingreso sobre el rendimiento académico	14
	Dr. José Luis González Niño Dr. Moisés Silva Cervantes Dr. Víctor Andrés González Domínguez	
Capítulo		
02	Aplicación de ANOVA a la afiliación en los sistemas de salud del sur y sureste de México	28
	Dr. Erick Ruíz Romero Dr. Hugo Rafael Montero Pérez	
Capítulo		
03	Índice delictivo en las alcaldías de la CDMX en 2020	44
	Ing. Jorge Pérez Heredia Dra. Grace Tamara Vergara Quijada	
Capítulo		
04	Percepción de inseguridad en la movilidad urbana de Chiapas	69
	Lic. Antonio Lagunes Mtro. Gustavo Andrade Gutiérrez	
Capítulo		
05	Métodos de integración en simulaciones de partículas: conservación de energía y estabilidad numérica para aplicación en dinámicas sociales	81
	Ing. Antonio Pérez Heredia Dr. Dorian Francisco Gómez Hernández	

Prólogo

En un mundo donde los problemas sociales se vuelven cada vez más complejos, la estadística emerge no solo como una herramienta técnica, sino como un lenguaje capaz de traducir realidades urgentes en oportunidades de cambio. Este libro es el resultado del compromiso académico y social del Seminario de Titulación "La Estadística Aplicada a las Ciencias Sociales", organizado por el Centro de Estudios para el Desarrollo Municipal y Políticas Públicas (CEDES) de la Benemérita Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH). Aquí, las cifras dejan de ser abstractas para convertirse en testimonios de las comunidades a las que sirven, gracias al trabajo riguroso de estudiantes y académicos que han dedicado horas de análisis, discusión y reflexión para construir conocimiento con sentido humano.

El CEDES, a través de su Licenciatura en Estadística y Sistemas de Información, ha asumido el reto de formar profesionales capaces de vincular el análisis cuantitativo con las necesidades sociales más apremiantes. El seminario de titulación, se llevó a cabo entre marzo y octubre de 2024, comprendió 125 horas efectivas de trabajo intensivo, estructurados en cinco módulos que articularon fundamentos estadísticos con aplicaciones sociales. El módulo inicial abordó metodologías de muestreo con especial énfasis en técnicas para la recolección ética de información en contextos de vulnerabilidad. Posteriormente, el módulo II profundizó en estrategias de organización y representación gráfica de datos mediante el uso de histogramas, diagramas de dispersión y tablas de contingencia, herramientas fundamentales para la identificación de patrones sociales. La formación en estadística inferencial (módulo III) capacitó a los participantes en la aplicación de pruebas de hipótesis para la evaluación rigurosa de intervenciones sociales. Los módulos avanzados (IV y V) desarrollaron competencias en modelaje predictivo a través de modelos de regresión lineal, asociación de variables mediante

el análisis de correlación y de comparación de grupos mediante el análisis de varianza (ANOVA), técnicas particularmente relevantes para el estudio de desigualdades estructurales y la evaluación comparativa de políticas públicas. Esta estructura modular permitió que cada investigación de los estudiantes, transitara desde el diseño muestral hasta el análisis multivariado, garantizando que los casos presentados en esta obra cumplan con los estándares de validez interna y relevancia externa que exige la investigación aplicada.

Por tanto, el Seminario es un ejemplo claro de cómo la academia puede trascender las aulas para impactar directamente en la sociedad; dividido en cinco módulos secuenciales, el programa combinó sesiones sincrónicas con docentes especialistas y tutorías personalizadas, que permitieron a los estudiantes desarrollar investigaciones aplicadas con el más alto nivel metodológico ya que cada fase del seminario, estuvo orientada a fortalecer no solo las habilidades técnicas de los participantes, sino la capacidad para interpretar críticamente la realidad.

Lo que hace único este esfuerzo, es su enfoque interdisciplinario y territorial, pues los trabajos aquí compilados no solo cumplen con estándares académicos exigentes, sino que parten de problemáticas concretas del contexto nacional y en especial del sureste mexicano. El seminario se convirtió así en un espacio donde la estadística dialogó permanentemente con la sociología, la economía, las políticas públicas y las tecnologías de información, demostrando que los grandes desafíos sociales requieren miradas plurales y colaborativas.

Este libro es, ante todo, un reconocimiento al esfuerzo de los estudiantes del CEDES-UNACH. Al leer estas páginas, el lector descubrirá que la verdadera potencia de la Estadística Aplicada radica en su capacidad para humanizar el análisis social. Estos textos no buscan solo describir realidades, sino incidir en ellas, ofreciendo a tomadores de decisiones, a académicos y actores sociales herramientas concretas para construir políticas más justas y efectivas.

El seminario, y por extensión este libro, representan el compromiso del CEDES-UNACH con una formación profesional que no se limita a la transmisión de conocimientos, sino que se mide por su capacidad para transformar entornos.

A los lectores, se les invita a leer estos textos con dos preguntas:
¿Cómo pueden estos métodos replicarse en otros contextos sociales?
¿Qué nuevas preguntas de investigación surgen de sus hallazgos?

En última instancia, esta obra invita a reflexionar sobre el papel de las universidades públicas en el México contemporáneo. El CEDES ha optado por formar estadísticos que son, al mismo tiempo, analistas sociales; profesionales cuyas ecuaciones incorporan variables éticas y cuyo trabajo trasciende las revistas especializadas para llegar a los lugares donde más se necesita.

Este libro es prueba de que, cuando la academia asume su responsabilidad social, los números dejan de ser fríos cálculos para convertirse en aliados poderosos en la construcción de un país más equitativo.

Dra. Grace Tamara Vergara Quijada
Dr. Manuel Iván Espinosa Gallegos

Introducción

En la educación superior un estudiante debe cursar y aprobar el total de las asignaturas o unidades de competencia que establece su plan de estudios. Al hacerlo, el estudiante adquiere el estatus de egresado y debe optar por alguna de las opciones de titulación que marca la normatividad universitaria para cumplir a cabalidad con su ciclo formativo y ser reconocido como un profesionista titulado.

En el caso de la UNACH las opciones de titulación que marca la normatividad para los programas de licenciatura son: I. Reconocimiento a la excelencia académica (promedio mínimo de 9.5); II. Evaluaciones de conocimientos profesionales; III. Defensa de Tesis; IV. Por créditos de posgrado; V. Examen General de Conocimientos (CENEVAL) y VI. Seminario de Titulación.

De todas las opciones la Tesis es sin duda la opción más conveniente en términos de focalización y aplicación del conocimiento adquirido por parte del estudiante. La tesis le obliga a profundizar en la comprensión y aplicación del Método Científico y por lo tanto le encamina hacia la investigación.

Sin embargo, debido a diversos factores, son pocos los estudiantes que se interesan por la tesis como vía de titulación.

En el Centro de Estudios para el Desarrollo Municipal y Políticas Públicas de la UNACH (CEDES) se imparte la Licenciatura en Estadística y Sistemas de Información (LESI) y de ella han egresado hasta Junio de 2025 un total de 101 estudiantes, de los cuales, se han titulado 45.

Sólo 10 egresados se han titulado por Defensa de Tesis, 22 lo han hecho por Seminario de Titulación y el resto por las otras opciones. En LESI, como ocurre en varias licenciaturas de la UNACH, el rezago en la titulación se ha convertido en un serio problema. La gran mayoría de los estudiantes que se inscriben a LESI trabajan o cursan otros estudios

y ello les dificulta terminar sus estudios en el tiempo reglamentario y la titulación la postergan en ocasiones hasta por varios años.

Si bien la tesis podría ser la alternativa para ellos, en general los egresados de LESI son profesionistas en activo y aducen no tener tiempo para realizar una tesis.

Con la intención de atender esta problemática, en el CEDES se han venido instrumentando Seminarios de Titulación que buscan conducir a los estudiantes (mediante una serie de cursos y actividades de refuerzo) a un proceso de titulación exitoso.

En este sentido, en 2024 se llevó a cabo el Seminario de Titulación denominado "Estadística Aplicada a las Ciencias Sociales", contando con la participación de 12 estudiantes. Concluyeron con éxito el Seminario un total de 10 egresados (8 hombres y 2 mujeres) quedando así en condiciones de proceder con sus trámites de titulación.

El Seminario comprendió 5 módulos que abordaron la recolección, organización y análisis preliminar de los datos, aplicación de pruebas de hipótesis y de modelos de regresión y correlación, así como el análisis de varianza (ANOVA). Cada uno de los módulos estuvo a cargo de un profesor experto en el tema, quien, además de impartir los temas correspondientes les asignó actividades y les aplicó las evaluaciones respectivas. Como parte del acuerdo inicial del Seminario, además de obtener una calificación aprobatoria en cada uno de los módulos, los estudiantes debían elaborar un trabajo final donde aplicaran todos o parte de los temas vistos en los cursos, sobre un conjunto de datos por ellos seleccionados, organizados y analizados.

Un total de 10 estudiantes expusieron sus trabajos finales en un Coloquio programado para tal fin, y de esa manera quedaron en condiciones de iniciar sus trámites de titulación. No obstante, tomando en cuenta la calidad de los trabajos se invitó a cinco de dichos estudiantes a participar en la edición de una publicación colectiva.

Este libro es resultado de la feliz conclusión del Seminario de Titulación 2024 y está integrado por cinco capítulos que abordan desde diferentes enfoques la aplicación de la Estadística al estudio de problemáticas sociales.

Cada capítulo fue desarrollado por un estudiante del Seminario, en colaboración con uno de sus docentes-asesores. De esta manera, cada capítulo comprende a un estudiante como autor principal y a un docente

como segundo autor. Luego entonces el libro es una publicación colectiva que comprende la participación de cinco duplas alumno-docente y el hilo conductor es, como su título lo indica, la "Aplicación de la Estadística en las Ciencias Sociales".

En cada uno de los capítulos se aborda un tema en particular, donde los autores plantean el problema, describen el planteamiento estadístico y discuten los resultados obtenidos. Si bien se buscó cierta homogeneidad en el abordaje de los capítulos, a la vez se respetó la forma en que los estudiantes le dieron forma a su problema abordado. Cada capítulo comprende Introducción, Metodología (abordaje estadístico), Resultados y Discusión, Conclusiones y Referencias Bibliográficas.

Se tuvo cuidado en que, aun empleando el lenguaje técnico requerido en una publicación estadística, la redacción fuera lo más clara posible con el fin de que esté al alcance de un público abierto.

De esta manera, el principal objetivo de la publicación es mostrar al lector diferentes maneras de abordar los problemas sociales desde una perspectiva estadística: se analiza la relación entre el nivel socioeconómico y la realización de actividades extracurriculares sobre el rendimiento académico en estudiantes de educación superior de una universidad pública; se analiza la incidencia de los servicios de salud públicos y privados en el sureste de México; se compara la incidencia delictiva entre alcaldías de la CDMX, se explora la percepción de riesgo de usuarios de transporte de pasaje interurbano de Chiapas y se muestra un modelo de simulación que puede servir para analizar problemas sociales como las migraciones.

En el Capítulo I, los autores, profesores universitarios, analizan información de la base de datos de los alumnos de una institución pública, para advertir la relación entre factores socioeconómicos, participación de los estudiantes en actividades extracurriculares y su rendimiento académico. Se analizaron los datos de una muestra de 34 estudiantes de diferentes licenciaturas y aplicando sencillas herramientas de Estadística Descriptiva, se advierte como los alumnos que se inclinan hacia determinadas actividades extracurriculares en general tienen los mejores promedios y, con ello, demuestran que el nivel de ingresos de los estudiantes no es el único factor que determina sus calificaciones promedio.

En el Capítulo II, cuyo autor principal es profesor universitario y está vinculado al Sector Salud de Chiapas, se analizan datos de afiliación a los servicios de salud en los estados del sur y sureste de México, durante el año 2020. Mediante la aplicación del Análisis de Varianza se infiere que no existe una diferencia significativa en la afiliación según los diferentes estados de la República, sin embargo, sí se observa una diferencia significativa en la afiliación entre las distintas instituciones del sector salud, a saber, IMSS, ISSSTE, ISSSTECH, Pemex-Defensa-Marina, IMSS-Bienestar y otros.

En el Capítulo III, el autor principal es profesor universitario y está interesado en analizar la inseguridad de la CDMX donde reside y lo hace desde una perspectiva estadística. Con datos del año 2020, se realizaron análisis de tipo descriptivo y de correlación, con el fin de identificar las alcaldías más inseguras de la CDMX. A su vez, se analizó la correlación entre los tipos de delitos y el Índice de Desarrollo Humano a nivel de alcaldía. A partir del análisis estadístico, se estableció una correlación positiva entre el IDH y el tipo de incidencia delictiva.

En el Capítulo IV, cuyo autor principal trabaja en el área administrativa de una empresa de autobuses de transporte interestatal, se analiza la percepción de inseguridad en la movilidad interurbana de Chiapas, enfocándose en cuatro municipios con alta percepción de riesgo en 2020: Tuxtla Gutiérrez, Tapachula, San Cristóbal de Las Casas y Comitán. Se encuestó a un total de 420 usuarios del transporte público y los resultados muestran diferentes grados de percepción de inseguridad entre hombres y mujeres, no se hallaron diferencias significativas entre grupos ocupacionales y se observó una modificación en los horarios de viaje, con un desplazamiento hacia horarios diurnos como medida adaptativa frente al riesgo percibido. Se señala que la inseguridad percibida por los ciudadanos transformó sus patrones cotidianos de desplazamiento, afectando la productividad, el acceso a servicios y la cohesión social.

En el Capítulo V, cuyo autor principal es estudioso de la Física, se presenta un análisis estadístico comparando los métodos de Euler y Verlet en simulaciones de movimiento de partículas, para evaluar su estabilidad numérica y capacidad de conservación de energía. Como se comenta en el Capítulo, se pueden adaptar dichos métodos de simulación, en especial el método de Verlet, para modelar dinámicas colectivas en

fenómenos como flujos migratorios, resiliencia de comunidades ante desastres naturales o cualquier otro estudio que implique movilidad social.

Se pretende que, al repasar los capítulos, el lector advierta algunas de las aplicaciones de la Estadística en el campo de las Ciencias Sociales. El abordaje que se hace en cada capítulo parte por explicar el problema y el tipo de datos, posteriormente se explican las herramientas estadísticas aplicadas, se presentan y discuten los resultados y, por último se presentan las conclusiones y recomendaciones.

Es importante aclarar que este no es un libro de texto, por lo que el lector, dependiendo de su nivel de dominio sobre las herramientas de Estadística Descriptiva e Inferencial probablemente deba recurrir a otros títulos para entender a ciencia cierta el procedimiento metodológico aplicado. Las referencias incluidas al final de cada Capítulo pueden servir para este fin.

Lo expuesto en los capítulos pone en relieve la formación y la capacidad de los egresados de LESI para emprender estudios de tipo estadístico para aportar juicios sustentados y objetivos ante problemas reales en el campo de las Ciencias Sociales.

Es importante resaltar que si bien en cada uno de los capítulos se aplicaron los tópicos de Estadística revisados en el Seminario, la profundidad en el abordaje refleja también el dominio metodológico de los autores principales: dos de ellos tienen estudios de doctorado y otros dos cursan o han cursado otras licenciaturas además de LESI.

Este libro de colaboración alumnos-docentes es una primera experiencia en el CEDES y servirá como punto de partida para emprender una colección que de cauce a la creatividad de los estudiantes de LESI con el acompañamiento de sus docentes.

Dr. Moisés Silva Cervantes

01

Capítulo

Estudio descriptivo para explicar la interacción entre capital social y el ingreso sobre el rendimiento académico

Dr. José Luis González Niño
Dr. Moisés Silva Cervantes
Dr. Víctor Andrés González Domínguez

Introducción

Cuando hablamos de cómo les va a los alumnos en la universidad pública, no podemos quedarnos solo con el número frío de un promedio. Es necesario entrar a un análisis mucho más profundo que entienda cómo chocan las condiciones de vida de cada estudiante con la forma en que se integran a su universidad. Lo que buscamos aquí es poner la lupa en esa mezcla compleja entre la realidad que cada joven trae de casa y las oportunidades reales de participación que la institución les ofrece en su día a día.

Dentro de este escenario, tomamos como referencia a una universidad pública (cuyo nombre se reserva por ética de datos) para entender cómo el dinero y el activismo en la vida universitaria definen quién tiene éxito y quién no. Si partimos de que la universidad debe ser una escalera para que la gente progrese, es vital preguntarnos si las buenas notas son solo fruto de las ganas de estudiar o si, como decía Bourdieu (1987), tienen que ver con la herencia de cultura y recursos que cada uno tiene. Siguiendo las ideas de Araiza (2021)¹ y García (2024)², entender este punto nos ayuda a crear planes y estrategias que de verdad incluyan a todos, buscando que la escuela sea un lugar más parejo donde las calificaciones reflejen el talento y no solo el nivel económico. Este trabajo evalúa cómo la integración a actividades artísticas y deportivas actúan como un mecanismo de resiliencia capaz de amortiguar disparidades de ingreso en estudiantes vulnerables.

El análisis no se limita al dato numérico; busca aterrizar los hallazgos en una realidad fehaciente mediante una muestra representativa que

1 Revista Dilemas Contemporáneos. Extraído 20/02/25. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-50572024000300042

2 Revista Investigación en Educación Médica. Extraído 27/02/25. <https://www.medigraphic.com/doi:10.22201/fm.20075057e.2024.51.23580>

ejemplifica trayectorias de éxito frente a la adversidad. En conclusión, se demuestra que el capital social generado en el espacio de la universidad realmente cambia la vida de los alumnos. El estudio aporta evidencia científica para fortalecer políticas de bienestar universitario, transformando la institución en un ambiente donde el arte y el deporte funcionen como herramientas de justicia social y equidad.

Para ello, se emplea una metodología robusta que combina el análisis descriptivo con un modelo de regresión múltiple. Mediante este enfoque, se determinó el peso estadístico del nivel de ingreso (X_1) y la participación extracurricular (X_2) sobre el rendimiento académico (Y), identificando si la oferta institucional compensa la falta de soportes materiales.

Hoy día, el rendimiento académico en la educación superior pública exige un análisis multifactorial, analizar cómo influyen las condiciones estructurales y cómo interactúan con las dinámicas de integración institucionales. Considerando en primera instancia el reconocimiento al éxito estudiantil y de acuerdo con la premisa de Bourdieu (1987), el sistema educativo tiende a valorar un conjunto de disposiciones y conocimientos previos que no están distribuidos de manera equitativa; en lo que Márquez (2017) denomina como una forma de exclusión incluyente en las universidades latinoamericanas, donde el acceso no garantiza la permanencia si no se cuenta con el soporte material y simbólico necesario. Esta disparidad se ha acentuado en la última década por la brecha digital y el acceso desigual a recursos tecnológicos. Zubillaga y Gortazar (2020) sostienen que el nivel socioeconómico familiar ya no solo determina la compra de libros, sino la calidad de la conectividad y las competencias digitales, factores que hoy son determinantes para un promedio académico competitivo.

Ante esta desigualdad estructural, las actividades extracurriculares surgen como espacios críticos para la generación de capital social y resiliencia. Coleman (1988), identificó originalmente que las redes de relaciones sociales facilitan el logro de objetivos educativos; pero las investigaciones recientes de Seow y Pan (2014) y Chan (2016) han demostrado que la participación en deportes, artes y voluntariado fomenta el desarrollo de habilidades no cognitivas o soft skills. No hay que ver estas capacidades como algo de relleno, al contrario, funcionan como un motor para que al estudiante le vaya mejor. Le ayudan a no desanimarse cuando

la presión de la carrera aumenta y le dan herramientas para que aprenda a trabajar realmente en equipo y a resolver problemas sin bloquearse.

Si nos detenemos a revisar la postura de Bourdieu (1987), nos damos cuenta de que el éxito en la escuela no es un juego limpio para todos. Él pone sobre la mesa el concepto de 'capital cultural', explicando que no solo se trata de cuánto dinero tiene una familia, sino de los conocimientos, modales y títulos que se heredan. Para este autor, la educación superior a veces termina funcionando como un filtro que premia a quienes ya traen ese bagaje desde casa, haciendo que el rendimiento académico sea, en realidad, una forma de reproducir las ventajas que ya existían antes de entrar a la universidad.

La articulación entre el origen socioeconómico y la actividad extracurricular converge en el proceso de integración académica y social. De acuerdo con Tinto en (1975, 1993), en su modelo clásico comenta que la persistencia y el éxito dependen de la capacidad del estudiante para integrarse en la comunidad universitaria. A pesar de esto, en la producción científica actual, este concepto ha evolucionado hacia la categoría de "sentido de pertenencia". Y para Strayhorn en (2018) argumenta que, para los estudiantes en universidades públicas, sentirse parte de la institución es una necesidad básica que precede al logro intelectual.

Por otro lado, James Coleman (1988) nos ofrece una visión que da esperanza dentro de este panorama. Él se enfoca en el 'capital social', que básicamente son los hilos y conexiones que se tejen dentro de una comunidad. Coleman argumenta que las relaciones entre estudiantes, profesores y la propia institución pueden crear una red de apoyo tan fuerte que ayude a superar las carencias materiales. Es decir, que los lazos que un joven crea al participar en su universidad pueden ser el motor que lo impulse a terminar sus estudios, funcionando como un contrapeso frente a las dificultades económicas.

De acuerdo con Kahu y Nelson(2018), complementan y proponen un marco de compromiso estudiantil donde las condiciones institucionales y las experiencias psicosociales del alumno se retroalimentan. De esta forma, el rendimiento académico no debe entenderse como un fenómeno aislado, sino como el resultado de una sinergia de la universidad pública, a través de su oferta extracurricular y programas de apoyo que logran nivelar el terreno para aquellos estudiantes cuyo capital socioeducativo

inicial representaba una desventaja, permitiendo que la integración social se traduzca en excelencia académica.

Metodología

Objetivo General

Analizar el efecto moderador de las actividades extracurriculares en la relación entre el nivel socioeconómico y el rendimiento académico de estudiantes de una universidad pública, con el propósito de determinar su impacto en la reducción de las brechas de desempeño.

Formulación de Hipótesis

El planteamiento hipotético para este estudio es el siguiente:

Hipótesis de Investigación (H_1):

El rendimiento académico de los estudiantes de la universidad pública está determinado significativamente por la interacción entre el nivel socioeconómico y la participación en actividades extracurriculares, de tal forma que la participación en estas últimas actúa como un factor moderador que compensa las limitaciones derivadas del bajo nivel socioeconómico.

Hipótesis Nula (H_0)

No existe una interacción significativa entre el nivel socioeconómico y la participación en actividades extracurriculares sobre el rendimiento académico de los estudiantes: no se observan diferencias estadísticamente significativas en los promedios de calificación en función de estas variables de manera independiente.

Diseño metodológico

Se empleó un enfoque cuantitativo, con un diseño no experimental de corte transversal y un alcance correlacional-causal. El estudio se orientó a evaluar no solo la influencia directa de las variables independientes, sino también su efecto de interacción, siguiendo un diseño factorial 2x3 (Nivel Socioeconómico por Tipo de Actividad) para determinar el impacto en el rendimiento académico.

Diseño Población y Muestra

La población comprende 364 estudiantes de una universidad pública. De los cuales se seleccionó una muestra de 34 mediante un muestreo estratificado proporcional, con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%.

Los estudiantes de la muestra están inscritos en alguno de los siguientes programas educativos:

- Ingeniería Ambiental y Sustentabilidad
- Ingeniería de Manufactura Avanzada
- Ingeniería en Energía y Desarrollo Sostenible
- Ingeniería en Alimentos
- Ingeniería Petrolera
- Ingeniería Mecatrónica
- Ingeniería Biomédica
- Administración

De la base de datos institucional se extrajeron los siguientes datos de los alumnos seleccionados en la muestra: Edad, género, programa, nivel de ingreso, educación del padre, educación de la madre, calificación promedio y actividad extracurricular que desarrollan (Tabla 1).

Cabe aclarar, se realizó un proceso de recodificación de variables en el rubro de nivel de ingresos tal como se explica a continuación.

Justificación del diseño

Originalmente en el campo de Nivel de Ingreso, los datos presentaban una segmentación de cuatro categorías (Medio Bajo, Bajo, Medio Alto y Alto); sin embargo, con el fin de maximizar el contraste estadístico y facilitar la interpretación de la brecha académica, se agruparon las categorías en dos grandes grupos: Bajo (que integra a los estudiantes de nivel Medio Bajo y Bajo) y Alto (que integra a los de nivel Medio Alto y Alto).

Al trabajar con una muestra de 34 estudiantes, lo que buscamos fue 8 en lo que realmente importa: la interacción pura entre el nivel de ingreso económico y las actividades. Al elegir este grupo de forma tan cuidada, logramos que los datos nos cuenten una historia mucho más clara y profunda. Es como usar un lente de aumento que nos permite ver detalles que en la masa de 364 alumnos se perderían, dándole al estudio un nivel de contraste mucho más alto al momento de probar nuestras sospechas sobre la resiliencia académica.

Tabla 1

Datos seleccionados de alumnos de una universidad pública

Edad	Género	Programa	Nivel de ingreso (X1)	Educación del padre	Educación de la madre	Actividades extracurr. (X2)	Calificaciones promedio (Y)
21	Masculino	Administración	Alta	Doctorado	Licenciatura	Taller	85.51
21	Masculino	Administración	Baja	Bachillerato	Secundaria	Taller	70.63
25	Masculino	Ingeniería Ambiental y Sustentabilidad	Alta	Licenciatura	Maestría	Voluntariado	87.27
19	Masculino	Ingeniería Ambiental y Sustentabilidad	Alta	Doctorado	Licenciatura	Equipo Deportivo	95
25	Masculino	Ingeniería Ambiental y Sustentabilidad	Baja	Primaria	Secundaria	Teatro	74.53
21	Masculino	Ingeniería Biomédica	Alta	Doctorado	Licenciatura	Ninguna	85.93

Estudio descriptivo para explicar la interacción entre capital social y el ingreso
sobre el rendimiento académico

25	Masculino	Ingeniería Bio- médica	Alta	Licenciatura	Licenciatura	Ninguna	98.17
25	Femenino	Ingeniería Bio- médica	Baja	Primaria	Primaria	Ninguna	80.56
20	Masculino	Ingeniería Bio- médica	Alta	Maestría	Doctorado	Volunta- riado	94.14
24	Femenino	Ingeniería Bio- médica	Alta	Maestría	Licenciatura	Equipo Deportivo	95.41
25	Femenino	Ingeniería Bio- médica	Alta	Licenciatura	Licenciatura	Teatro	98.53
23	Masculino	Ingeniería de Manufactura Avanzada	Baja	Primaria	Primaria	Ninguna	71.59
21	Femenino	Ingeniería de Manufactura Avanzada	Baja	Bachillerato	Secundaria	Ninguna	77.78
25	Femenino	Ingeniería de Manufactura Avanzada	Baja	Bachillerato	Secundaria	Música	72.91
20	Masculino	Ingeniería en Alimentos	Baja	Secundaria	Primaria	Ninguna	75.86
25	Masculino	Ingeniería en Alimentos	Baja	Bachillerato	Primaria	Ninguna	77.38
20	Femenino	Ingeniería en Alimentos	Baja	Bachillerato	Bachillerato	Ninguna	79.2
20	Femenino	Ingeniería en Alimentos	Baja	Primaria	Bachillerato	Arte	71.19
18	Masculino	Ingeniería en Alimentos	Baja	Bachillerato	Bachillerato	Teatro	79.51
22	Masculino	Ingeniería en Alimentos	Baja	Bachillerato	Secundaria	Taller	81.82
20	Masculino	Ingeniería en Energía y Desa- rrollo Sostenible	Alta	Doctorado	Licenciatura	Música	90.05
22	Femenino	Ingeniería en Energía y Desa- rrollo Sostenible	Alta	Licenciatura	Licenciatura	Gimnasio	91.33
24	Masculino	Ingeniería en Energía y Desa- rrollo Sostenible	Alta	Licenciatura	Licenciatura	Arte	93.4
19	Femenino	Ingeniería en Energía y Desa- rrollo Sostenible	Alta	Doctorado	Doctorado	Música	95.17

Estudio descriptivo para explicar la interacción entre capital social y el ingreso sobre el rendimiento académico

20	Masculino	Ingeniería en Energía y Desarrollo Sostenible	Alta	Doctorado	Doctorado	Música	98.62
19	Masculino	Ingeniería Mecatrónica	Alta	Doctorado	Licenciatura	Ninguna	89.13
21	Masculino	Ingeniería Mecatrónica	Baja	Secundaria	Secundaria	Ninguna	71.39
19	Masculino	Ingeniería Mecatrónica	Baja	Secundaria	Bachillerato	Ninguna	90.29
20	Femenino	Ingeniería Mecatrónica	Alta	Maestría	Maestría	Equipo Deportivo	61.42
25	Masculino	Ingeniería Mecatrónica	Alta	Licenciatura	Licenciatura	Gimnasio	89.27
20	Femenino	Ingeniería Mecatrónica	Alta	Maestría	Doctorado	Equipo Deportivo	94.19
22	Masculino	Ingeniería Mecatrónica	Baja	Bachillerato	Secundaria	Equipo Deportivo	71.8
23	Masculino	Ingeniería Petrolera	Baja	Secundaria	Secundaria	Ninguna	50.64
25	Masculino	Ingeniería Petrolera	Baja	Bachillerato	Secundaria	Ninguna	76.41

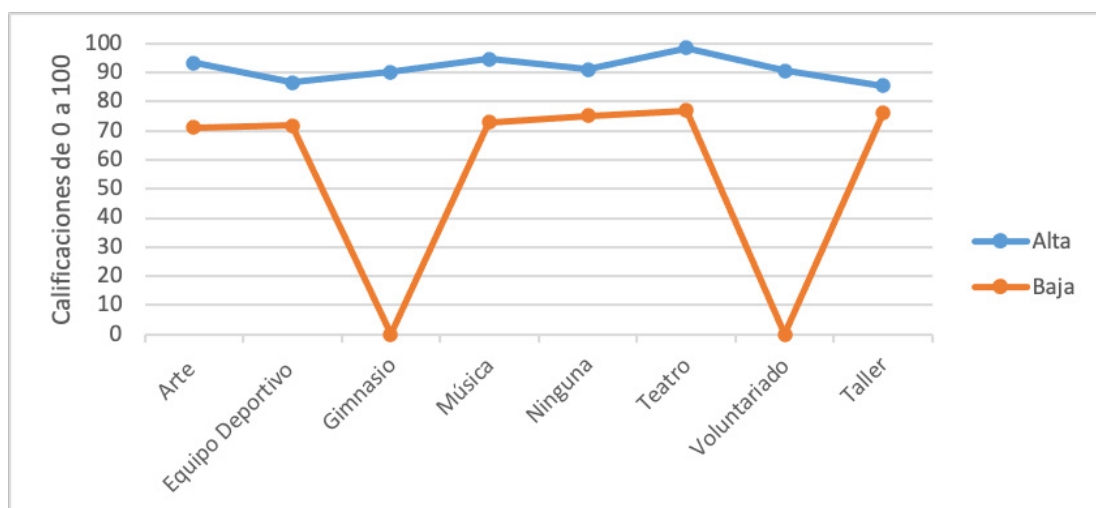
Nota: Elaboración propia con datos de una muestra de estudiantes de una universidad pública.

Este procedimiento garantizó una inclusión proporcional de los dos niveles de ingreso analizados (Alto y Bajo), así como una distribución equitativa entre las diversas actividades extracurriculares. Esta reducción metodológica es fundamental para el enlace entre la estructura macro de la universidad y la experiencia micro del estudiante; permite observar con precisión cómo el capital social (las actividades) influye en el capital cultural (las calificaciones), sin perder la validez estadística que representan las tendencias del grupo mayor de 364 registros.

Resultados y discusiones

Una vez seleccionada la muestra de 34 estudiantes (Tabla 5) se construyó el gráfico de la Figura 1, en donde los hallazgos permiten un diálogo directo con la teoría de Bourdieu (1987). Los datos confirman que el sistema

educativo no es neutro: el nivel de ingreso Alto presenta un promedio máximo de 98.62, mientras que los de nivel de ingreso Bajo el promedio máximo es de 90.29, validando la premisa de que quienes poseen un soporte material previo tienden a capitalizar mejor el éxito escolar.



Nota: Elaboración propia.

Gráfica 1. Análisis de la muestra representativa

Los datos de la muestra relativos a las variables Nivel de ingreso, Actividades extracurriculares y Calificaciones promedio se presentan resumidos en la Tabla 2. Dicha Tabla es en realidad la integración de dos tablas de doble entrada, en donde se relacionan las categorías redefinidas para el nivel de ingreso (Alto y Bajo) con las actividades extracurriculares y las calificaciones promedio.

Tabla 2

Análisis cruzado de las variables e interés

Nivel de ingreso	Actividades extracurriculares		Calificaciones promedio	
	No realizan	Sí realizan	Mínima	Máxima
Bajo	10	7	50.64	98.62
Alto	3	14	70.63	98.53

Nota: Elaboración propia, a partir de los datos de la Tabla 1.

Como se observa en la Tabla 2, la muestra de 34 alumnos comprendió 17 del nivel de ingreso Bajo y otros tantos del Alto. En los 17 del nivel bajo, 10 señalaron No realizar actividades extracurriculares y sus calificaciones promedio oscilan entre 50.64 como valor mínimo y 90.29 como valor máximo. Por lo que toca a los 17 del nivel de ingreso Alto, sólo 3 manifestaron no realizar actividades extracurriculares y sus calificaciones promedio oscilan entre 61.42 y 98.62 como valores mínimo y máximo, respectivamente.

Los números denotan que, los alumnos realizan actividades extracurriculares, independientemente de su nivel de ingreso; es decir, no sólo los de nivel de ingreso Alto realizan dichas actividades.

Para corroborar estadísticamente lo anterior, se reclasificaron las variables a 0's y 1's (0 = nivel bajo, 1= nivel Alto; 0 = no realizan actividades extracurriculares y 1 si las realizan) y se calculó su índice de correlación: el valor obtenido fue de 0.4236, es decir hay una baja asociación entre ambas variables.

Un hallazgo muy relevante surge al analizar el estrato de nivel de ingreso Bajo. En este grupo, la participación institucional actúa como un "amortiguador" de la desigualdad. Se observa que actividades como el Teatro logran incentivar el promedio a un 77.02, superando el desempeño de los alumnos que no realizan ninguna actividad (75.11).

Este fenómeno se vuelve aún más evidente al contrastarlo con los puntos críticos de vulnerabilidad detectados, donde estudiantes sin redes de apoyo institucional caen hasta los 50.64 puntos. De acuerdo con la teoría de Coleman(1988), el capital social generado en el escenario o el taller no es solo recreativo; es una herramienta de resiliencia que dota al estudiante de un sentido de pertenencia y disciplina que se traduce en puntos reales en su boleta de calificaciones.

La integración de estos datos demuestra que, si bien la brecha económica es una realidad estructural en los 364 registros originales, la intervención a través de actividades extracurriculares en nuestra muestra de 34 alumnos demuestra ser una estrategia eficaz de nivelación. El Teatro, la Música y los Talleres no son solo complementos, sino mecanismos de justicia educativa que permiten al estudiante de bajos ingresos competir en condiciones más equitativas, transformando la "exclusión incluyente" en una verdadera integración

académica. A continuación, se presentan los hallazgos tras el análisis de la muestra seleccionada.

Tabla 3

Promedio de Calificaciones según Nivel de Ingreso y Actividad Extracurricular (n=34)

Actividad	Nivel Alto	Nivel Bajo
Teatro	98.53	77.02
Música	94.61	72.91
Arte	93.40	71.19
Taller	85.51	76.23
Ninguna	91.08	75.11

Nota: Elaboración propia.

Al analizar estos resultados, se observa un hallazgo notable: aunque el nivel de ingreso Alto mantiene una ventaja estructural (promedio de 90.74), la participación institucional actúa como un “amortiguador” de la desigualdad para el nivel Bajo. Siguiendo a Bourdieu (1987), el sistema tiende a favorecer el capital previo, pero los datos muestran que actividades como el Teatro (77.02) y los Talleres (76.23) elevan el rendimiento de los sectores vulnerables por encima de quienes no realizan actividad alguna (75.11).

Según Coleman (1988), este capital social generado en la convivencia institucional dota al alumno de una resiliencia que se traduce en puntos reales. Esto demuestra que la “exclusión incluyente” mencionada por Márquez (2017) puede ser combatida mediante la integración efectiva en la vida universitaria.

Por lo que es necesario realizar una lectura profunda sobre un hallazgo que a simple vista parece desafiar la hipótesis de la integración: la presencia de estudiantes con promedios sobresalientes (superiores a 90) que reportan ‘Ninguna’ actividad extracurricular en la Tabla 5. Lejos de ser un error en los datos o una contradicción, este fenómeno representa lo que desde una perspectiva humanista definimos como ‘Resiliencia Académica de Especialización’.

Al no participar en dinámicas institucionales externas al aula, estos alumnos concentran la totalidad de su desarrollo cognitivo y cronológico en el cumplimiento del currículo formal. Sin embargo, humanamente, esto nos habla de una voluntad inquebrantable; son estudiantes que, ante la falta de redes de apoyo social o recursos para actividades adicionales, convierten el estudio en su único vehículo de movilidad y refugio.

La sugerencia de Strayhorn (2018), sobre que el sentido de pertenencia se fortalece en lo extracurricular, para estos alumnos su pertenencia se encuentra en la excelencia del saber. Por tanto, la Gráfica 1 debe leerse no solo como un reconocimiento a la actividad extraescolar, sino como un reconocimiento a la diversidad de trayectorias: mientras algunos se elevan gracias al capital social del grupo, otros lo hacen mediante una disciplina individual ejemplar que el modelo capta como una eficiencia pura, recordándonos que el espíritu humano posee múltiples rutas para alcanzar la cumbre académica.

Conclusiones

La investigación confirma que, si bien la brecha económica es una realidad en los 364 registros originales, la muestra de 34 alumnos revela que el éxito académico no es un destino predeterminado por el ingreso económico. Se concluye que las actividades extracurriculares no son simples complementos, sino herramientas de justicia social que permiten nivelar el campo de juego, transformando el capital social en éxito académico tangible para los estudiantes más desfavorecidos.

Referencias

- Araiza** Lozano, Á. (20 de Febrero de 2025). *Revista Dilemas Contemporáneos*. Obtenido de Scielo: <https://dilemascontemporaneo-educacionpoliticayvalores.com/index.php/dilemas/article/view/2831/2846>
- Bourdieu**, P. (1987). *Los tres estados del capital cultural*. *Sociológica*, 2(5) 11-17.
- Chan**, C. (2016). A multifaceted view on outcomes of holistic development: The case of engineering students' extracurricular participation. *International Journal of Educational Develop*, 50, 61-70.
- Coleman**, J. S. (1988). Social Capital in the Creation of Human Capital. *American Journal of Sociology*, 94, S95-S120.
- García**, V. (27 de Febrero de 2025). *Revista Investigación en Educación Médica*. Obtenido de Investigación en Educación Médica: <https://www.medigraphic.com> Doi: 10.22201/fm.20075057e.2024.51.23580
- Kahu**, E., & Nelson, K. (2018). Student engagement in the educational interface: understanding the mechanisms of student success. *Education Research and Development*, 37(1), 1-13.
- Márquez**, A. (2017). Educación y desigualdad en México. *Revista de la Educación Superior*, 46(183), 1-13.
- Seow**, E. R., & Pan, G. (2014). A literature review of the impact of extracurricular activities participation on students' academic performance. *Journal of Education for Business*, 89(7), 361-366.
- Strayhorn**, T. L. (2018). *College students' sense of belonging: A key to educational success for all students*. Routledge.
- Tinto**, V. (1975). Dropout from Higher Education: A Theoretical Synthesis of Recent Research. *Review of Educational Research*, 45(1), 89-125.
- Zubillaga**, A., & Gortazar, L. (2020). *Dropout from Higher Education: A Theoretical Synthesis of Recent Research*. Fundación COTEC para la Innovación.

02

Capítulo

Aplicación de ANOVA a la afiliación en los sistemas de salud del sur y sureste de México

Dr. Erick Ruíz Romero
Dr. Hugo Rafael Montero Pérez

Introducción

El sistema de salud es un conjunto de organizaciones, instituciones, recursos y personas que trabajan de manera coordinada para mejorar, mantener o restaurar la salud de una población. Este sistema incluye tanto los servicios de atención médica como las políticas, programas y acciones destinadas a la prevención de enfermedades, la promoción de la salud y el tratamiento de padecimientos. El uso del sistema de salud pública en el país requiere una respuesta de las múltiples partes interesadas y de los actores.

El sistema de salud en México es un tema constante de debate en ámbitos académicos y políticos. En un contexto marcado por la inequidad, el rezago social, el aumento de las necesidades de salud y un proceso acelerado de envejecimiento, es fundamental no solo replantear la estructura, sino también garantizar su uso efectivo para enfrentar estos desafíos (Reyes-Morales, García-Peña y Lazcano-Ponce, 2024).



Nota: Modificado de www.capitalesde.com.

Figura 1. Estados sur y sureste de México

El acceso y la afiliación a los servicios de salud son factores cruciales para el bienestar de la población y el desarrollo de un sistema de salud eficiente y equitativo. En México, los patrones de afiliación a los diferentes sistemas de salud varían según la región. El sur y sureste incluye los estados de Campeche, Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán, los cuales presentan una diversidad socioeconómica y cultural que influye directamente en el uso de los servicios de salud disponibles (Figura 1).

El Instituto Mexicano del Seguro Social (IMSS), desde su creación en 1943, se ha consolidado como la principal institución dedicada a la atención médica y la seguridad social en México. Para cumplir con esta labor, integra la investigación y la práctica médica con la gestión de los fondos de retiro de sus afiliados, garantizando así estabilidad y bienestar tanto para los trabajadores como para sus familias ante los riesgos contemplados en la Ley del Seguro Social (IMSS, 2025).

El Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado (ISSSTE), es una institución gubernamental mexicana que brinda a los trabajadores del sector público una amplia gama de servicios y seguros. Entre sus prestaciones se encuentran la atención médica preventiva, así como programas de rehabilitación física y mental; además,

ofrece coberturas que abarcan riesgos laborales, retiro, cesantía en edad avanzada y vejez, y seguros de invalidez y de vida (ISSSTE, 2025).

En PEMEX brindan atención médica integral a los mexicanos, es decir, a más de 750 mil derechohabientes, entre trabajadores activos, jubilados y sus familiares (PEMEX, 2025).

El servicio médico de la Defensa Nacional es de acceso gratuito para los militares en situación de retiro, los familiares de aquellos que reciben haberes y haber de retiro, así como para los pensionistas que cumplan con los requisitos estipulados (ISSFAM, 2025).

En el servicio médico de la Marina, conocido como Sanidad Naval, brinda atención médica completa a los integrantes de la Marina y a sus beneficiarios. Entre los servicios que proporciona se encuentran la hospitalización, procedimientos quirúrgicos, cuidados de enfermería, suministro de medicamentos, pruebas de laboratorio, estudios de radiología e imagen, análisis patológicos, terapias especializadas, servicios de rehabilitación, asesoría en dieta y nutrición (SEMAR, 2025).

El Instituto de Salud para el Bienestar (INSABI, 2025) es una entidad descentralizada de la Administración Pública Federal, con autonomía legal y patrimonial, adscrita a la Secretaría de Salud. Su propósito es asegurar la prestación gratuita de servicios médicos, el suministro de medicamentos y otros insumos esenciales para las personas que no cuentan con seguridad social. Además, en colaboración con la Secretaría de Salud, busca fortalecer la coordinación e integración de las instituciones públicas que conforman el Sistema Nacional de Salud.

Los Servicios de Salud IMSS-BIENESTAR (2025), ofrecen atención médica de calidad, medicamentos e insumos médicos sin costo en unidades de salud con infraestructura adecuada, dirigidos a las y los mexicanos que no tienen acceso a la seguridad social.

Las instituciones de salud privadas en México ofrecen servicios médicos y hospitalarios a aquellas personas que no están cubiertas por la seguridad social pública. Estas instituciones incluyen hospitales, clínicas y consultorios privados que proporcionan atención médica especializada, cirugías, estudios de diagnóstico, tratamientos y medicamentos. A menudo, las instituciones privadas ofrecen tiempos de espera reducidos y una atención más personalizada en comparación con los servicios públicos. Sin embargo, los costos de estos servicios varían dependiendo de la institución y el tipo de atención requerida, lo que puede representar una

barrera económica para algunas personas. A pesar de esto, las instituciones privadas son una opción para quienes pueden permitirse pagar por servicios médicos de calidad (González, 2020).

La región sur y sureste de México tiene una alta diversidad étnica y cultural, con comunidades indígenas y rurales que enfrentan retos adicionales para acceder a los servicios de salud. Analizar la afiliación a los servicios de salud permite comprender cómo las diferentes comunidades interactúan con el sistema de salud y si existen brechas en la cobertura y la calidad de la atención. Además, la región sureste enfrenta un alto grado de rezago social, pobreza y un proceso acelerado de envejecimiento de la población. Esto genera una demanda creciente de servicios de salud para tratar enfermedades crónicas, infecciosas y materno-infantiles. La afiliación adecuada al sistema de salud es crucial para garantizar que esta población pueda acceder a atención preventiva, curativa y de rehabilitación.

El objetivo del trabajo fue analizar la afiliación a los sistemas de salud en el sur y sureste de México mediante la aplicación del análisis de varianza (ANOVA) para identificar diferencias significativas entre las regiones y sus factores determinantes.

Metodología

Se utilizaron datos de la página oficial de El Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI, 2025a) donde se ofrece información estadística, geográfica y económica a nivel nacional y por entidad federativa. De ahí se tomaron datos recopilados del 2020 de la población con afiliación a servicios de salud de IMSS, ISSSTE, ISSSTE estatal, Pemex-Defensa-Marina, Instituto de Salud para el Bienestar, IMSS-Bienestar, Institución privada y Otra institución, de los estados de Campeche, Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán.

Se plantearon las siguientes hipótesis estadísticas a cerca de la afiliación a esos servicios de salud.

Para el caso de los estados del sur y sureste de la República:

- Hipótesis nula (H_0): No existen diferencias significativas en los patrones de afiliación entre los estados del sur y sureste de México.
- Hipótesis alternativa (H_1): Existen diferencias significativas en los patrones de afiliación entre los estados del sur y sureste de México.

Para el caso de los servicios de salud:

Hipótesis nula (H_0): No existen diferencias significativas en los patrones de afiliación entre los servicios de salud del sur y sureste de México.

Hipótesis alternativa (H_1): Existen diferencias significativas en los patrones de afiliación entre los servicios de salud del sur y sureste de México.

Para responder a las hipótesis estadísticas, se realizó el ANOVA de un factor (también conocido como Análisis de Varianza) es una técnica estadística utilizada para analizar el efecto de un factor independiente. En este tipo de análisis, se evalúan tanto los efectos principales de cada factor como la interacción entre ellos. (Martínez & López, 2021) con una sola muestra por grupo con alfa de 0.025.

Modelo general de ANOVA de un factor:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

- Y_{ij} = Observación j del tratamiento o grupo i .
- μ = Media general de toda la población (promedio global).
- τ_i = Efecto del tratamiento o del nivel i del factor.
Representa cuánto se desvía la media del grupo i respecto a la media general.
- ϵ_{ij} = Error aleatorio asociado a la observación Y_{ij}

Anteriormente ya se ha utilizado esta herramienta en temas de salud (Juárez-Lucero et al., 2021; Saturno-Hernández et al., 2024), en el programa de SPSS versión 25. La regla de rechazo fue la siguiente:

Si el valor de F es mayor que el valor crítico de la distribución F (según los grados de libertad y el nivel de significancia), se rechaza la hipótesis nula, indicando que el factor o la interacción tiene un efecto significativo.

Resultados y discusiones

Se tomaron los datos de afiliación a servicios de salud que viene en la página del INEGI (2025b) de las entidades federativas y los servicios de salud (Tabla 1).

Tabla 1

Población con afiliación a servicios de salud por entidad federativa según institución, 2020

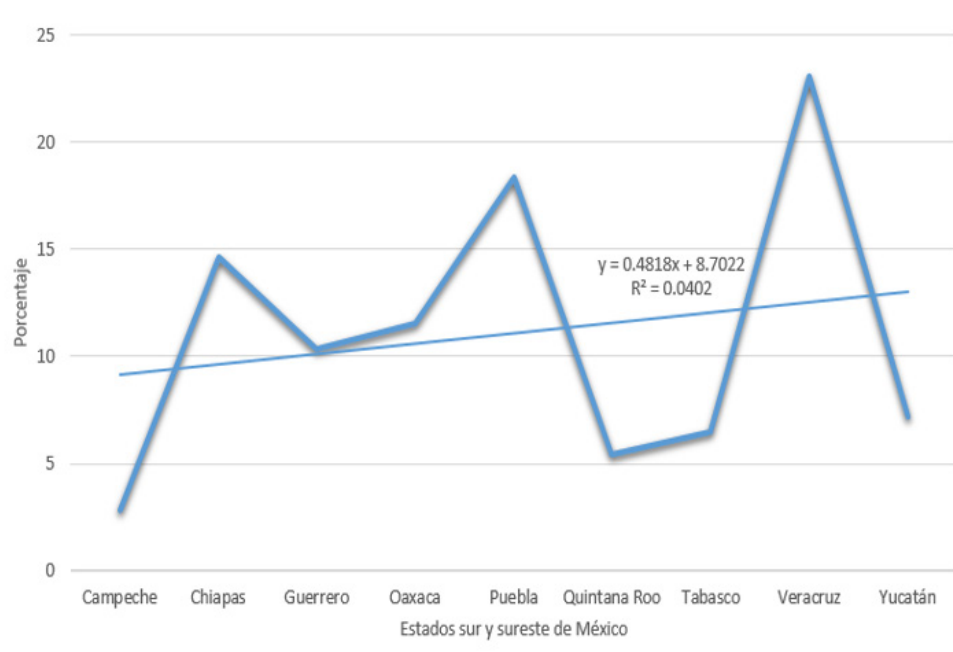
Entidad federativa	Total	IMSS	ISSSTE	ISSSTE estatal	Pemex, Defensa o Marina	Instituto de Salud para el Bienestar	IMSS-Bienestar	Institución privada	Otra institución
Campeche	719,677	288,186	62,638	2,070	32,088	327,334	8,950	7,441	2,914
Chiapas	3,698,663	672,681	212,030	46,562	38,656	2,538,415	169,403	32,965	31,976
Guerrero	2,632,004	506,026	293,979	12,943	38,016	1,744,754	36,293	14,282	9,051
Oaxaca	2,904,703	583,455	263,783	12,030	60,888	1,901,352	97,052	19,135	11,642
Puebla	4,650,982	1,445,433	218,559	97,861	34,972	2,721,081	54,956	90,326	41,363
Quintana Roo	1,365,328	827,522	106,142	6,087	10,764	383,986	7,433	33,527	8,445
Tabasco	1,645,089	498,783	104,707	67,073	96,613	794,894	14,168	21,543	66,451
Veracruz	5,825,533	2,266,970	350,652	9,661	240,294	2,828,959	108,127	69,749	30,721
Yucatán	1,810,121	980,491	116,856	4,944	19,019	628,098	26,576	60,097	9,348

Nota: Esta tabla contiene el número de afiliados por cada entidad federativa que se encuentra en la región sur sureste, los datos que se encuentran anteriormente descritos se obtuvieron de Elaboración propia con datos de INEGI (2025).

El análisis de los porcentajes de afiliación total por entidad federativa en México revela datos importantes sobre la distribución de personas afiliadas a los servicios de salud. Los cálculos realizados muestran que, en promedio, cada entidad aporta el 11.11% de los afiliados totales, con

una variación significativa entre los estados, reflejada en una desviación estándar del 6.59 %. Esto indica que existen diferencias considerables en la proporción de población afiliada en cada entidad (Figura 2).

La entidad con el mayor porcentaje de afiliación es Veracruz, que concentra el 23.07 % del total nacional. Esto se debe en gran medida a su alta densidad poblacional y a una fuerte cobertura de instituciones como el IMSS, ISSSTE y el Instituto de Salud para el Bienestar. En contraste, Campeche tiene el porcentaje más bajo, con un 2.85%, reflejando una menor población afiliada en comparación con otras entidades.



Nota: En esta figura/gráfica se muestra la relación que existe entre la variable estados y la variable porcentaje de afiliados, elaborado en Excel y los datos fueron obtenidos por elaboración propia con datos de INEGI (2025).

Figura 2. Porcentaje de afiliación por estado

El análisis también muestra que la distribución de afiliaciones no es uniforme, ya que el 50 % de las entidades (mediana) concentra menos del 10.42 % de los afiliados totales. Los estados con los porcentajes más bajos, como Campeche y Quintana Roo, se ubican generalmente en regiones menos densamente pobladas o con menores niveles de infraestructura de salud pública. Por otro lado, estados como Puebla y Oaxaca

superan la media nacional, probablemente debido a políticas de cobertura que priorizan a sectores vulnerables. De la figura 2 que se muestra anteriormente, se establece la ecuación de la regresión lineal, sin embargo el coeficiente de correlaciones que es igual a 0.04 nos indica que la correlación entre las variables porcentaje de afiliados y estados no tienen una relación fuerte, una correlación fuerte sería muy cercano a 1 o -1, de tal manera que el resultado obtenido es una correlación casi nula, debido a que es muy cercano a cero.

Luego con el programa SPSS versión 25 con ayuda de la herramienta analizar-comparar medias-ANOVA de un factor (Tabla 2 y 3).

Para los estados del sur y sureste de la República el valor de F fue 2.26 y su valor crítico para F fue de 2.42. Por lo que $2.26 < 2.42$, por lo tanto, no se puede rechazar H_0 , ya que no hay evidencia suficiente que demuestre que son diferentes, por lo que se consideran como similares.

Tabla 2

Análisis de varianza de un factor con una sola muestra por grupo con un alfa de 0.025 de los estados

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	9954187180858.990	8	1244273397607.370	.976	.461
Intra-grupos	91755972291149.100	72	1274388504043.740		
Total	101710159472008.000	80			

Nota: Resumen del cuadro de ANOVA considerando que los estados entre si tienen al menos una diferencia significativa, con un nivel de significancia de 0.025, esta tabla se obtuvo del análisis realizado por el software SPSS Versión 25.

Tabla 3

Análisis de varianza de un factor con una sola muestra por grupo con un alfa de 0.025 de los servicios de salud.

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Inter-grupos	19942368487073.900	7	2848909783867.700	15.714	.000
Intra-grupos	11602803042714.400	64	181293797542.413		
Total	31545171529788.300	71			

Nota: En esta tabla tenemos un resumen del cuadro de ANOVA considerando que los servicios entre si tienen al menos una diferencia significativa, con un nivel de significancia de 0.025, esta tabla se obtuvo del análisis realizado por el software SPSS Versión 25.

Para los estados el valor de F fue 0.976 y su valor crítico para F fue de 2.37. Por lo que $0.976 < 2.37$, por lo tanto, no se puede rechazar H_0 , así que se acepta la hipótesis nula, en que no hay diferencia significativa.

Para las instituciones de salud el valor de F fue 15.714 y su valor crítico para F fue de 2.49. Por lo que $15.714 > 2.49$, por lo tanto, se puede rechazar H_0 , así que se acepta la afiliación entre las instituciones de salud son diferentes (H_1).

Los resultados obtenidos mediante el análisis de varianza (ANOVA) confirman una homogeneidad estructural en los estados del Sur-Sureste ($F = 0.976 < 2.37$), lo que sugiere que estas entidades comparten determinantes sociales en el acceso a la salud de manera similar. Esta uniformidad en la precariedad y los patrones de afiliación puede explicarse a través de cuatro dimensiones sociológicas fundamentales.

La dependencia desproporcionada de instituciones de protección social, como el Instituto de Salud para el Bienestar (actualmente IMSS-Bienestar), es particularmente evidente en estados como Chiapas y Oaxaca. Desde una perspectiva sociológica, esta situación refleja una estructura laboral predominantemente rural e informal. A diferencia de la región centro del país, donde la economía se sustenta en el empleo industrial y urbano, el sur no cuenta con una base sólida de empleo formal, lo que limita la expansión de los esquemas contributivos de seguridad social (IMSS e ISSSTE) y confina a amplios sectores de la población a sistemas de asistencia pública, los cuales suelen presentar un menor financiamiento por usuario.

En entidades como Veracruz y Chiapas, la dispersión geográfica (pequeñas comunidades aisladas en orografía compleja) genera un fenómeno de "exclusión territorial". Aunque la estadística muestre una afiliación formal, la distancia física hacia las unidades de tercer nivel invalida el acceso efectivo, transformando la afiliación en un derecho puramente administrativo pero no operativo.

El rechazo de la hipótesis nula respecto a las instituciones de salud ($F = 15.714 > 2.49$) evidencia la fragmentación del sistema. Sociológicamente, esto se traduce en una "ciudadanía de salud" estratificada: mientras una minoría accede a servicios con infraestructura robusta (Pemex, SEDENA o Iniciativa Privada), la gran masa poblacional del sur depende de infraestructura limitada y saturada. Esta brecha institucional refuerza las desigualdades de clase, donde el lugar de residencia

y el tipo de empleo determinan la probabilidad de supervivencia ante enfermedades crónicas.

En estados con alta densidad de población indígena, como Oaxaca y Chiapas, las bajas tasas de afiliación a instituciones privadas (menos del 1% en el caso de Chiapas) y la saturación de los servicios públicos reflejan una marginación histórica. La intersección entre etnia y pobreza genera barreras culturales y lingüísticas que no se resuelven con la sola afiliación. La homogeneidad estadística hallada en el análisis de varianza sugiere que ser indígena en el sur-sureste implica estar sujeto a un sistema de salud que, aunque formalmente presente, carece de la pertinencia cultural y la suficiencia de recursos necesaria para atender a estos grupos vulnerables.

Existen pocos trabajos en México en los que se publique información acerca de los sistemas de salud. Uno de ellos es el de Alcalde-Rabanal et al. (2024), en el cual realiza una investigación del sistema de salud de México durante el periodo 2015-2022, y menciona que a pesar de los avances en la organización y gobernanza del sistema de salud en México, persisten desafíos significativos para alcanzar la cobertura universal en salud. El estudio destaca la necesidad de fortalecer la atención primaria, mejorar la disponibilidad de recursos humanos y garantizar el acceso equitativo a servicios de salud de calidad. Además, se enfatiza la importancia de abordar las desigualdades en salud y de implementar estrategias efectivas para enfrentar los retos actuales del sistema de salud mexicano.

Machado (2012) aborda la evolución histórica del sistema de salud mexicano, desde sus primeras instituciones hasta la actualidad. Se centra en las problemáticas que motivaron la creación del Seguro Popular en 2003, detallando sus objetivos, funcionamiento, desafíos y las estrategias implementadas en los primeros ocho años de operación. Concluye con una visión del sistema de salud mexicano en la actualidad, destacando los objetivos establecidos a largo plazo para el país. Se enfatizan los logros alcanzados en materia de salud desde la creación del Seguro Popular, como la afiliación de grupos vulnerables, la cobertura universal, la cobertura médica y el impacto en los gastos de bolsillo y gastos catastróficos.

Guerrero López (2022), nos da un análisis detallado de la situación actual y los desafíos que enfrenta el país en la implementación de la cobertura universal de salud. Se enfoca en la transición demográfica y

epidemiológica que ha experimentado México, donde las enfermedades no transmisibles han ganado relevancia, aunque en algunas regiones con menor desarrollo económico persisten las enfermedades infecciosas. Se destaca la importancia de implementar políticas públicas que aborden las desigualdades en el acceso y calidad de los servicios de salud, fortalecer la atención primaria, mejorar la infraestructura y los recursos humanos en salud, y garantizar la sostenibilidad financiera del sistema de salud. Además, se enfatiza la necesidad de una estrategia integral que considere los determinantes sociales de la salud y promueva la participación comunitaria en la toma de decisiones relacionadas con la salud.

Tabla 4

Prueba de Tukey de los servicios de salud

SERVICIOS	N	Subconjunto para alfa = 0.025	
		1	2
Otra institución	9	23545.6667	
ISSSTE estatal	9	28803.4444	
Institución privada	9	38785.0000	
IMSS-Bienestar	9	58106.4444	
Pemex, Defensa o Marina	9	63478.8889	
ISSSTE	9	192149.5556	
IMSS	9		896616.3333
Instituto de Salud para el Bienestar	9		1540985.8889
Sig.		.990	0.041

Nota: Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Se usa el tamaño muestral de la media armónica = 9.000, estos son los resultados obtenidos del software estadístico SPSS Versión 25.

El estudio de comparación múltiple (HSD de Tukey), también conocida como prueba post hoc de Tukey, nos indica que la media del IMSS y la media del Instituto de Salud para el Bienestar son estadísticamente diferentes de los otros servicios (tabla 4).

Tabla 5

Prueba de Tukey de los estados

ESTADOS	N	Subconjunto para alfa = 0.025
		1
Campeche	9	161255.3333
Quintana Roo	9	305470.4444
Tabasco	9	367702.3333
Yucatán	9	406172.2222
Guerrero	9	587483.1111
Oaxaca	9	650448.8889
Chiapas	9	826816.7778
Puebla	9	1039503.6667
Veracruz	9	1303407.3333
Sig.		.451

Nota: Se muestran las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos. Se usa el tamaño muestral de la media armónica = 9.000, estos son los resultados obtenidos del software estadístico SPSS Versión 25.

El estudio de comparación múltiple (HSD de Tukey), también conocida como prueba post hoc de Tukey, nos indica que entre los estados las medias que se muestran son similares, es decir que no hay una diferencia significativa (tabla 5).

Conclusiones

El análisis ANOVA es una herramienta estadística que nos permitió comparar las medias de los grupos de estados del sur y sureste de la República y las diferentes Instituciones de salud para determinar si existieron diferencias significativas entre ellos.

Los resultados indican que no hay una diferencia significativa en la afiliación en los estados de Campeche, Chiapas, Guerrero, Oaxaca, Puebla, Quintana Roo, Tabasco, Veracruz y Yucatán.

No obstante, sí se identificó una diferencia significativa entre el IMSS, ISSSTE, ISSSTE estatal, Pemex-Defensa-Marina, Instituto de Salud para el Bienestar, IMSS-Bienestar, instituciones privadas y otras entidades.

En cuanto a las correlaciones de los servicios de salud, el Total contra el IMSS y Total contra el ISSSTE, hay una relación positiva fuerte, a mayor población, más afiliados hay al IMSS. Sin embargo, estas correlaciones también sugieren la necesidad de estrategias que prioricen a entidades con menor porcentaje de afiliación para garantizar un acceso más equitativo y ver las implicaciones importantes para la planeación y distribución de recursos en el sector salud.

Referencias

- Alcalde**-Rabanal, J. E., Molina-Rodríguez, J. F., Díaz-Portillo, S. P., Hoyos-Loya, E., & Reyes-Morales, H. (2024). Sistema de salud de México 2015-2022. *Salud Pública de México*, 66(5). <https://doi.org/10.21149/16214>
- González**, M. (2020). Sistema de salud privado en México: Características y desafíos. *Revista Mexicana de Salud Pública*, 62(3), 245–255. <https://doi.org/10.1002/rms.245>
- Guerrero** López, C. M. (2022). *Cobertura universal de salud en México*. México Saludable. Recuperado el 18 de enero de 2026, de https://mexicosaludhable.org/wp-content/uploads/2023/02/Cobertura-Universal-de-Salud-en-Mexico_2022.pdf
- Instituto de Salud para el Bienestar** (INSABI). (2025). *¿Qué hacemos?* Recuperado el 18 de enero de 2026, de <https://www.gob.mx/insabi/que-hacemos>
- Instituto de Seguridad Social para las Fuerzas Armadas Mexicanas** (ISS-FAM). (2025). *Servicio médico integral subrogado*. Recuperado el 18 de enero de 2026, de <https://www.gob.mx/issfam/articulos/servicio-medico-integral-subrogado?idiom=es>
- Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado** (ISSSTE). (2025). *Sitio web oficial del ISSSTE*. Recuperado el 18 de enero de 2026, de <https://www.gob.mx/issste>
- Instituto Mexicano del Seguro Social** (IMSS). (2025). *Sitio web oficial del IMSS*. Recuperado el 18 de enero de 2026, de <https://www.imss.gob.mx/>
- Instituto Mexicano del Seguro Social del Bienestar** (IMSS-BIENESTAR). (2025). *Servicios de salud IMSS-BIENESTAR*. Recuperado el 18 de enero de 2026, de <https://imssbienestar.gob.mx/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía** (INEGI). (2025a). *Censo de población y vivienda 2020*. Recuperado el 18 de enero de 2026, de <https://www.inegi.org.mx>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía** (INEGI). (2025b). *Población con afiliación a servicios de salud por entidad federativa según institución, 2020* [Tabulados interactivos]. Recuperado el

18 de enero de 2026, de https://www.inegi.org.mx/app/tabulados/interactivos/?pxq=Derechohabiencia_Derechohabiencia_02_822ebcc5-ef41-40c1-9901-22e397025c64

- Juárez**-Lucero, J. J., et al. (2021). ANOVA en la comparación de tres métodos para rastrear COVID-19 en nueve países. *Revista Mexicana de Ingeniería Biomédica*, 42(1), e1110. <https://doi.org/10.17488/rmib.42.1.4>
- Machado**, D. G.-J. (2012). La transformación del sistema de salud y el Seguro Popular. *Gaceta Médica de México*, 148(6), 518–524. https://www.anmm.org.mx/GMM/2012/n6/GMM_148_2012_6_518-524.pdf
- Martínez**, M. R., & López, J. S. (2021). *Estadística aplicada a las ciencias sociales: Análisis de varianza y otros métodos multivariantes* (1.^a ed.). Editorial Pearson.
- Microsoft**. (2024). *Excel (Microsoft 365)* [Software]. Microsoft Corporation. <https://www.microsoft.com>
- Petróleos Mexicanos** (PEMEX). (2025). *Salud y bienestar laboral*. Recuperado el 18 de enero de 2026, de <https://www.pemex.com/gen-temex/bienestarlaboral/Paginas/salud.aspx>
- Reyes**-Morales, H., García-Peña, M. del C., & Lazcano-Ponce, E. (2024). La atención primaria como eje del sistema nacional de salud. *Salud Pública de México*, 66(5), 631–636. <https://saludpublica.mx/index.php/spm/article/view/15744>
- Saturno**-Hernández, P. J., et al. (2024). Calidad de la información en salud de México en el contexto de la OCDE: 2017–2021. *Gaceta Sanitaria*, 38, 102372. <https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2024.102372>
- Secretaría de Marina** (SEMAR). (2025). *Sanidad Naval (DIGASAN)*. Recuperado el 18 de enero de 2026, de <https://www.gob.mx/semar/acciones-y-programas/sanidad-naval-digasan>
- Walpole**, R. E., Myers, R. H., Myers, S. L., & Ye, K. (2012). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias* (9.^a ed.). Pearson Educación.

03

Capítulo

Índice delictivo en las alcaldías de la CDMX en 2020

Ing. Jorge Pérez Heredia
Dra. Grace Tamara Vergara Quijada

Introducción

La aplicación de la estadística en las ciencias sociales constituye un pilar metodológico fundamental para la validación empírica de hipótesis y la interpretación rigurosa de los fenómenos sociales. Su relevancia radica en la capacidad de examinar patrones y regularidades en comportamientos humanos, facilitando la toma de decisiones basada en evidencia y no solo en especulación o consenso; no obstante, su uso frecuente por personal no especializado en matemáticas ha generado deficiencias metodológicas, especialmente en la definición operacional de variables, la selección de muestras representativas y la aplicación adecuada de pruebas inferenciales. (López Domínguez, A. y Díez Fumero II, T. 2017)

La estadística aporta a las ciencias sociales la posibilidad de caracterizar grupos e identificar relaciones entre variables, así también, evaluar intervenciones o políticas con un marco probabilístico; en este orden de ideas, López Domínguez, A. y Díez Fumero II, T. (2017), señalan que la estadística aplicada a las ciencias sociales es una herramienta indispensable para la investigación empírica rigurosa, siempre que se utilice con comprensión teórica y metodológica, por lo que su correcta aplicación no solo fortalecerá la validez de los estudios, sino que también enriquece la comprensión de la complejidad social, siempre atendiendo a las particularidades de los fenómenos humanos y evitando reduccionismos numéricos que desdibujen la realidad estudiada.

Bajo el contexto que nos ocupa en este capítulo, la aplicación de métodos estadísticos resulta elemental para evaluar la efectividad de las políticas de seguridad implementadas, así como, proponer los ajustes pertinentes para mejorar la protección y el bienestar de la población, siempre en un marco de respeto a los derechos humanos que permitirá determinar la relación entre categorías específicas de delitos y el índice de Desarrollo Humano (IDH) en las alcaldías de la CDMX, así como

construir un modelo predictivo que incorpore variables como el IDH, la pobreza y el rezago educativo para pronosticar la incidencia delictiva.

La seguridad pública es un pilar fundamental para alcanzar un desarrollo humano sostenible e inclusivo. Mejorar el desarrollo humano requiere de políticas integrales que aborden tanto la inseguridad como sus causas estructurales, tales como la desigualdad socioeconómica y la falta de oportunidades.

Interdependencia entre el índice de Desarrollo Humano (IDH) y el Índice Delictivo

Evaluar el desarrollo humano es crucial para la creación de políticas públicas efectivas, ya que permite analizar las condiciones de vida de la población, dimensionar los desafíos del desarrollo y diseñar intervenciones gubernamentales, con metas claras de bienestar.

El Índice de Desarrollo Humano (IDH), creado por Mahbub ul Haq y Amartya Sen, en 1990, surge como una alternativa a los indicadores puramente económicos, como el Producto Interno Bruto (PIB); al integrar tres dimensiones esenciales: salud, educación e ingreso, el IDH se calcula como la media geométrica de índices normalizados para cada dimensión, en una escala de 0 a 1, donde 1 representa el máximo desarrollo (PNUD, 2020).

Según González R. A. (2005), los fundamentos del IDH se basan en la teoría del Desarrollo Humano, que enfatiza que el desarrollo debe centrarse en las capacidades y libertades individuales. En palabras de Amartya Sen, el desarrollo puede ser visto como “un proceso de la expansión de las libertades reales de que disfrutaban las personas”. (Sen. 1998:3; como se citó en González R. A. 2005; p.506)

Por otra parte, para López-Calva, L. F et al. (2004), el Producto Interno Bruto (PIB) es un indicador común de la capacidad económica de un país, sin embargo, no captura la totalidad del desarrollo humano; por tanto, para superar estas limitaciones, se han creado alternativas que incorporan información sobre diversas áreas del desarrollo, especialmente

las condiciones sociales de la población. Al medir el desarrollo, dos decisiones clave influyen en la metodología: qué aspectos del desarrollo se consideran y cómo se combinan esos aspectos. Estas decisiones, basadas en el objetivo de la medición, impactan el diseño de políticas, ya que los resultados pueden orientar las acciones gubernamentales hacia variables o resultados específicos.

A pesar de su amplia aceptación, el IDH ha sido criticado por simplificar la complejidad del desarrollo humano y por no capturar aspectos como la desigualdad en la distribución del ingreso o la calidad de la educación (Klugman et al., 2011). Para abordar estas limitaciones, el PNUD ha desarrollado variantes como el IDH ajustado por desigualdad (IDH-D). En el contexto de la CDMX, el PNUD (2020) reporta un IDH de 0.830, situándola en un rango de desarrollo humano muy alto, este valor refleja una esperanza de vida al nacer de alrededor de 77 años, un promedio de escolaridad de 11.5 años y un Ingreso Nacional Bruto (INB) per cápita de aproximadamente \$20,000 dólares Paridad de Poder Adquisitivo (PPA); no obstante, este valor agregado oculta disparidades significativas entre alcaldías y no refleja plenamente desafíos persistentes en materia de desigualdad y seguridad (PNUD México, 2021)

Por su parte, el índice delictivo, medido comúnmente como el número de delitos por cada 100 mil habitantes, es una métrica fundamental para entender la seguridad pública y su impacto en la calidad de vida, de acuerdo con el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI, 2020), la incidencia delictiva es un factor clave que influye en el bienestar social y económico de una población.

A partir de 2020, la pandemia de COVID-19 tuvo un impacto significativo en la dinámica delictiva, estudios como el de Heinle et al. (2020) señalan que el confinamiento y las restricciones de movilidad redujeron ciertos delitos, como el robo en la vía pública, pero incrementaron otros, como la violencia doméstica; en este contexto es crucial para entender las tendencias recientes del índice delictivo en la ciudad de México.

En México, la medición sistemática de la criminalidad se ha fortalecido con instrumentos como la Encuesta Nacional de Victimización y Percepción sobre Seguridad Pública (ENVIPE), la cual capta la cifra negra (delitos no denunciados). Para la CDMX, datos del Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública (SESNSP, 2023) reportaron una tasa de 28 mil delitos por cada 100 mil habitantes en

2022, con un incremento del 5% respecto a 2020, siendo los delitos más frecuentes el robo (45% del total), la violencia familiar y los homicidios dolosos, con concentraciones geográficas específicas en alcaldías como Iztapalapa y Gustavo A. Madero.

Existe un consenso académico y de políticas públicas sobre la relación intrínseca e inversa entre desarrollo humano y criminalidad. La inseguridad limita las oportunidades y libertades individuales, afectando el acceso a la educación, la salud y el empleo (PNUD, 2020).

Estudios específicos en contextos urbanos como la CDMX respaldan esta interrelación; por ejemplo, investigaciones han documentado cómo la inseguridad en zonas escolares contribuye a la deserción escolar (SEP, 2021), por su parte, un estudio de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM, 2021) encontró que 30% de los habitantes de la ciudad de México presentan síntomas de ansiedad o depresión relacionados con la percepción de inseguridad; asimismo, la percepción de inseguridad tiene un impacto negativo en la actividad económica, particularmente en sectores como el comercio y el turismo, donde la CDMX perdió 10% de su inversión turística en 2021 debido a la percepción de inseguridad (CCE, 2022).

Aunado a lo anterior, la ENVIPE (2021) destaca que solo 10% de los delitos se denuncian y que la percepción de inseguridad en la CDMX alcanzó el 78% en 2022 y subraya la necesidad de mejorar la confianza en las instituciones de seguridad pública, lo que refleja un deterioro en la calidad de vida que no es capturado por el IDH tradicional.

Un estudio clave de Vilalta, C. J. (2012), identifica los factores clave que explican la percepción de inseguridad frente al delito en México, a nivel nacional y en el área metropolitana de la CDMX, basándose en modelos multivariados y advierte que los principales determinantes que incrementan la sensación de inseguridad, son en orden de importancia: las señales de incivilidad (riñas vecinales, pandillerismo, consumo de alcohol en la calle) y la baja confianza en la policía local (predictor crucial de mayor inseguridad); por otra parte, el autor destaca el papel significativo de la victimización (directa o indirecta) y la vulnerabilidad física, siendo las mujeres quienes reportan sistemáticamente mayor inseguridad.

En contraste, factores de vulnerabilidad social como el nivel educativo o laboral no mostraron un efecto independiente significativo. En este sentido, el autor concluye que las políticas públicas deben priorizar

la reducción del desorden social y fortalecer la confianza ciudadana en la policía, mediante patrullaje y una comunicación más efectiva, que complementen las estrategias tradicionales de control del crimen.

Por otra parte, un estudio de Hernández-Gutiérrez (2021) investiga las causas de las diferencias en las tasas de homicidio entre las alcaldías de la Ciudad de México durante 2018, aplicando el método Qualitative Comparative Analysis (QCA) y tomando como marco teórico el modelo sociológico de Briceño del 2007, con el objetivo de identificar las combinaciones de condiciones que explican por qué diez alcaldías presentaron tasas epidémicas (superiores a 10 por 100,000 hab.) mientras seis no.

Hernández-Gutiérrez (2021), destaca que la presencia de organizaciones criminales enfrentadas dentro de una misma alcaldía es una condición necesaria y suficiente para la ocurrencia de una tasa de homicidios epidémica; en contraste, la hipótesis que planteaba que la conjunción de alta densidad poblacional y pobreza era una condición suficiente fue refutada. En este sentido, los resultados sugieren que, para el caso de la CDMX en 2018, los factores de crimen organizado tienen un poder explicativo mayor que las condiciones socio estructurales tradicionales (como pobreza o baja escolaridad) para entender la violencia homicida a nivel local. Y concluye que atacar la pobreza o la desigualdad es importante, más no sería suficiente, sin abordar directamente la disputa entre organizaciones criminales por el control de territorios y mercados ilícitos.

A pesar de los avances en la medición del índice delictivo, persisten desafíos metodológicos y prácticos, por ejemplo, la subestimación de delitos no denunciados y la falta de datos desagregados por género y edad limitan la comprensión integral del fenómeno; en este sentido, señala Heinle et al. (2020), que la falta de transparencia en los datos oficiales dificulta la formulación de políticas públicas efectivas.

Este capítulo busca profundizar en esta relación mediante un análisis estadístico aplicado, con el fin de aportar evidencia cuantitativa que oriente políticas de seguridad y desarrollo más integrados y efectivos para la Ciudad de México.

Metodología

Se trata de una investigación cuantitativa, de tipo descriptivo, correlacional, con el objetivo de realizar un análisis estadístico, a partir de la base de datos de la Fiscalía General de la Ciudad de México, que contabiliza las carpetas de investigación de las denuncias realizadas por los ciudadanos que hayan sido víctimas de un delito, los cuales han sido tipificados por la Fiscalía como: Delitos contra el patrimonio, delitos contra la familia, delitos contra la libertad personal, delitos contra la libertad y la seguridad sexual, delitos contra la vida y la integridad corporal, delitos contra otros bienes jurídicos afectados.

Para conocer el Índice de Desarrollo Humano (IDH) de cada una de las alcaldías, se consultó el Informe de Desarrollo Municipal 2020. Una década de transformaciones locales en México publicado por el PNUD; así también, para conocer la población total de cada una de las alcaldías, se consultó la información territorial municipal de la CDMX elaborada por el INEGI en el año 2020, con dicha información se obtuvo el IDH promedio de la CDMX.

Respecto al coeficiente de correlación de Pearson, que mide la relación lineal entre dos variables, con valores de -1, 1, con la siguiente expresión matemática.

$$r = \frac{\sum (x_i - \bar{x}) (y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum (x_i - \bar{x})^2 \sum (y_i - \bar{y})^2}}$$

Donde x_i son los valores del IDH por alcaldía, tasas de los tipos de delitos, $\bar{x}$, $\bar{y}$ son las medias del IDH y de los diferentes tipos de delitos.

Para determinar las tasas de delitos, se considera el número de delitos por cada categoría de delito dividido entre la población de cada alcaldía, multiplicado por 100,000 y así poder realizar una comparación entre las alcaldías.

Para realizar la regresión múltiple, se utilizó los datos del estudio NBI (necesidades básicas insatisfechas) realizada por el INEGI (2020) de la medición de la pobreza multidimensional en la Ciudad de México.

De igual manera la regresión lineal, se realiza a partir de la siguiente expresión matemática: $Y = \beta_0 + \beta_1 X$, donde Y son los tipos de delitos y X es el IDH de cada alcaldía.

Se realiza una regresión lineal múltiple con las variables: IDH de cada alcaldía, rezago educativo, pobreza (vivienda), pobreza (bienes durables) para entender si estas variables contribuyen a la inseguridad. El modelo tiene la forma:

$$y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_3 x_3 + \beta_4 x_4$$

Donde y es la variable dependiente, en este caso la tasa delictiva total, x_1, x_2, x_3, x_4 son las variables antes mencionadas, $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ son los coeficientes de regresión.

El tratamiento estadístico se realizó con la ayuda de Matlab, lenguaje de programación C y RStudio.

Resultados y discusiones

En la Tabla 1 se muestran los delitos por cada categoría de cada una de las alcaldías de la CDMX contabilizados por la Fiscalía.

La Tabla 2 muestra los datos estandarizados (tasas de delitos), esto se obtuvo dividiendo el número de delitos entre la población de cada alcaldía por 100,000 habitantes, así como el IDH de cada alcaldía y la población total de cada alcaldía.

Tabla 1*Tipos de delitos por alcaldía en la CDMX*

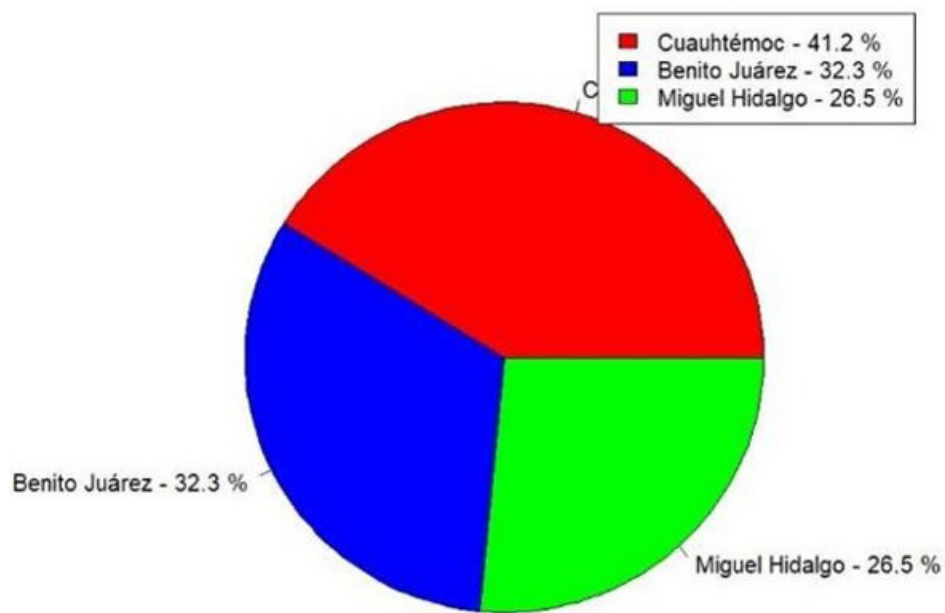
Alcaldía	Delitos contra patrimonio	Delitos contra familia	Delitos contra libertad personal	Delitos contra libertad y seguridad sexual	Delitos contra sociedad	Delitos contra la vida e integridad corporal	Delitos contra otros bienes jurídicos	Total por alcaldía
Álvaro Obregón	8,324	2,200	114	526	132	767	2,517	14,580
Azcapotzalco	6,123	1,458	95	245	99	429	1,661	10,110
Benito Juárez	10,459	899	91	263	150	596	2,390	14,848
Coyoacán	8,216	1,813	124	377	110	526	2,072	13,238
Cuajimalpa	1,761	514	29	116	29	200	602	3,251
Cuauhtémoc	16,753	2,327	213	1,176	571	1,018	5,917	27,975
Gustavo A Madero	11,170	3,737	211	800	189	1,339	3,560	21,006
Iztacalco	4,269	1,523	77	229	85	413	1,312	7,908
Iztapalapa	16,642	4,772	327	1,014	254	1,784	5,930	30,723
Magdalena Contreras	1,698	1,091	50	123	27	207	763	3,959
Miguel Hidalgo	8,206	1,193	80	348	120	456	2,017	12,420
Milpa Alta	665	469	20	98	19	176	264	1,711
Tláhuac	2,576	1,280	91	238	63	411	1,102	5,761
Tlalpan	7,012	1,875	166	422	106	667	2,033	12,281
Venustiano Carranza	6,370	1,567	121	371	90	705	2,263	11,487
Xochimilco	3,485	1,512	79	282	44	343	1,109	6,854

Nota: Elaboración propia, con base en datos de la fiscalía general de Justicia de la CDMX.

Tabla 2*Tasa de delitos por alcaldía, IDH y población total por alcaldía*

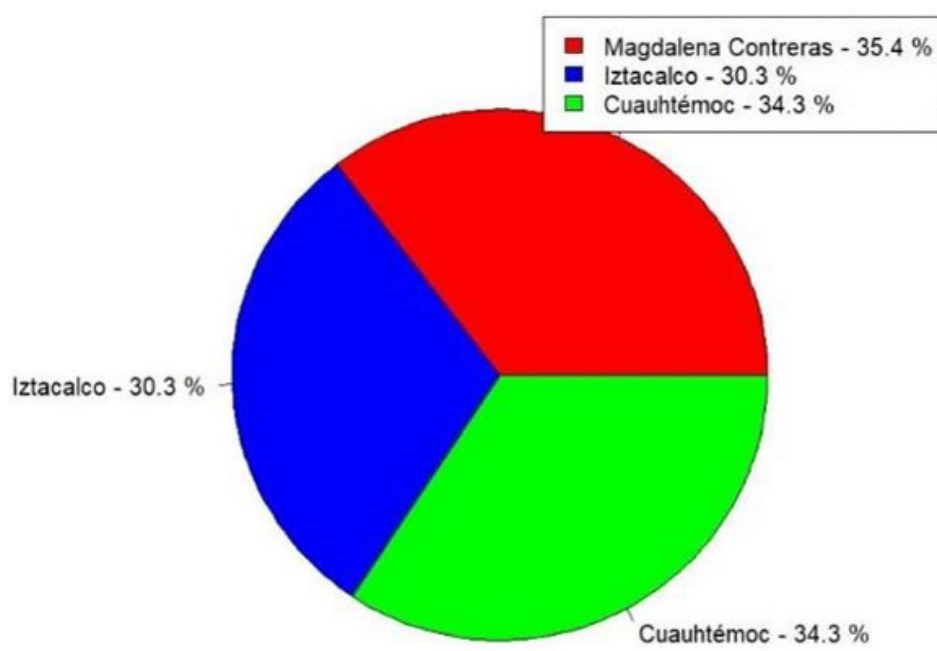
Alcaldía	Población 2020	Delitos contra patrimonio	Delitos contra familia	Delitos contra libertad personal	Delitos contra libertad y seguridad sexual	Delitos contra sociedad	Delitos contra la vida e integridad corporal	Delitos contra otros bienes jurídicos	Índice Desarrollo Humano (IDH)
Álvaro Obregón	759,137	1096.51	289.80	15.02	69.29	17.39	101.04	331.56	0.812
Azcapotzalco	432,205	1416.69	337.34	21.98	56.69	22.91	99.26	384.31	0.834
Benito Juárez	434,153	2409.06	207.07	20.96	60.58	34.55	137.28	550.50	0.908
Coyoacán	614,447	1337.14	295.06	20.18	61.36	17.90	85.61	337.21	0.849
Cuajimalpa	217,686	808.96	236.12	13.32	53.29	13.32	91.88	276.55	0.808
Cuauhtémoc	545,884	3068.97	426.28	39.02	215.43	104.60	186.49	1083.93	0.852
Gustavo A Madero	1,173,351	951.97	318.49	17.98	68.18	16.11	114.12	303.40	0.816
Iztacalco	404,695	1054.87	376.33	19.03	56.59	21.00	102.05	324.19	0.835
Iztapalapa	1,835,486	906.68	259.99	17.82	55.24	13.84	97.19	323.08	0.783
Magdalena Contreras	247,622	685.72	440.59	20.19	49.67	10.90	83.60	308.13	0.787
Miguel Hidalgo	414,470	1979.887	287.84	19.30	83.96	28.95	110.02	486.65	0.873
Milpa Alta	152,685	435.54	307.17	13.10	64.18	12.44	115.27	172.91	0.759
Tláhuac	392,313	656.62	326.27	23.20	60.67	16.06	104.76	280.90	0.793
Tlalpan	699,928	1001.82	267.88	23.72	60.29	15.14	95.30	290.46	0.811
Venustiano Carranza	443,704	1435.64	353.16	27.7	83.61	20.28	158.89	510.02	0.808
Xochimilco	442,178	788.14	341.94	17.87	63.78	9.95	77.57	250.80	0.784

Nota: Elaboración propia, con datos de la fiscalía general de Justicia de la CDMX.



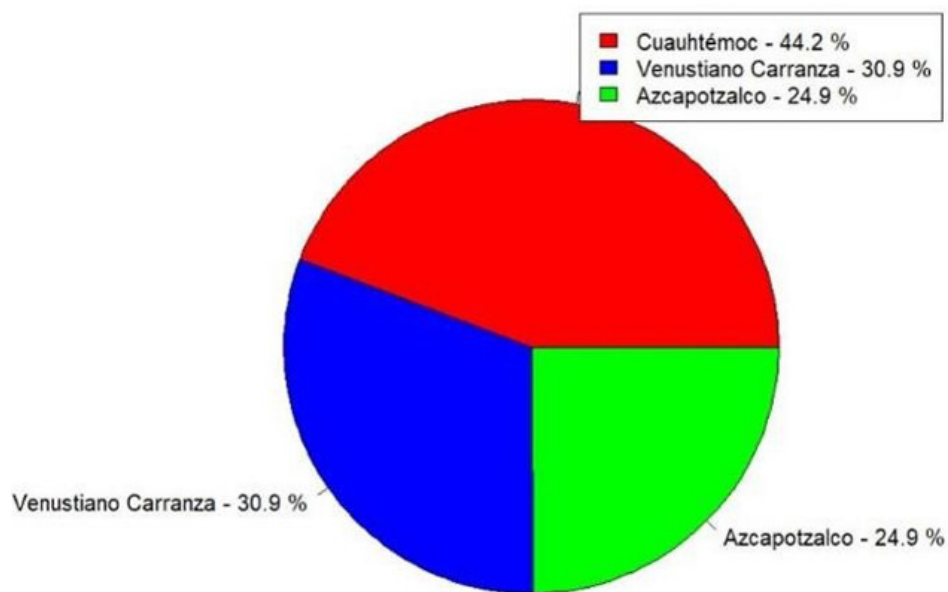
Nota: Elaboración propia con el software RStudio. Tasa por 100,000 habitantes.

Figura 1. Distribución de tasa de delitos contra el patrimonio



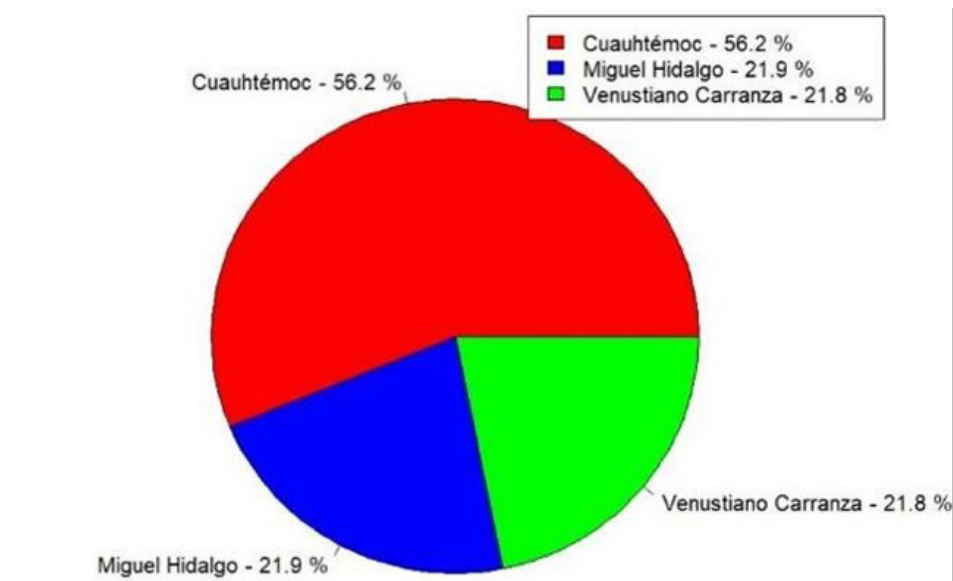
Nota: Elaboración propia con el software RStudio. Tasa por 100,000 habitantes.

Figura 2. Alcaldías con mayor tasa de delitos contra la familia



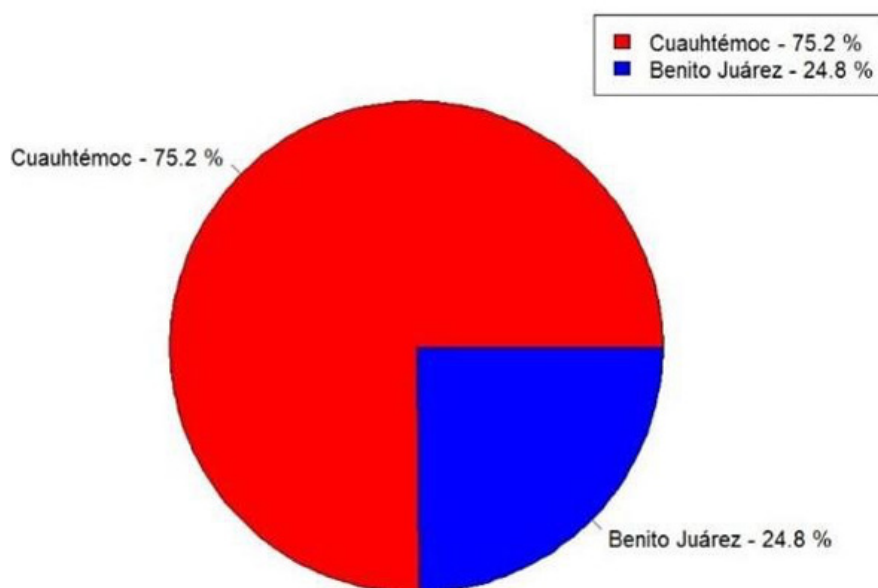
Nota: Elaboración propia con el software RStudio. Tasa por 100,000 habitantes.

Figura 3. Alcaldías con mayor tasa de delitos contra la libertad personal



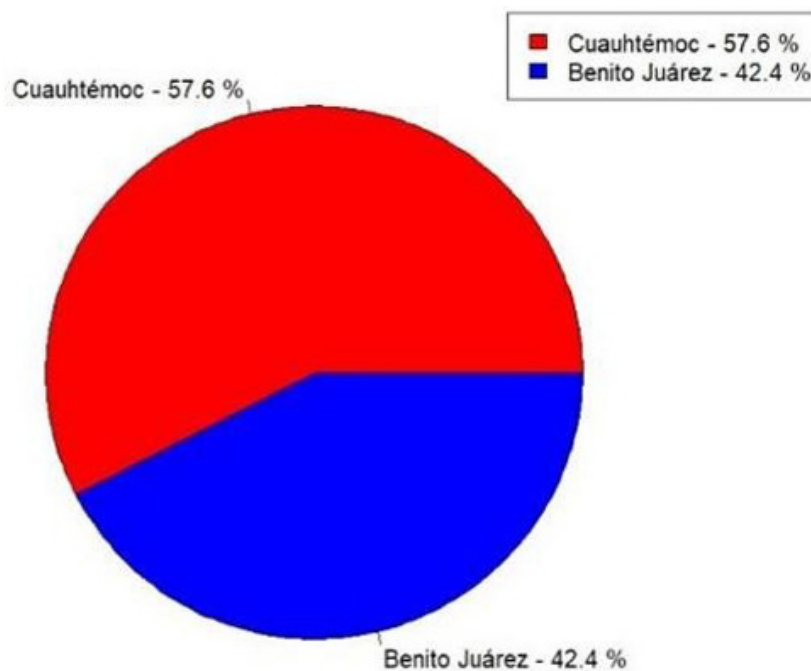
Nota: Elaboración propia con el software RStudio. Tasa por 100,000 habitantes.

Figura 4. Alcaldías con mayor tasa de delitos contra la libertad y la seguridad sexual



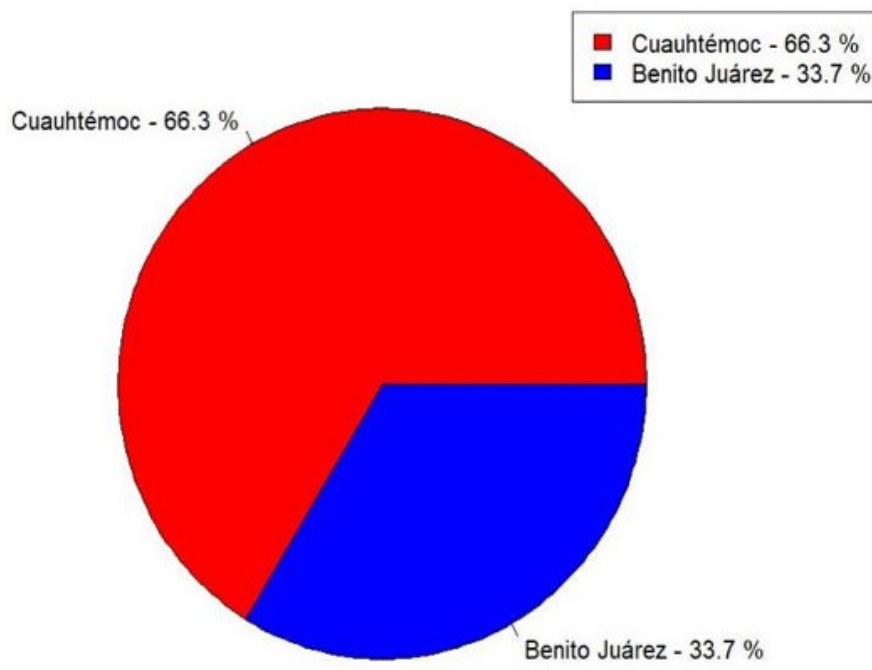
Nota: Elaboración propia con el software RStudio. Tasa por 100,000 habitantes.

Figura 5. Alcaldías con mayor tasa de delitos contra la sociedad



Nota: Elaboración propia con el software RStudio. Tasa por 100,000 habitantes.

Figura 6. Alcaldías con mayor tasa de delitos contra la vida y la integridad corporal



Nota: Elaboración propia con el software RStudio. Tasa por 100,000 habitantes.

Figura 7. Alcaldías con mayor tasa de delitos otros bienes jurídicos

Por otra parte, se realizó una regresión lineal con los datos del IDH y con la tasa de cada tipo o categoría de delito para visualizar la tendencia de cada tipo de delito, en la Tabla 3 se muestra los datos para el cálculo de la regresión lineal múltiple.

Para automatizar los cálculos de la regresión lineal múltiple, se realizó un programa en lenguaje C, dando como resultado

$$y = -38843.47 + 45074.40_{x1} + 8641.14_{x2} + 4259.88_{x3} - 284.66_{x4}$$

En la figura 8 se puede visualizar la relación entre el IDH y los delitos contra el patrimonio; se puede apreciar que existe una la relación fuerte y positiva entre IDH y delitos patrimoniales con $r = 0.822$, lo que sugiere una relación de causalidad donde a mayor IDH mayor ocurrencia de este tipo de delito, en ese caso p-valor es $p = 9.24 \times 10^{-5}$, por lo que existe una correlación positiva fuerte y estadísticamente significativa entre el IDH y los delitos contra el patrimonio ($p < 0.001$). En la figura 9 se visualiza la relación entre el IDH y los delitos contra la familia con $r = -0.044$, en este

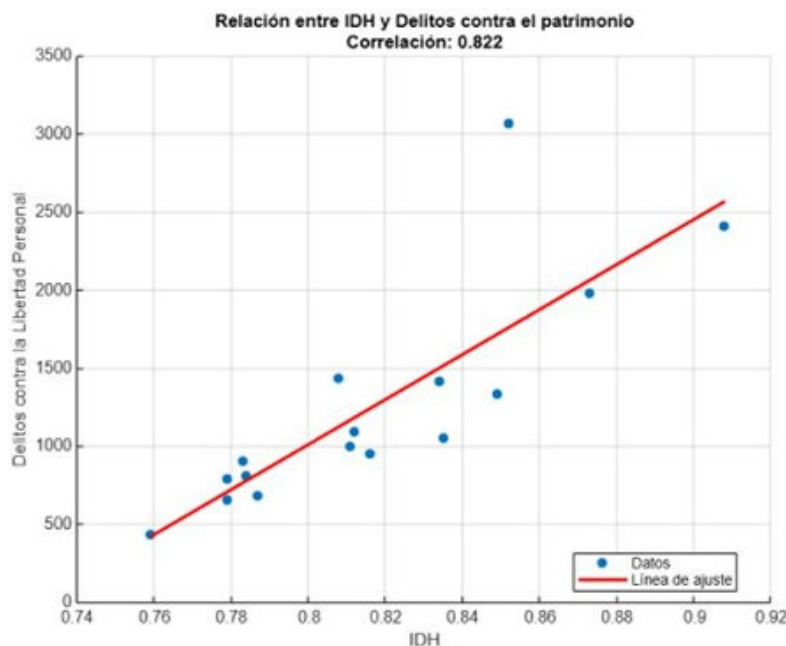
caso, los resultados arrojaron una relación débil y negativa entre IDH y delitos contra la familia, En este caso el p-valor es $p = 0.8724$, por lo que no existe evidencia estadísticamente significativa de correlación lineal entre el IDH y los delitos contra la familia ($p \gg 0.05$), la relación es prácticamente nula.

Tabla 3

Datos para el cálculo de la regresión lineal

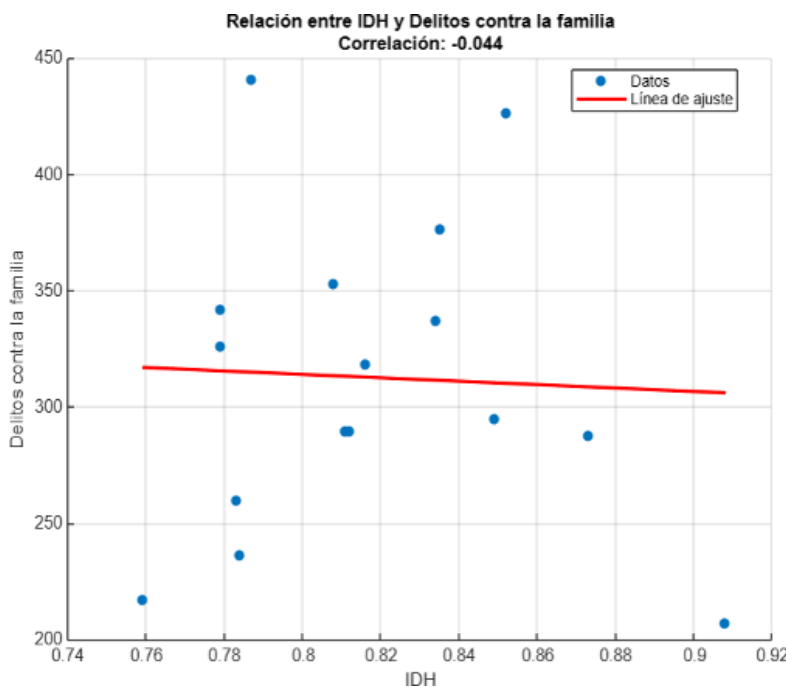
Alcaldía	Tasa delictiva total (por cada cien mil habitantes)	IDH (x_1)	Rezago educativo (x_2)	Pobreza (Vivienda) (x_3)	Pobreza (Bienes durables) (x_4)
Álvaro Obregón	1920.6	0.812	0.252	0.513	0.322
Azcapotzalco	2339.17	0.834	0.2	0.424	0.295
Benito Juárez	3419.99	0.908	0.081	0.203	0.136
Coyoacán	2154.46	0.849	0.162	0.387	0.222
Cuajimalpa	1493.44	0.808	0.245	0.439	0.314
Cuauhtémoc	5124.72	0.852	0.166	0.369	0.305
Gustavo A. Madero	1790.26	0.816	0.225	0.486	0.343
Iztacalco	1954.06	0.835	0.2	0.467	0.29
Iztapalapa	1673.83	0.783	0.288	0.577	0.415
Magdalena Contreras	1598.81	0.787	0.284	0.563	0.371
Miguel Hidalgo	2996.6	0.873	0.148	0.356	0.232
Milpa Alta	1120.61	0.759	0.321	0.691	0.464
Tláhuac	1468.47	0.793	0.286	0.569	0.382
Tlalpan	1754.61	0.811	0.249	0.532	0.307
Venustiano Carranza	2588.89	0.808	0.225	0.492	0.321
Xochimilco	1550.05	0.784	0.286	0.628	0.414

Nota: Elaboración propia, con datos del estudio NBI (necesidades básicas insatisfechas) de la medición de la pobreza multidimensional en la CDMX).



Nota: Elaboración propia con el software Matlab. Tasa por 100,000 habitantes.

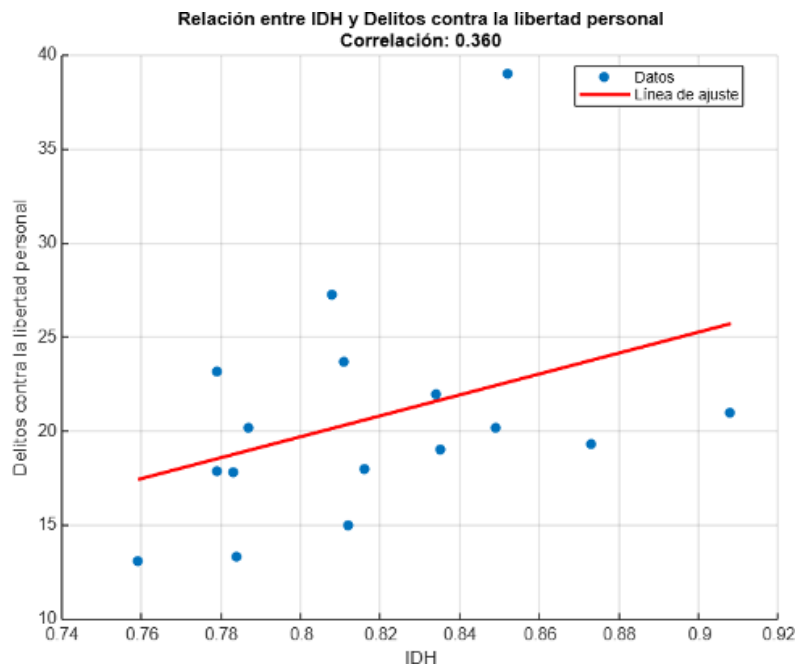
Figura 8. Correlación entre IDH y delitos contra el patrimonio



Nota: Elaboración propia con el software Matlab. Tasa por 100,000 habitantes.

Figura 9. Correlación entre IDH y delitos contra la familia

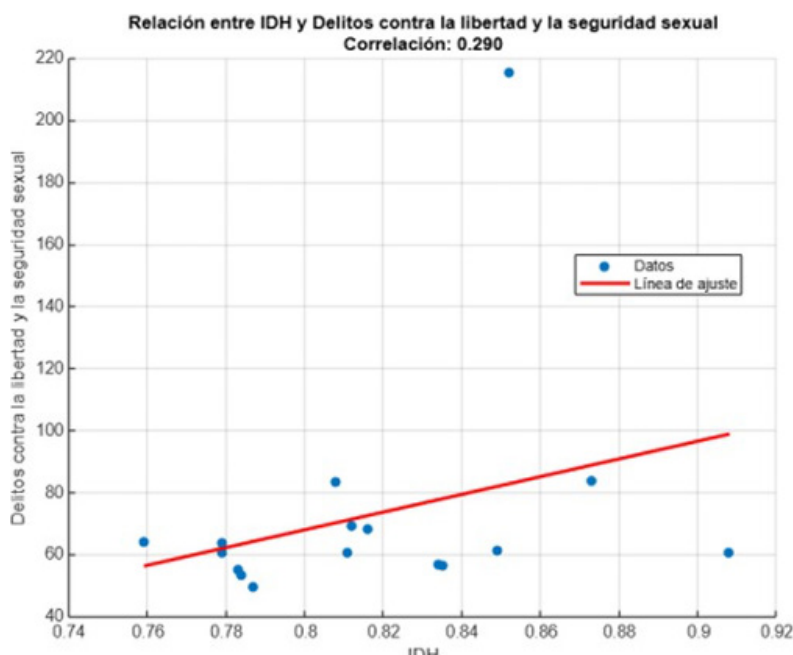
En la figura 10 se aprecia la relación entre el IDH y los delitos contra la libertad personal con $r=0.360$, para esta variable, la relación es débil y positiva entre IDH y delitos contra la libertad personal, en este caso el p-valor es $p = 0.1709$, no se puede afirmar que exista una relación lineal significativa ($p > 0.05$).



Nota: Elaboración propia con el software Matlab. Tasa por 100,000 habitantes.

Figura 10. Correlación entre IDH y delitos contra la libertad personal

En la figura 11 se puede visualizar la relación entre el IDH y los delitos contra la libertad y la seguridad sexual con $r=0.290$, en este caso el p-valor es $p = 0.2754$, por lo tanto, la correlación no es estadísticamente significativa.

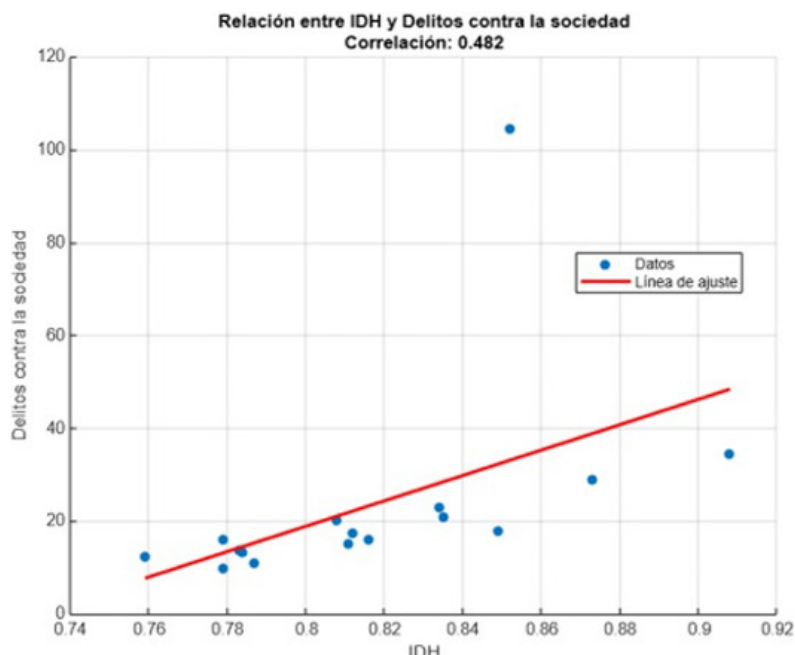


Nota: Elaboración propia con software Matlab. Tasa por 100,000 habitantes.

Figura 11. Correlación entre IDH y delitos contra la libertad y la seguridad sexual

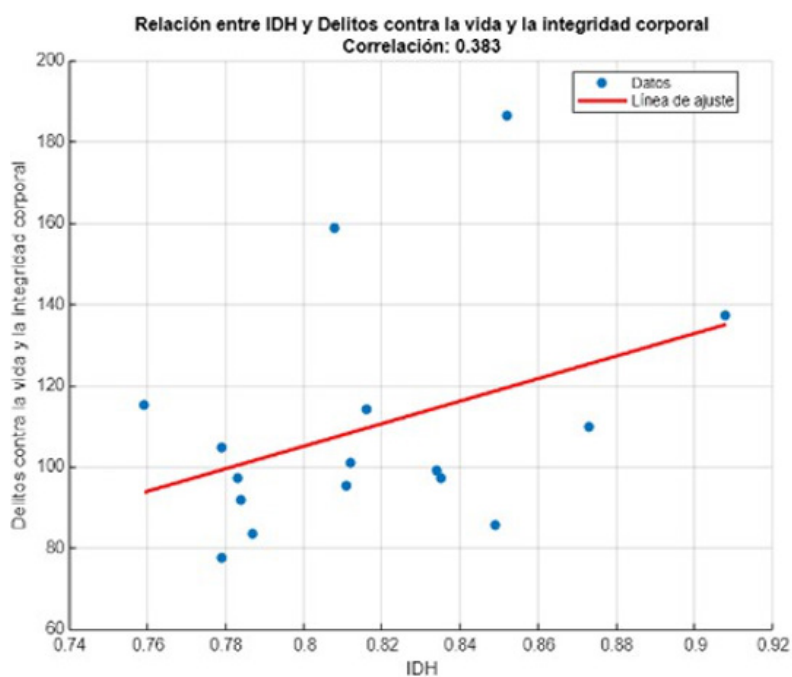
En la figura 12 se puede visualizar la relación entre el IDH y los delitos contra la sociedad con $r=0.482$, la relación es moderada y positiva en este caso el p-valor es de $p = 0.0585$.

En la figura 13 se visualiza la relación entre el IDH y los delitos contra la vida y la integridad corporal, la relación es moderada y positiva entre el IDH y este tipo de delitos con $r= 0.383$, lo que sugiere un incremento de la ocurrencia de este tipo de delito. El p-valor en este caso es $p = 0.1427$.



Nota: Elaboración propia con software Matlab. Tasa por 100,000 habitantes.

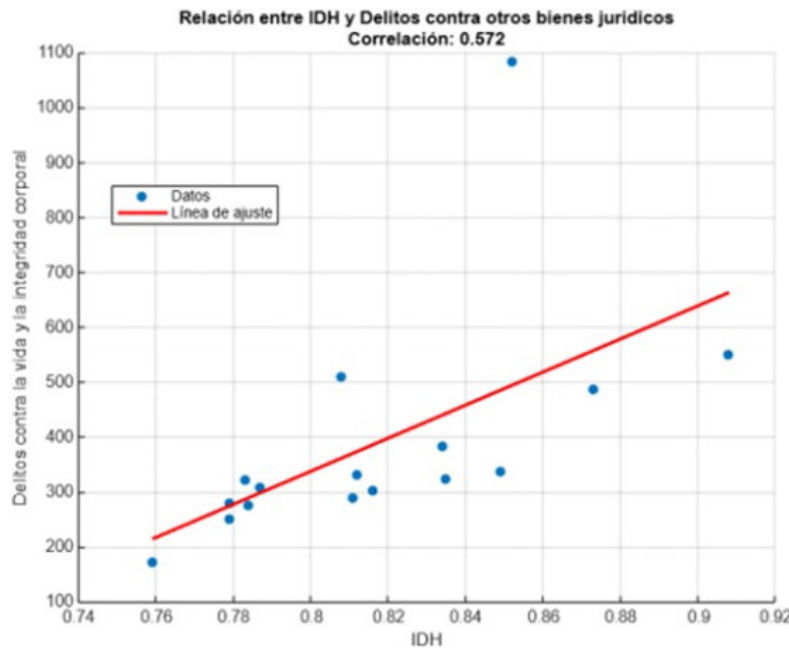
Figura 12. Correlación entre IDH y delitos contra la sociedad



Nota: Elaboración propia con software Matlab. Tasa por 100,000 habitantes.

Figura 13. Correlación entre IDH y delitos contra la vida y la integridad corporal

En la figura14 se puede visualizar la relación entre el IDH y los delitos contra otros bienes jurídicos, la relación es moderadamente fuerte y positiva entre el IDH y este tipo de delitos con $r=0.572$, lo que sugiere un incremento en la ocurrencia de este tipo de delito. En este caso el p-valor es $p = 0.0207$.



Nota: Elaboración propia con el software Matlab. Tasa por 100,000 habitantes.

Figura 14. Correlación entre IDH y delitos contra otros bienes jurídicos

Conclusiones

Con base en los resultados de la correlación entre IDH y delitos, se observa una correlación positiva entre el Índice de Desarrollo Humano (IDH) y ciertos tipos de delitos, especialmente los delitos contra el patrimonio, la sociedad, la vida y la integridad corporal, y otros bienes jurídicos; lo anterior, sugiere que un mayor desarrollo humano no necesariamente reduce la incidencia delictiva en estas categorías.

Por otra parte, las alcaldías con mayor IDH, como Benito Juárez y Cuauhtémoc, presentan tasas más altas de delitos contra el patrimonio,

mientras que aquellas con menor IDH, como Milpa Alta, tienen tasas más bajas pero mayores desafíos en delitos contra la familia.

Existen además delitos específicos, como aquellos contra la libertad y la seguridad sexual, así como los contra la libertad personal, los cuales muestran una relación débil con el IDH, lo que indica que otros factores socioeconómicos o culturales podrían influir en su ocurrencia.

Entre los principales hallazgos, podemos destacar que la alcaldía Cuauhtémoc, registra las tasas más altas en múltiples categorías, a pesar de su IDH elevado. (Delitos contra el patrimonio (1er lugar); delitos contra la familia (3er lugar); delitos contra la libertad personal (1er lugar); delitos contra la libertad y seguridad sexual (1er lugar); delitos contra la sociedad (1er lugar); delitos contra la vida y la integridad corporal (1er lugar); delitos contra otros bienes jurídicos (1er lugar).

Por su parte, la alcaldía Iztapalapa destaca por su alta incidencia delictiva en un contexto de menor IDH. La segunda alcaldía más insegura fue Benito Juárez, misma que aparece en cuatro ocasiones con porcentajes altos en las tasas de delitos como: delitos contra el patrimonio (2° lugar), delitos contra la sociedad (2° lugar), delitos contra la vida y la integridad corporal (2° lugar), delitos contra otros bienes jurídicos (2° lugar). Como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4
Ranking de Alcaldía por tipo de delito

Alcaldía	Delito	Ranking
Cuauhtémoc	Delitos contra el patrimonio	1°
Cuauhtémoc	Delitos contra la familia	3°
Cuauhtémoc	Delitos contra la libertad personal	1°
Cuauhtémoc	Delitos contra la libertad y seguridad sexual	1°
Cuauhtémoc	Delitos contra la sociedad	1°
Cuauhtémoc	Delitos contra la vida e integridad corporal	1°
Cuauhtémoc	Delitos contra otros bienes jurídicos	1°
Benito Juárez	Delitos contra el patrimonio	2°
Benito Juárez	Delitos contra la sociedad	2°
Benito Juárez	Delitos contra la vida e integridad corporal	2°
Benito Juárez	Delitos contra otros bienes jurídicos	2°

Nota: Elaboración propia.

El modelo que se ha usado en este trabajo es exploratorio para el tamaño muestral que se ha considerado, por otro lado, existe un problema de multicolinealidad del IDH vs pobreza vs rezago.

A partir de lo anterior, es importante señalar los retos respecto a la problemática planteada en la presente investigación; una de ellas, constituye el establecimiento de Políticas públicas, en la que se configure un diseño de estrategias diferenciadas por alcaldía, considerando su IDH y perfil delictivo; por ejemplo, en zonas con alto IDH, reforzar la seguridad patrimonial, mientras que en áreas con bajo IDH, abordar delitos contra la familia con programas sociales.

Asimismo, es importante atender factores no capturados por el IDH, como desigualdad interna, acceso a servicios o cohesión comunitaria, que podrían explicar la persistencia de ciertos delitos. Todo lo anterior implica asignar recursos de manera proporcional a las tasas de delitos y necesidades específicas, evitando generalizaciones basadas solo en el desarrollo económico.

Entre los desafíos planteados a partir de la presente investigación, se debe considerar la calidad de los datos; es decir, mejorar la desagregación de datos para identificar patrones locales y variables omitidas (ej. densidad poblacional, presencia de actividades económicas informales). Con un enfoque multidimensional, se deben integrar indicadores adicionales (ej. desigualdad, empleo) en los modelos predictivos para una comprensión más holística de la criminalidad. De igual forma, es importante mantener actualizadas las bases de datos y promover colaboración interinstitucional (fiscalía, gobiernos locales) para monitorear tendencias y evaluar intervenciones.

Del mismo modo, la subestimación de delitos no denunciados y la falta de datos desagregados por género y edad limitan la comprensión integral del fenómeno, lo que constituye un desafío importante para futuras investigaciones.

En conclusión, los resultados reflejan la complejidad de la relación entre desarrollo humano y seguridad. Un IDH alto no garantiza menor criminalidad, lo que exige políticas integrales que combinen crecimiento económico con equidad y justicia social.

Referencias

- Consejo Coordinador Empresarial (CCE).** (2022). *Impacto económico de la inseguridad en la Ciudad de México.*
- Consejo de Evaluación de la Ciudad de México.** (s. f.). *Índice de NBI y tiempo, 2015-2020.* Recuperado el 24 de noviembre de 2024 de <https://www.evalua.cdmx.gob.mx/medicion-de-la-pobreza-desigualdad-e-indice-de-desarrollo-social/indice-de-nbi-y-tiempo-2015-2020>
- Encuesta Nacional de Victimización y Percepción sobre Seguridad Pública (ENVIPE), Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).** (2021). Ciudad de México.
- Fiscalía General de Justicia de la Ciudad de México.** (2020). *Boletín estadístico de la incidencia delictiva en la Ciudad de México 2020.* Recuperado el 24 de noviembre de 2024 en www.fgjcdmx.gob.mx/storage/app/media/Esta./2020/boletin-estadistico-2020.pdf
- González R., A.** (2005). *Medición del desarrollo humano en México.* <https://archivos.juridicas.unam.mx/www/bjv/libros/5/2469/31.pdf>
- Heinle, K., Molzahn, C., y Shirk, D.** (2020). *Drug violence in Mexico: Data and analysis through 2020.*
- Hernández-Gutiérrez, José Carlos** "Ni tanto que queme al santo, ni tanto que no lo alumbre". Sobre las diferencias en los niveles de violencia homicida entre las alcaldías de la Ciudad de México (2018) *Revista mexicana de ciencias políticas y sociales*, vol. LXVI, núm. 241, 2021, Enero-Abril, pp. 127-154 DOI: <https://doi.org/10.22201/fcpys.2448492xe.2020.241.70631>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).** (2020). *Marco geoestadístico: División territorial de la Ciudad de México.* Recuperado el 24 de noviembre de 2024 en https://cuentame.inegi.org.mx/monografias/informacion/df/territorio/div_municipal.a.spx?tema=me&e=09
- Klugman, J., Rodríguez, F., y Choi, H. J.** (2011). El IDH 2010: Nuevas controversias, viejas críticas. *Journal of Economic Inequality*, 9, 249–288. <https://doi.org/10.1007/s10888-011-9178-z>

- Levin, R. I., y Rubín, D. S.** (2004). *Estadística para administración y economía*. Pearson Educación.
- López-Calva, L. F., Rodríguez-Chamussy, L., y Székely, M.** (2004). *Medición del desarrollo humano en México*. PNUD: Estudios sobre Desarrollo Humano (20036). Dirección General de Evaluación de Políticas. Recuperado el 24 de noviembre de 2024 en https://www.evalua.cdmx.gob.mx/storage/app/media/2022/diresta/NBI_2015-2020.pdf
- López Domínguez, A. y Díez Fumero II, T.** (2017). Aproximación de la estadística a las ciencias sociales: una mirada crítica. *Revista Cubana Educación Superior*. 2. 148-156.
- Organización Mundial de la Salud (OMS).** (2025). *El observatorio mundial de la salud: Explora un mundo de datos de salud*. [https://www.who.int/data/gho/indicator-metadata-registry/imr-details/1144#:~:text=Ingreso%20nacional%20bruto%20\(INB\)%2C,d%C3%B3lares%20internacionales%20\(ajustado%20al%20PPA\)](https://www.who.int/data/gho/indicator-metadata-registry/imr-details/1144#:~:text=Ingreso%20nacional%20bruto%20(INB)%2C,d%C3%B3lares%20internacionales%20(ajustado%20al%20PPA))
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).** (2019). *Informe sobre desarrollo humano 2019: Más allá del ingreso, más allá de los promedios, más allá del presente: Desigualdades del desarrollo humano en el siglo XXI*. <https://hdr.undp.org/system/files/documents/hdr2019es.pdf>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).** (2020). *Informe de desarrollo humano municipal 2010-2020: Una década de transformaciones locales en México*. PNUD México. <https://www.undp.org/es/mexico/publicaciones/informe-de-desarrollo-humano-municipal-2010-2020-una-decada-de-transformaciones-locales-en-mexico-0>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).** México. (2021). *Informe de desarrollo humano municipal 2010-2020*.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).** (2022). *Informe sobre desarrollo humano 2021/2022: Tiempos inciertos, vidas inestables: Configurar nuestro futuro en un mundo en transformación*.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD).** (2025). *Plataforma de análisis para el desarrollo*. <https://pad.undp.org.mx/indice-de-desarrollo-humano>

- Secretariado Ejecutivo del Sistema Nacional de Seguridad Pública** (SES-NSP). (2023). *Informe anual sobre incidencia delictiva 2022*.
- Secretaría de Educación Pública** (SEP). (2021). *Informe sobre deserción escolar en la Ciudad de México 2021*.
- Sistema Nacional de Seguridad Pública** (SNSP). (2020). *Reporte anual de incidencia delictiva Ciudad de México*.
- Triola, M. F.** (2018). *La estadística* (12.^a ed.). Addison-Wesley. ISBN 9786073243780
- Universidad Nacional Autónoma de México** (UNAM). (2021). *Estudio sobre salud mental y violencia en la Ciudad de México*.
- Varios autores.** (s. f.). *Códigos fuentes RStudio, Matlab y lenguaje C*. <https://drive.google.com/drive/folders/1s0DQ25PbafapAiC-f2B641aCFjlp0zBJ?usp=sharing>
- Vilalta, Carlos J.** (2012). Los determinantes de la percepción de inseguridad frente al delito en México, IDB Working Paper Series, No. IDB-WP-381, Inter-American Development Bank (IDB), Washington, DC, <https://hdl.handle.net/11319/4207>

04

Capítulo

Percepción de inseguridad en la movilidad urbana de Chiapas

Lic. Antonio Lagunes
Mtro. Gustavo Andrade Gutiérrez

Introducción

Uno de los indicadores más utilizados para medir la percepción de inseguridad es la pregunta: "*¿Qué tan seguro o inseguro se siente?*" (Jasso, 2021). De acuerdo con los resultados de la Encuesta Nacional de Seguridad Pública Urbana (ENSU, INEGI, 2024), dos de las cinco ciudades percibidas como más inseguras en México se localizan en Chiapas. Este fenómeno ha tenido un impacto gradual pero significativo en la vida cotidiana de sus habitantes, particularmente en un aspecto clave: la movilidad urbana. En este contexto, el presente estudio tiene como objetivo identificar los factores que condicionan las oportunidades de desplazamiento de los chiapanecos, con especial atención en el papel de la percepción de inseguridad en sus decisiones de viaje.

La relevancia de este enfoque se sustenta en evidencia reciente. Estudios como el de Ortega (2023) señalan que la inseguridad altera significativamente los patrones de movilidad, lo cual tiene repercusiones críticas en el acceso a servicios básicos, la productividad laboral y el bienestar social (Jasso, 2021). Sin embargo, la dinámica no puede atribuirse únicamente a este factor. Por ello, mediante un análisis cuantitativo, este trabajo explora cómo la inseguridad interactúa con otras variables, como las condiciones económicas, para moldear los comportamientos de desplazamiento.

El marco teórico se apoya en contribuciones de la criminología, la sociología urbana y los estudios de movilidad. Investigaciones previas, como las de Gómez et al. (2008) e Hidalgo et al. (2021), coinciden en que la inseguridad y la economía son los principales determinantes de cambios en los hábitos de desplazamiento. Para profundizar en esta relación, el estudio emplea datos del censo poblacional del INEGI, aplicando dos metodologías complementarias: primero, una prueba *t* para comparar diferencias en la percepción de inseguridad entre géneros y segundo, un análisis de varianza (ANOVA) que evalúa si existen

variaciones significativas entre grupos ocupacionales (empleados, estudiantes, obreros/profesionistas).

Antecedentes

En los últimos años, la violencia en México ha alcanzado niveles alarmantes. Según datos del INEGI (2020), miles de asesinatos se han cometido en el último quinquenio, un fenómeno agravado por la profunda desigualdad social y los pactos de no agresión entre el crimen organizado y las autoridades (Campesi, 2010). Esta situación no solo afecta la seguridad general, sino que también repercute directamente en la movilidad urbana, particularmente en el uso del transporte público (Kim et al., 2007; Delbosc, 2012).

A pesar de los esfuerzos institucionales, las políticas implementadas para contrarrestar este problema no han generado los resultados esperados (Frühling, 2012). Como consecuencia, tanto usuarios como transportistas enfrentan restricciones en la prestación del servicio, ajustando horarios, rutas e incluso la elección de pasajeros para mitigar riesgos (Focas et al., 2015). Cabe destacar que estos efectos no son homogéneos: estudios como el de Chataway et al. (2005) evidencian que las mujeres son especialmente vulnerables a situaciones de acoso y agresiones en este contexto.

En síntesis, el impacto de la violencia en la movilidad urbana es innegable, condicionando tanto las decisiones individuales como los patrones de desplazamiento de la población (León et al., 2023). Frente a este escenario, el presente trabajo busca validar las hipótesis planteadas mediante un análisis estadístico aplicado a una muestra representativa de usuarios (hombres y mujeres) del sistema de transporte público.

Metodología

Para analizar el impacto de la inseguridad en la movilidad urbana, se emplearon herramientas estadísticas aplicadas a los datos recopilados me-

diante una encuesta propia. Esta se realizó a habitantes de cuatro municipios del estado de Chiapas que utilizan distintas líneas de transporte y que han experimentado los efectos del creciente índice de inseguridad.

Contexto y selección de municipios

Según los últimos datos del INEGI, Tapachula de Córdova y Ordóñez encabeza la lista de municipios con mayor percepción de inseguridad en el país, mientras que Tuxtla Gutiérrez ocupa el sexto lugar en dicha evaluación. Ante este panorama, se diseñó una encuesta con el objetivo de identificar datos concretos sobre cómo la inseguridad afecta la movilidad de las personas en estas localidades. Los municipios seleccionados para el estudio fueron: Tuxtla Gutiérrez, Tapachula de Córdova y Ordóñez, San Cristóbal de Las Casas y Comitán de Domínguez.

Definición de la muestra

Una vez establecidos los municipios, se determinó la población objetivo y el tamaño de la muestra. Con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%, se calculó una muestra representativa a partir de la población total de los cuatro municipios (1,339,905 habitantes, según el INEGI - Censo de Población y Vivienda 2020).

Para esa población se estimó el tamaño mínimo de muestra, aplicando la siguiente fórmula, considerando un nivel de confianza de 95% y un margen de error de 5%.

$$n = \frac{N \cdot Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}{d^2 \cdot (N - 1) + Z^2 \cdot p \cdot (1 - p)}$$

Como resultado se obtuvo un tamaño mínimo de 385 encuestados.

Recolección y perfil de los datos

La encuesta permitió caracterizar el perfil sociodemográfico de la población estudiada (Figura 1). El levantamiento de datos se realizó en los cuatro municipios, superando el tamaño mínimo calculado: se encuestó a un total de 420 usuarios de transporte público, distribuidos de la siguiente manera: Comitán (69), San Cristóbal de Las Casas (89), Tapachula (113) y Tuxtla Gutiérrez (149).

Campo	Valores
Sexo	Hombre o Mujer
Edad	De 18 a 60 Años
Ocupación	Ama de Casa, Empleado, Obrero, Estudiante, Profesionista, Jubilado
Municipio	Tuxtla Gutiérrez, Tapachula, San Cristóbal, Comitán
Escolaridad	Básica, Media Superior, Superior, Posgrado
Percepción de seguridad	De 1 a 5; 1 Muy Seguro y 5 Muy Inseguro
Motivos de viaje	Esparcimiento, Estudio, Salud, Trabajo, Trámites, Otros
Tipo de viaje	Urbano, Suburbano, Estatal, Nacional
Motivos para dejar de viajar	Bloqueos, Economía, Inseguridad, No Puedo Dejar De Viajar
Percepción de inseguridad	De 1 a 100; 1 Menos Inseguro y 100 Muy Inseguro
Es cabeza de familia	Sí o No
Motivo por el cual está obligado a viajar	Por Trabajo, Por Escuela, Por Salud, Esparcimiento, Por Trámite, Otro
Horario en el que viajaba antes de la inseguridad.	Matutino, Diurno, Vespertino, Nocturno
Horario en el que viaja actualmente	Matutino, Diurno, Vespertino, Nocturno

Nota: Elaboración propia.

Figura 1. Descripción de la encuesta aplicada

Análisis estadístico

Para evaluar las diferencias en la percepción de inseguridad, se plantearon dos conjuntos de hipótesis. En primer lugar, se comparó la percepción entre hombres y mujeres:

- **Hipótesis nula (H_0):** No existe diferencia significativa en la percepción de inseguridad entre géneros.
- **Hipótesis alternativa (H_a):** Sí existe una diferencia significativa.

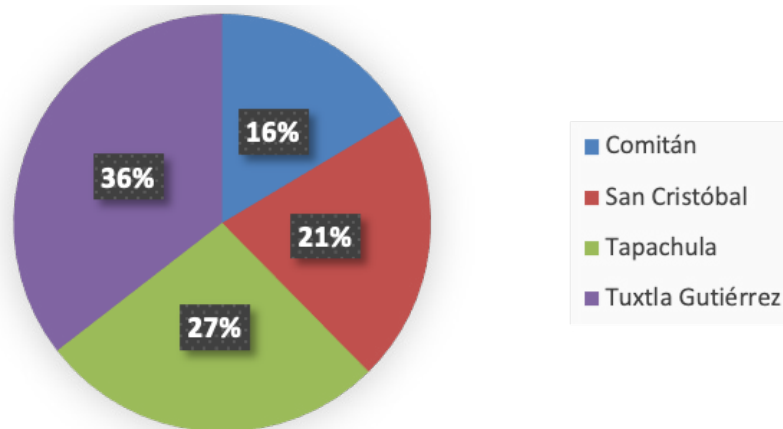
Posteriormente, se aplicó un análisis de varianza (ANOVA) para examinar las diferencias entre grupos ocupacionales (empleados, estudiantes, obreros/profesionistas):

- **Hipótesis nula (H_0):** No hay diferencias significativas entre ocupaciones.
- **Hipótesis alternativa (H_1):** Al menos un grupo ocupacional difiere significativamente en su percepción.

Resultados y discusiones

Los datos obtenidos revelan cambios en los patrones de viaje de la población antes y después de percibir un aumento en la inseguridad, lo que será analizado en detalle en las siguientes secciones.

Los datos obtenidos en la encuesta realizada a habitantes de distintos municipios revelaron patrones significativos. Como se detalla en la Figura 2, la distribución de los encuestados por municipio reflejó proporcionalmente el tamaño de la población en cada localidad, observándose una mayor participación en los municipios más poblados.

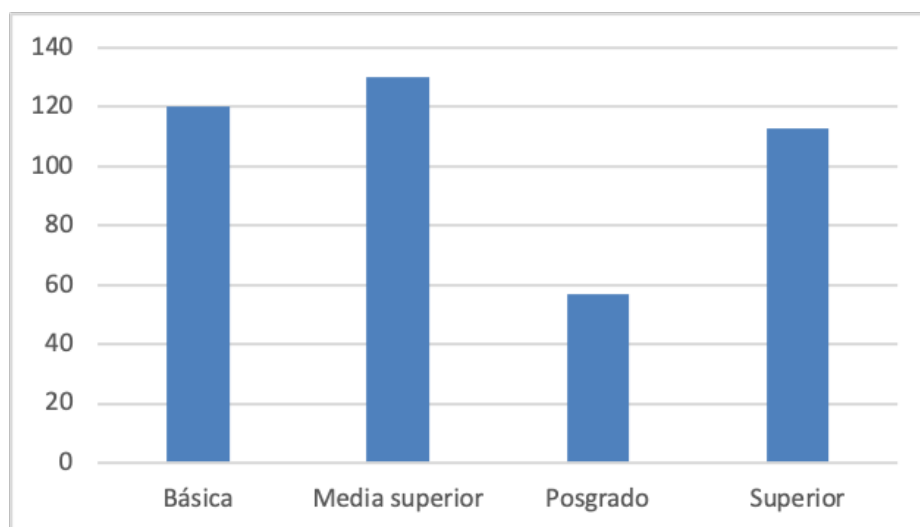


Nota: Elaboración propia con datos de la encuesta aplicada.

Figura 2. Encuestados por municipio

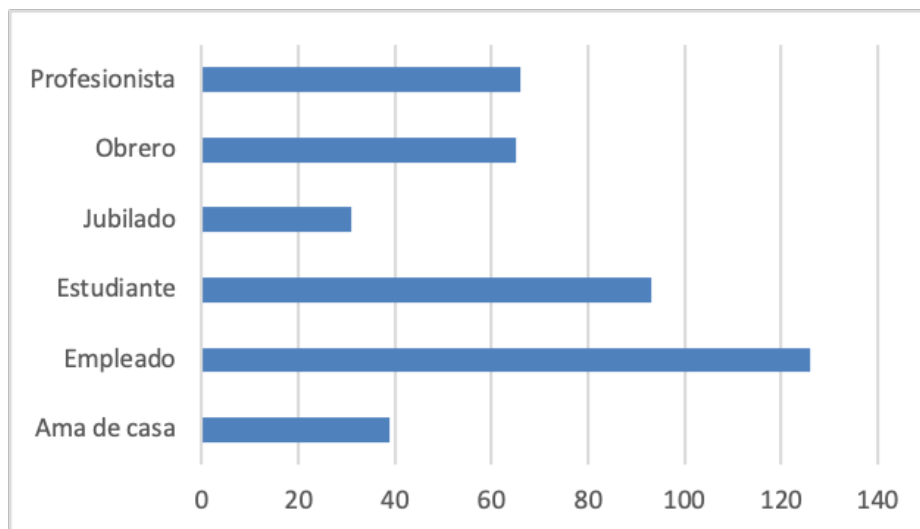
En cuanto al perfil educativo de los participantes, la mayoría declaró tener educación media superior, seguida por educación básica, tal como se aprecia en la Figura 3.

Respecto a la situación laboral, el 83% de los encuestados indicó pertenecer a los grupos de trabajadores (empleados, profesionistas u obreros) o estudiantes (Figura 4).



Nota: Elaboración propia con datos de la encuesta aplicada.

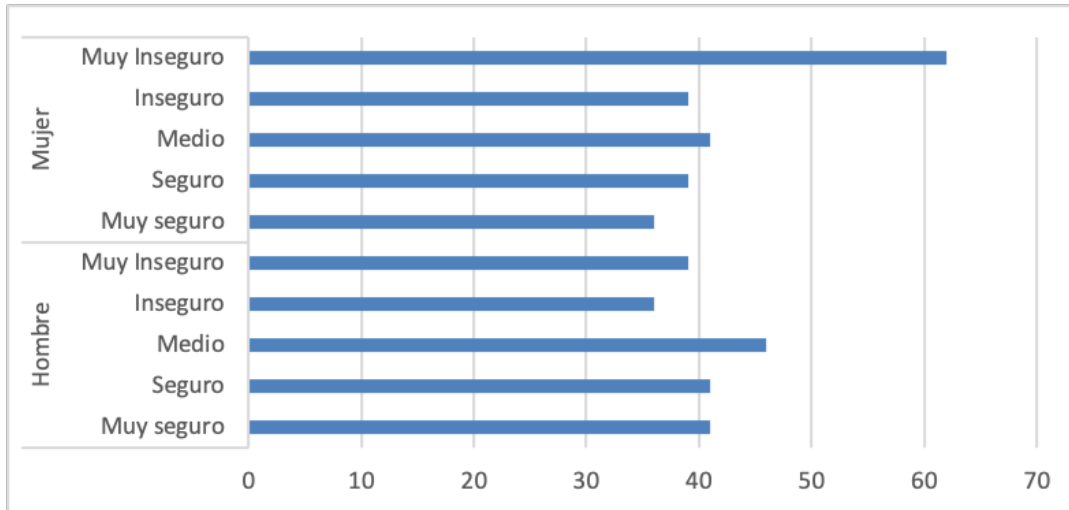
Figura 3. Escolaridad de los encuestados



Nota: Elaboración propia con datos de la encuesta aplicada.

Figura 4. Ocupación de los encuestados

Un hallazgo relevante fue que el 63% de los participantes manifestó sentirse “poco seguro” o “nada seguro”. Para profundizar en este resultado, se cruzó esta variable con el sexo de los encuestados (Figura 5), encontrando que el 65.43% de las mujeres y el 59.60% de los hombres compartían esta percepción negativa sobre su seguridad.



Nota: Elaboración propia con datos de la encuesta aplicada.

Figura 5. Percepción de seguridad por sexo de los encuestados

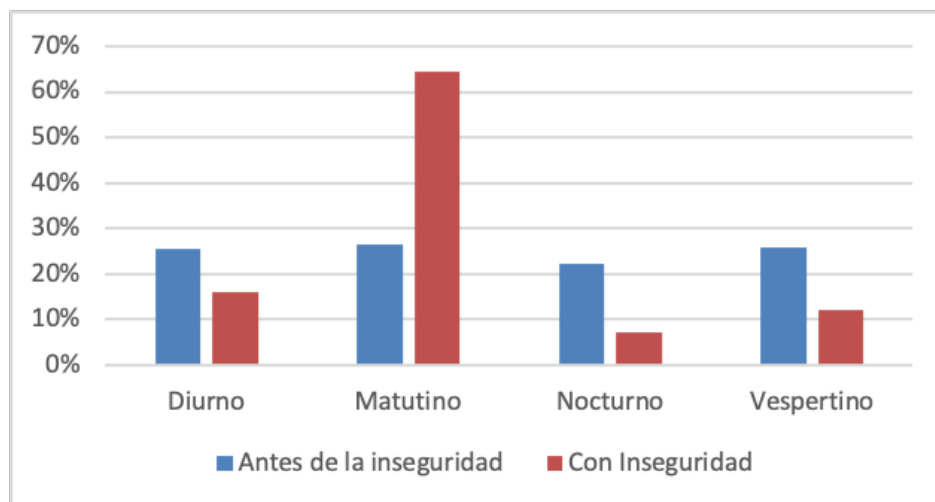
Análisis de diferencias por género

Para evaluar estadísticamente esta distinción, se realizó una prueba t de Student. Con un valor t calculado de 2.62 que supera el valor crítico de 2.086 ($\alpha = 0.05$, dos colas), se rechazó la hipótesis nula. Esto confirma que existe una diferencia significativa en la percepción de inseguridad entre géneros, siendo más alta en mujeres.

Horarios de viaje y seguridad

Al indagar sobre los patrones de movilidad, se contrastaron los horarios preferidos de viaje (en condiciones seguras) con los horarios reales utilizados ante la creciente inseguridad (Figura 6). Los resultados muestran

claramente cómo el aumento de la inseguridad en el Estado ha modificado significativamente las decisiones de movilidad de la población.



Nota: Elaboración propia con datos de la encuesta aplicada.

Figura 6. Horarios de viaje de los encuestados

Análisis por ocupación

Mediante un ANOVA se examinó si existían diferencias en la percepción de inseguridad entre grupos ocupacionales (empleados, estudiantes y obreros/profesionalistas). Los resultados mostraron un F ratio de 1.9286, inferior al valor crítico de F (3.3158), por lo que no se rechazó la hipótesis nula. Esto indica que la ocupación no constituye un factor determinante en la percepción de inseguridad entre los encuestados, mostrando estos grupos valores similares.

Conclusiones

Este estudio, aplicado en los municipios más poblados del estado de Chiapas —Tuxtla Gutiérrez, Tapachula, San Cristóbal de las Casas y Comitán—, permitió identificar la percepción de inseguridad entre la población estatal. A partir del análisis de los datos recabados, se pueden destacar los siguientes hallazgos.

En primer lugar, se observa un cambio en los horarios de viaje como consecuencia de la creciente percepción de inseguridad. Este fenómeno refleja una adaptación de la población ante los riesgos percibidos, lo cual no solo afecta su vida cotidiana, sino que también podría tener repercusiones en la economía y las dinámicas sociales de los municipios estudiados.

Dichos resultados tienen importantes implicaciones para las políticas públicas. Dado el aumento generalizado en la percepción de inseguridad y sus efectos en los patrones de movilidad, resulta urgente que las autoridades locales aborden este problema con estrategias de seguridad más efectivas y centradas en las necesidades comunitarias.

Cabe destacar que, si bien la percepción de inseguridad no varía significativamente entre distintos grupos ocupacionales, su impacto en la vida diaria de los habitantes de Chiapas es innegable. Esto queda evidenciado, precisamente, por los ajustes en los horarios de desplazamiento.

Además, los hallazgos revelan que, pese al incremento de la inseguridad, las personas no dejan de viajar debido a la necesidad de cumplir con sus actividades cotidianas, aun cuando ello implique asumir un mayor riesgo.

En consecuencia, resulta crucial fomentar la colaboración entre autoridades y comunidad para mejorar las condiciones de seguridad y reducir el miedo, garantizando así un entorno más seguro para la población.

Referencias

- Campesi, G.** (2010). Policulación, pobreza urbana e inseguridad en América Latina: El caso de la Ciudad de México y Buenos Aires. *Criminología teórica*, 14(4), 447-471. <https://doi.org/10.1177/1362480610366392>
- Canavos, G. C.** (1988). *Probabilidad y estadística: Aplicaciones y métodos*. McGraw-Hill.
- Chataway, M., & Hart, T.** (2019). Un proceso social-psicológico de miedo a la delincuencia para hombres y mujeres: Revisando las diferencias de género desde una nueva perspectiva. *Víctimas y Delinquentes*, 14 a 27, 143o a 164. <https://doi.org/10.101080/15564886.2018.1552221>
- Daniel, W. W.** (1980). *Bioestadística: Base para el análisis de las ciencias de la salud*. Limusa.
- Delbosc, A., y Currie, G.** (2012). Modelar las causas y los impactos de las percepciones de seguridad personal en el transporte público. *Política de transporte*, 21, 1-19. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2012.09.009>
- Focás, B., & Kessler, G.** (2015). Inseguridad y opinión pública: Debates y líneas de investigación sobre el impacto de los medios. *Revista Mexicana de Opinión Pública* (19, 41o58. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rmop/n19/2448-4911-rmop-19-00002.pdf>
- Frühling, H.** (2012). *La eficacia de las políticas públicas de seguridad ciudadana en América Latina y el Caribe: Cómo medirla y cómo mejorarla*. Banco Interamericano de Desarrollo. http://148.202.167.116:8080/xmului/bitstream/handle/handle/123456789/3850/Eficacia.pol%C3%t%C3%ABlicas.seguridad.ciudadana.pdf?_seguencia=1
- Gómez, G., Eslava, J. C., & Ávila, M.** (2008). Las migraciones por la violencia: El caso de Colombia. *Ciênc. Saúde Coletiva*, 13(5), 1649-1660. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232008000500023>
- Hidalgo, D., Silveira, F., Padilha, D., Bassani, A. F., y Nascimento, yo.** (2021). Violencia urbana e políticas de seguridad denca: Análise em quatros cidades latino-americanas. *EURE*, 47(141), 165o182. <https://doi.org/10.7764/EURE.47.141.08>

- Instituto Nacional de Estadística y Geografía** (INEGI). (2020). *Censo de Población y Vivienda 2020*. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2020/>
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía** (INEGI). (2024). *Encuesta Nacional de Seguridad Pública Urbana (ENSU)*. <https://www.inegi.org.mx/programas/ensu/>
- Jasso, C.** (2021). Percepción de inseguridad en México. *Revista Mexicana de Opinión Pública* (31), 15-33. <https://doi.org/10.22201/fcpys.24484911e.2021.31.78700>
- Kim, S.,** Ulfarsson, G. F., y Hennessy, J. T. (2007). Análisis del comportamiento de viaje de los viajeros del tren ligero: Impactos de características individuales, deconstruidas y delincuencia en el acceso al tránsito. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 41(6), 511-522. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2006.11.001>
- McDonald, J. H.** (2009). *Manual de estadísticas biológicas* (2a edición). Sparky House Publishing. <https://www.biostathandbook.com/normality.html>
- Ortega, L. A.** (2023). Inseguridad y movilidad cotidiana en contextos urbanos: Tácticas socioespaciales en el oriente de la Zona Metropolitana del Valle de México. *Ponto Urbe*, (31). <https://journals.openedition.org/pontourbe/14363>
- Rodrigo, J. A.** (s.f.). *Análisis de varianza (ANOVA) con Python*. Ciencia de Datos. Licencia CC BY-NC-SA 4.0. Recuperado el [Fecha en que accediste] de <https://www.cienciadedatos.net/documentos/s/pystats09-analisis-de-varianza-anova-python.html>

05

Capítulo

Métodos de integración en simulaciones de partículas: conservación de energía y estabilidad numérica para aplicación en dinámicas sociales

Ing. Antonio Pérez Heredia
Dr. Dorian Francisco Gómez Hernández

Introducción

Los métodos de integración numérica son herramientas empleadas en el análisis de ecuaciones diferenciales ordinarias (EDO), especialmente en el estudio de sistemas dinámicos donde las soluciones analíticas resultan inviables. La capacidad de aproximar soluciones mediante algoritmos computacionales iterativos permite estudiar fenómenos complejos (físicos o sociales) que involucran múltiples variables y fuerzas interactivas. En particular, la resolución de la segunda ley de Newton implica determinar la posición $\vec{r}(t)$ y la velocidad $\vec{v}(t)$ en función del tiempo. Dado que las computadoras operan en dominios discretos (dividiendo el tiempo en pequeños intervalos Δt), se hace necesario emplear aproximaciones numéricas iterativas para calcular dichas variables (Hairer, E., Nørsett, S. P., Wanner, G., 1993).

$$\vec{F} = m\vec{a} = m \frac{d^2\vec{r}(t)}{dt^2}$$

En este capítulo se presenta un análisis comparativo realizado sobre dos métodos ampliamente reconocidos: el método de Euler y el método de Verlet. Mientras que Euler se caracteriza por su simplicidad y bajo costo computacional (a costa de acumular errores en simulaciones prolongadas), el método de Verlet, basado en expansiones de Taylor hacia adelante y hacia atrás, ofrece una mayor estabilidad numérica y una mejor conservación de la energía, lo que lo hace adecuado para simulaciones en las que dichas propiedades deben ser consideradas (Frenkel, D., Smit, B., 2001).

El análisis se realizó sobre una simulación computacional de movimiento de partículas, para evaluar su estabilidad numérica y capacidad de conservación de energía. La simulación fue programada en lenguaje JavaScript con la librería P5.js para ambos métodos, partiendo de las

mismas configuraciones y condiciones iniciales del sistema de partículas. Se analizaron métricas como la energía total media del sistema en las simulaciones de cada método, variación relativa de la energía total, dispersión de posiciones, error acumulado y número de colisiones, mediante herramientas estadísticas en el lenguaje/software R de código abierto. Los resultados revelaron diferencias significativas en la precisión y eficiencia de ambos métodos, fundamentando su uso en simulaciones específicas o modelado para fenómenos que requieran estabilidad y conservación de energía.

Considerando el avance de la tecnología y la creciente disponibilidad de recursos computacionales, los métodos numéricos trascienden su aplicación tradicional en física e ingeniería, extendiéndose a ámbitos sociales donde se requiere modelar fenómenos complejos. La simulación del movimiento de partículas, por ejemplo, no solo tiene implicaciones en el estudio de sistemas físicos, sino que también ofrece herramientas poderosas para comprender dinámicas sociales como la migración poblacional, la propagación de enfermedades o incluso el comportamiento de flujos de personas en grandes eventos. Así, la aplicación de métodos como Euler y Verlet en simulaciones computacionales adquiere una doble dimensión: por un lado, permite la evaluación rigurosa de la precisión y estabilidad de algoritmos en contextos controlados; por el otro, brinda un marco conceptual y metodológico para la transferencia de estos conocimientos a problemas de carácter social.

La relevancia de este estudio se centra en su potencial para contribuir al diseño y análisis de modelos predictivos en el ámbito social. Por ejemplo, la capacidad de conservar la energía en una simulación (una metáfora de la estabilidad de un sistema) puede compararse con la estabilidad de flujos migratorios o la resiliencia de comunidades ante cambios bruscos. Al explorar las diferencias en precisión y eficiencia entre los métodos de integración numérica, el trabajo ofrece un análisis técnico que abre la posibilidad de adaptar estas técnicas a estudios interdisciplinarios que aborden retos sociales complejos. Instituciones como el INEGI podrían beneficiarse de estos enfoques para diseñar políticas públicas basadas en evidencias derivadas de simulaciones realistas y robustas.

El problema de investigación se centró en determinar cuál de los dos métodos (Euler o Verlet) es más adecuado para simular sistemas

dinámicos con requisitos de alta estabilidad y conservación de energía, tanto en contextos físicos como en aplicaciones que trascienden el ámbito tradicional, como la modelación de dinámicas sociales.

En otras palabras, ¿qué método proporciona resultados que permitan inferir con mayor precisión el comportamiento de sistemas complejos y de qué manera estos resultados pueden ser extrapolados a la solución de problemas sociales, tales como la planificación de estrategias migratorias?

Los objetivos del presente capítulo son los siguientes:

- **Objetivo General:** Evaluar y comparar tres elementos descriptivos de los métodos de integración numérica de Euler y Verlet en simulaciones de movimiento de partículas: la precisión, estabilidad numérica y capacidad de conservación de energía, para establecer la pertinencia de su aplicación en el modelado de fenómenos sociales.
- **Objetivos Específicos:**
 - Analizar mediante simulaciones computacionales la evolución de la energía total y las variaciones asociadas a cada método.
 - Determinar, a través de análisis estadísticos (incluyendo regresión y ANOVA), las diferencias significativas entre los dos métodos en cuanto a error acumulado y estabilidad.
 - Proponer un modelo para la posibilidad de adaptarlos en una simulación a contextos sociales, destacando la aplicabilidad del método de Verlet en la modelación de dinámicas poblacionales.
 - Sugerir la implementación de estos métodos en estudios interdisciplinarios, orientados a la formulación de políticas públicas basadas en simulaciones robustas y precisas.
 - Proponer un modelo basado en agentes individuales (Lagrangiano) para adaptar estos métodos a contextos sociales. Se plantea un esquema determinista con capacidad de incorporación estocástica, donde cada "partícula" representa un agente social autónomo. Este modelo híbrido se propone usar el integrador de Verlet para calcular la evolución de las trayectorias bajo la influencia de fuerzas sociales, destacando su aplicabilidad en la modelación de dinámicas poblacionales donde la estabilidad a largo plazo es la prioridad.

Aunque los métodos numéricos se originaron para resolver problemas en física, su potencial para transformar la manera en que se abordan y comprenden fenómenos sociales representa una oportunidad significativa para la investigación interdisciplinaria y el desarrollo de soluciones innovadoras en políticas públicas.

I. Metodología

Es importante destacar que tradicionalmente, los modelos sociales se centran en las reglas de interacción (teoría de juegos, autómatas celulares) asumiendo pasos de tiempo discretos simples, sin cuestionar si el método numérico introduce "ruido artificial" o deriva numérica en el sistema. En este trabajo se asume el hecho de que métodos como Verlet son estándar en física, pero su implementación para garantizar la estabilidad numérica en simulaciones de dinámicas sociales representa un área de oportunidad poco explorada y metodológicamente necesaria en Ciencias Sociales.

Integración Numérica

La integración numérica consiste en aproximar el valor de integrales definidas:

$$\int_a^b f(x)dx$$

Cuando no es posible o resulta muy costoso obtener una antiderivada de f . Mediante particiones del intervalo $[a,b]$ y reglas de cuadratura, se transforma el problema en la suma de evaluaciones puntuales de la función (Quarteroni, A., Sacco, R., Saleri, F., 2007).

Regla del trapecio

Dividiendo $[a,b]$ en n subintervalos de longitud $h=(b-a)/n$, la regla compuesta del trapecio aproxima:

$$\int_a^b f(x)dx \approx \sum_{i=0}^{n-1} \frac{h}{2} (f(x_i) + f(x_{i+1}))$$

El error global es $O(h^2)$, dependiente de la segunda derivada de f .

Regla de Simpson

Con n par, la regla compuesta de Simpson usa segmentos de longitud h para obtener:

Con error $O(h^4)$.

$$\int_a^b f(x)dx \approx \frac{h}{3} \left(f(x_0) + 4 \sum_{k=1, k \text{ impar}}^{n-1} f(x_k) + 2 \sum_{k=2, k \text{ par}}^{n-2} f(x_k) + f(x_n) \right)$$

Cuadratura de Gauss

Las fórmulas de cuadratura de Gauss seleccionan nodos x_i y pesos w_i de modo que logran exactitud para polinomios de grado hasta $2m-1$ y ofrecen gran precisión con pocos puntos (Press, W. H., Teukolsky, S. A., Vetterling, W. T., Flannery, B. P., 2007).

$$\int_a^b f(x)dx \approx \sum_{i=1}^m w_i f(x_i)$$

Euler y Verlet

Entre los métodos más destacados y aplicados en la literatura científica se encuentran el método de Euler y el método de Verlet. El primero, desarrollado a partir de la expansión en serie de Taylor de primer orden, es conocido por su simplicidad y bajo costo computacional. Sin embargo, su precisión limitada y la acumulación de errores a largo plazo lo convierten en una opción menos adecuada para sistemas donde la conservación de propiedades físicas, como la energía total, es crucial (Rapaport, D. C., 2004).

Por otro lado, el método de Verlet, basado en expansiones de Taylor hacia adelante y hacia atrás, elimina términos de error de orden impar, mejorando significativamente la estabilidad numérica y conservando mejor las propiedades geométricas del sistema, como la energía. Mientras que Euler utiliza un esquema basado en actualizaciones de posición y velocidad de manera secuencial, Verlet se apoya en una formulación que elimina la dependencia explícita de la velocidad, proporcionando una mejor conservación de energía y mayor estabilidad numérica (Stoer, J., Bulirsch, R., 2002).

La actualización de la posición y la velocidad en el método de Euler se expresa como:

$$v(t + \Delta t) = v(t) + a(t)\Delta t$$

$$x(t + \Delta t) = x(t) + v(t)\Delta t$$

Donde $x(t)$ es la posición, $v(t)$ es la velocidad, $a(t)$ es la aceleración y Δt es el paso de tiempo (Sanz-Serna, J. M., 2008).

Por otro lado, el método de Verlet se deriva mediante la expansión en serie de Taylor, considerando la posición de una partícula en $t+\Delta t$ y $t-\Delta t$. La fórmula resultante es:

$$x(t+\Delta t) = 2x(t) - x(t-\Delta t) + a(t) (\Delta t)^2$$

En comparación, el método de Verlet utiliza posiciones actuales y previas, eliminando la necesidad de calcular explícitamente la velocidad, lo que reduce los errores acumulativos y mejora la estabilidad en

simulaciones prolongadas (Verlet, L., 1967). Estas características lo hacen especialmente útil para sistemas donde la conservación de energía es importante, como en simulaciones físicas y dinámicas moleculares (Dahlquist, G., Björck, A., 2008).

En la literatura actual, el método de Verlet se utiliza ampliamente en simulaciones de dinámica molecular y sistemas físicos debido a su eficiencia y precisión (Allen, M. P., Tildesley, D. J., 2017) y se ha profundizado en el uso así como las limitaciones de estos métodos, mientras que estudios posteriores han contribuido al desarrollo de algoritmos de integración de orden superior y a la comprensión de sus implicaciones en simulaciones computacionales. La extensa bibliografía respalda la utilización del método de Verlet no solo en ámbitos físicos, sino también en aplicaciones emergentes como la modelación de dinámicas sociales, propuesta en este estudio.

Se adoptó un enfoque cuantitativo basado en simulaciones computacionales, implementando los métodos de integración de Euler y Verlet como algoritmos computacionales con el apoyo de librerías mediante el uso de un lenguaje de programación interpretado.

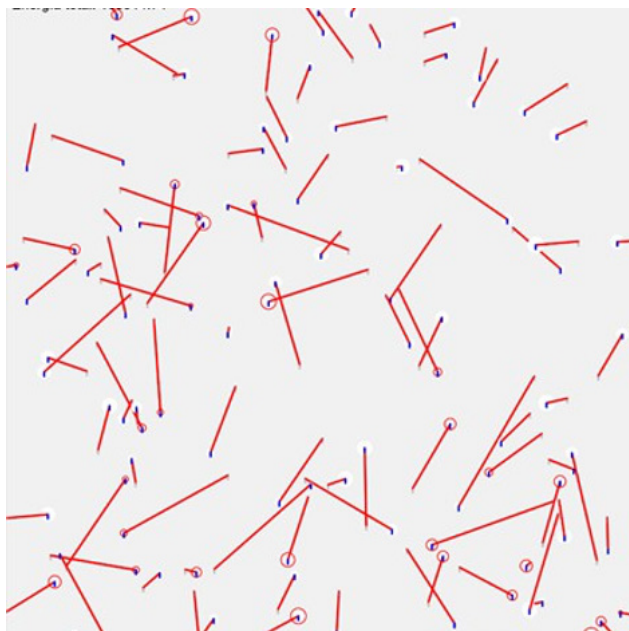
La elección de comparar Euler contra Verlet excluyendo métodos de orden superior como Runge-Kutta se debe a un criterio de eficiencia computacional respecto a estabilidad a largo plazo en sistemas de muchos cuerpos. Runge-Kutta es preciso para pasos cortos, pero tiende a disipar o acumular energía en simulaciones muy largas.

El método de Verle es reversible en el tiempo y puede ofrecer un mejor balance para simulaciones con miles de agentes interactuando (N-cuerpos). Dado que las simulaciones sociales buscan proyectar escenarios a largo plazo (años o décadas), la estabilidad estructural que ofrece Verlet es preferible a la precisión de otros métodos adaptativos.

Técnicas y Herramientas

Implementación de Simulaciones: Las simulaciones se desarrollaron en lenguaje JavaScript utilizando la biblioteca P5.js para modelar el movimiento de partículas en un espacio bidimensional. Se consideraron configuraciones iniciales idénticas para ambas simulaciones (un arreglo

de posiciones iniciales aleatorias para cada simulación), utilizando 100 partículas con posiciones, velocidades y masas asignadas de forma controlada a partir de un archivo JSON. Cada simulación abarcó 222,012 pasos de tiempo (*frames*), equivalentes a una hora de simulación en tiempo real.



Nota: Elaboración propia.

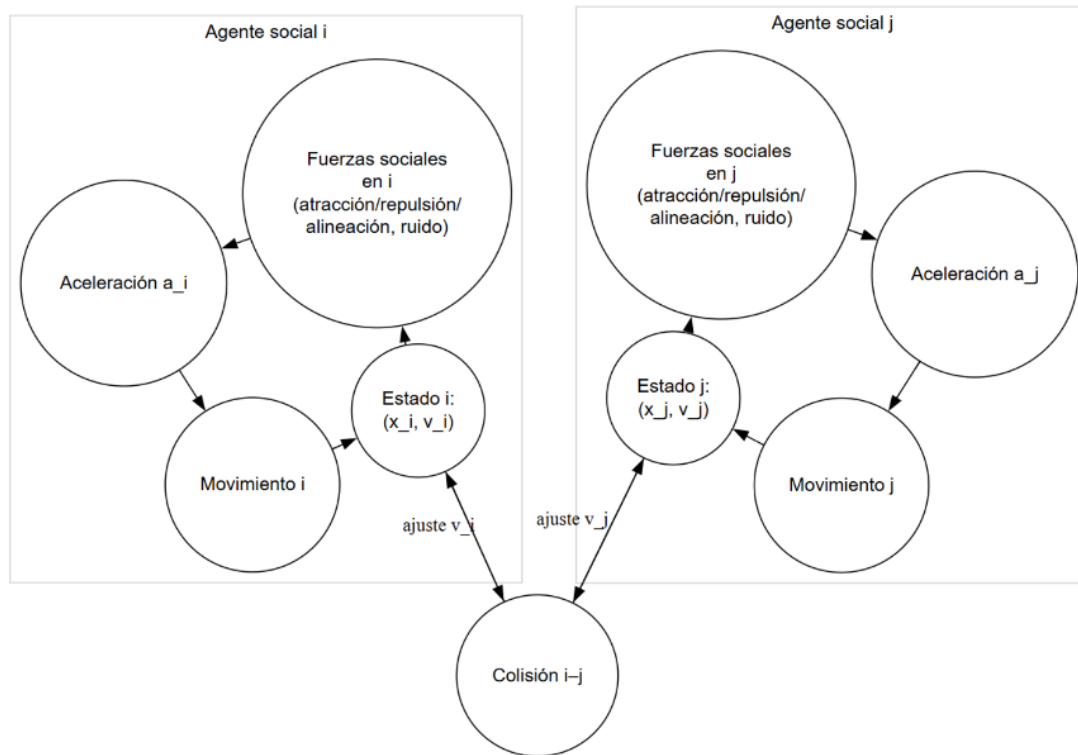
Figura 1. Partículas en movimiento con indicadores de velocidad y aceleración

Procesamiento y Análisis de Datos

El análisis estadístico se llevó a cabo con el software de código abierto R, haciendo uso de paquetes como dplyr, ggplot2 y readxl para la manipulación, visualización y análisis de datos. Se evaluaron métricas clave: energía total media, variación relativa de la energía total, dispersión de posiciones, error acumulado y número de colisiones.

Modelo de aplicación social

Se sugiere el siguiente modelo de aplicación a fenómenos que impliquen movilidad social de cualquier naturaleza, basándose en la dinámica de las partículas en movimiento simuladas:



Nota: Elaboración propia.

Figura 2. Modelo social sugerido

Para operacionalizar la transferencia del esquema físico al ámbito social, en el modelo se establece una correspondencia semántica entre las variables cinemáticas y los fenómenos migratorios. Se propone el siguiente mapeo conceptual de variables:

- Posición (r): Es el estado actual del agente, que puede ser una ubicación geográfica (movilidad espacial) o una posición en un espacio sociodemográfico abstracto (nivel de ingresos, acceso a servicios).
- Velocidad (v): Corresponde a la tasa de cambio o "movilidad social/geográfica". Una velocidad alta implicaría una migración activa o un cambio rápido de estatus, mientras que una velocidad tendiente a cero corresponde al sedentarismo o estancamiento.
- Aceleración y Fuerza ($a=F/m$): Es la suma de los factores de empuje y atracción. Las fuerzas de atracción (ej. oportunidades laborales, seguridad) generan aceleración positiva hacia un destino, mientras que las fuerzas de repulsión (ej. violencia, desempleo) o fricción (ej. costos de traslado, barreras legales) pueden actuar en dirección opuesta o reducir la magnitud del movimiento.

En este esquema las ecuaciones de movimiento, resueltas eficientemente por Verlet, se pueden describir narrativas sociales complejas con principios dinámicos.

Es de importancia reconocer que una dinámica social realista está regida por eventos estocásticos y ruido (decisiones irracionales, eventos climáticos imprevistos). Si se utilizara un método inestable, no sería posible distinguir entre la variabilidad introducida por el ruido estocástico del modelo social y el error numérico del algoritmo. El método de Verlet proporciona una línea base estable, para que las fluctuaciones observadas en los flujos migratorios simulados correspondan efectivamente a la estocasticidad del fenómeno social y no a la inestabilidad del cálculo computacional.

Participantes del Estudio

Aunque no se involucraron participantes humanos, las partículas simuladas representan agentes dinámicos sujetos a interacciones físicas (colisiones y fuerzas externas). Esta representación permite extrapolar los hallazgos a otros campos, incluyendo la modelación de fenómenos sociales, como la migración poblacional, en colaboración con instituciones como el Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI).

Diseño del Experimento

Las simulaciones se ejecutaron bajo condiciones iniciales idénticas, a partir de un arreglo de posiciones iniciales aleatorias, para garantizar la comparabilidad entre ambos métodos. Se realizaron cálculos iterativos en cada paso de tiempo y los datos se almacenaron en archivos Excel para su posterior análisis. Se utilizaron métodos estadísticos descriptivos (medias, desviaciones estándar, rangos), ajustes de modelos de regresión (lineal, polinomial) y análisis de varianza (ANOVA) para determinar la significancia de las diferencias observadas.

Instrumentos y Herramientas Adicionales:

- Software y Librerías:
 - JavaScript y P5.js para la simulación.
 - R para el procesamiento de datos y análisis estadístico.
- Formatos de Datos:
 - Configuraciones iniciales en formato JSON.
 - Resultados exportados en formatos JSON, CSV y .XLSX.

Este enfoque metodológico buscó asegurar la reproducibilidad de los resultados, ofreciendo una base sólida para evaluar las capacidades de los métodos numéricos en simulaciones dinámicas.

II. Resultados y discusiones

En esta sección se presentan los hallazgos obtenidos a partir del análisis estadístico de las simulaciones implementadas con los métodos de Euler y Verlet.

Energía Cinética Media y Desviación Estándar

La comparación de las energías totales medias y sus desviaciones estándar muestran diferencias significativas entre ambos métodos. Estos resultados se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 1

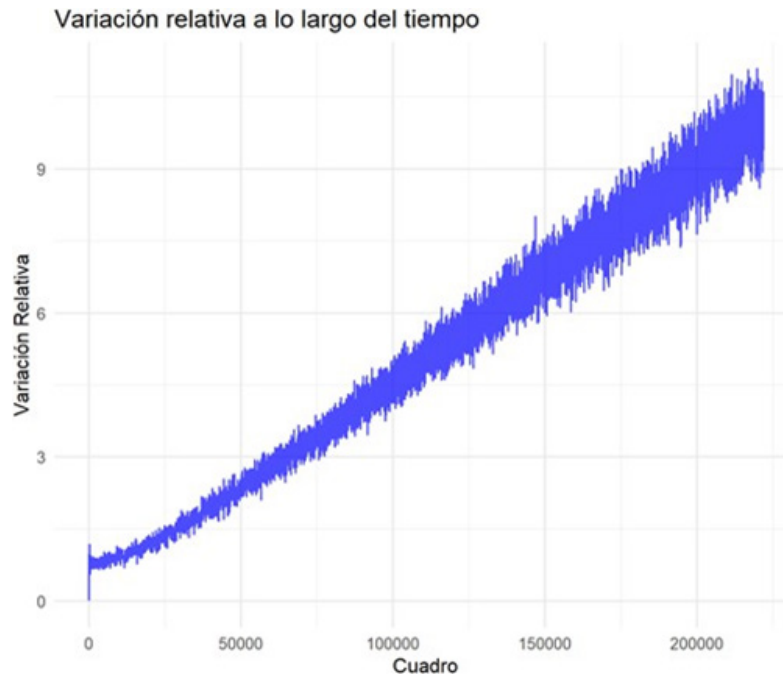
Comparación de la Energía Total Media y Desviación Estándar entre los Métodos de Euler y Verlet

Método	Energía Total Media	Desviación Estándar
Euler	61,569 J	17,672 J
Verlet	28,278 J	384 J

Nota. Elaboración propia de tabla que muestra la comparación en valor de la energía en ambos métodos, evidenciando la diferencia sobre la media y la variabilidad de la energía total.

Conservación de Energía

Se analizó la conservación de la energía total a lo largo del tiempo. Las variaciones relativas de la energía total se presentan en las Figuras 3 y 4, donde se destaca que el método de Verlet exhibe una mayor capacidad de conservación en comparación con Euler.



Nota: Elaboración propia.

Figura 3. Variación Relativa de la Energía Total a lo largo del Tiempo para Euler



Nota: Elaboración propia.

Figura 4. Variación Relativa de la Energía Total a lo largo del Tiempo para Verlet

Además, se calculó el error acumulado y el total de colisiones en la energía total durante las simulaciones. La Tabla 2 resume estos resultados, confirmando que Verlet presenta un error significativamente menor.

Tabla 2

Energía Inicial Total, Error Acumulado y Total de Colisiones

Método	Energía Inicial Total	Error Acumulado	Total de Colisiones
Euler	10112.69	1129679.04	693949
Verlet	10112.69	197831.86	10810471

Nota: Elaboración propia.

Análisis de Regresión: Ajustes Lineales y Polinomiales

Como parte del análisis estadístico, se evaluaron modelos de regresión para ambos métodos.

Regresión Lineal

La regresión lineal reveló tendencias generales en la evolución de la energía total para ambos métodos. Los coeficientes de cada ajuste se resumen en la siguiente tabla:

Tabla 3

Coeficientes de la Regresión Lineal

Método	Ecuación del Modelo
Euler	$y = 12,815.4947 + 0.4392x$
Verlet	$y = 17,676.0594 + 0x$

Nota: Elaboración propia.

Regresión Polinomial

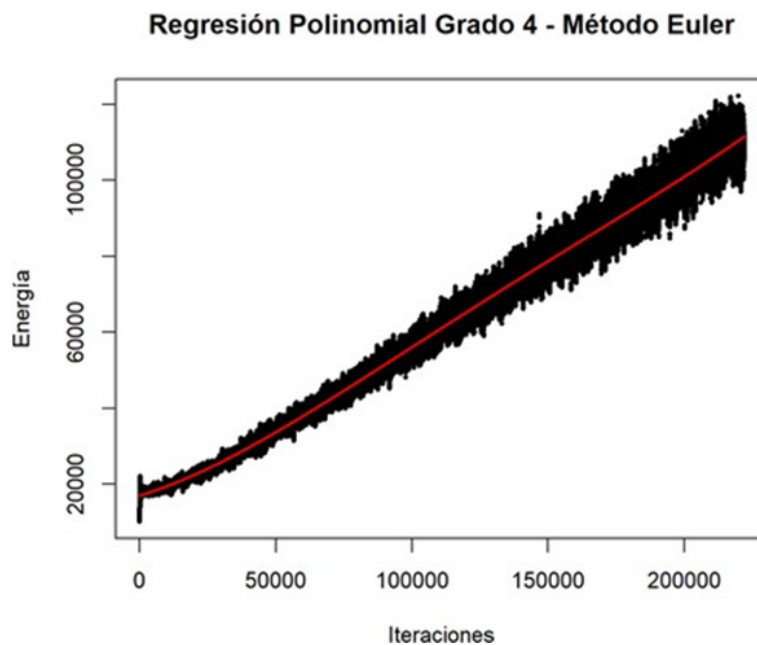
Se realizaron ajustes polinomiales para capturar con mayor precisión las fluctuaciones en la energía total. En el caso de Euler se utilizó un modelo de cuarto grado:

Tabla 4

Regresión Polinomial para Método Euler

Método	Ecuación del Modelo
Euler	$y = 61,569.35 + 13,262,780.74x + 338,280.8x^2 - 261,833.75x^3 + 174,098.95x^4$

Nota: Elaboración propia.

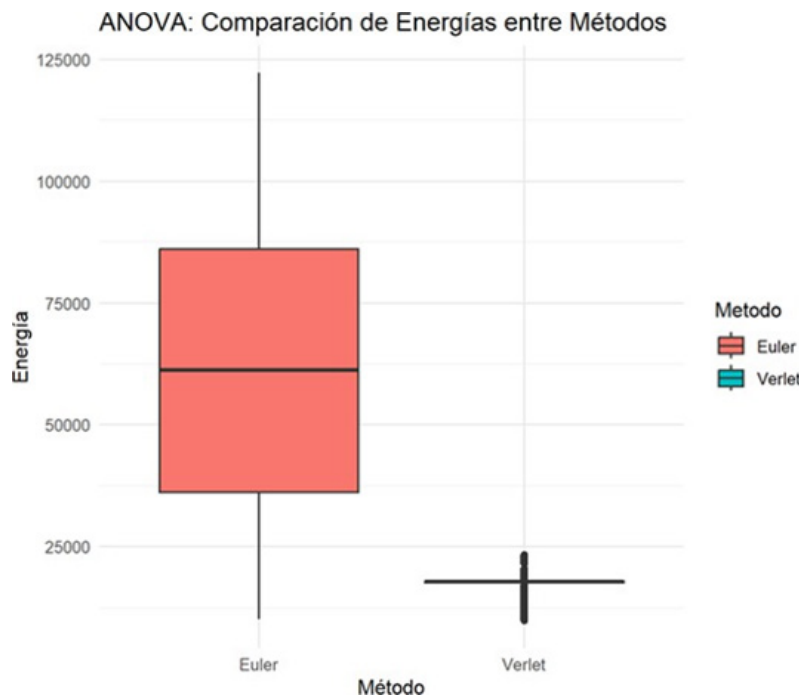


Nota: Elaboración propia.

Figura 5. Regresión Polinomial para los Métodos de Euler (grado 4) y Verlet (grado 2)

Evaluación Estadística de las Diferencias entre Métodos

El análisis de varianza (ANOVA) realizado para comparar las energías totales obtenidas con cada método revela diferencias estadísticamente significativas ($F=534902$, $p<2\times 10^{-16}$). La Figura 6 presenta la distribución de las energías totales para ambos métodos.



Nota: Elaboración propia.

Figura 6. Distribución de las Energías Totales por Método (ANOVA)

Los resultados obtenidos indican que el método de Verlet no solo conserva mejor la energía, sino que también presenta una menor variabilidad en comparación con el método de Euler. Este hallazgo se refleja en la diferencia en las desviaciones estándar, en el menor error acumulado y en la estabilidad observada a lo largo del tiempo.

La comparación de los modelos de regresión resalta que el método de Euler no alcanza la precisión y estabilidad observadas en el método de

Verlet. Estos resultados tienen importantes implicaciones prácticas, ya que confirman la superioridad de Verlet en simulaciones donde es de mayor importancia la conservación de energía. Además, se abre la posibilidad de aplicar este método en otros campos, como la modelación de dinámicas sociales (por ejemplo, en el estudio de patrones migratorios), lo que podría beneficiar a instituciones como el INEGI para el diseño de políticas basadas en evidencia.

El método de Verlet puede ser adaptado eficazmente a contextos sociales, en particular para modelar dinámicas poblacionales y migratorias. La capacidad de este método para conservar la energía y mantener una estabilidad numérica consistente se puede traducir, en términos sociales, en una representación más fiel de la persistencia y evolución de fenómenos, tales como los flujos migratorios, permitiendo capturar cambios sutiles en la dispersión y en la dinámica de la población a lo largo del tiempo.

La aplicación de estos modelos en estudios interdisciplinarios tiene un potencial considerable para integrar variables sociales complejas, tales como factores económicos, políticos y culturales, en la simulación de fenómenos migratorios. En este sentido, la versatilidad del método de Verlet se destaca como un elemento clave para la generación de escenarios predictivos que puedan servir de base para la formulación de políticas públicas. El análisis comparativo hecho, apoyado por herramientas estadísticas avanzadas, respalda la idea de que las simulaciones basadas en Verlet ofrecen mayor precisión, lo cual es de utilidad si se pretende trasladar estos modelos a contextos de toma de decisiones en el ámbito social.

Por otro lado, la implementación de estos métodos en estudios interdisciplinarios no solo requiere de la integración de modelos matemáticos y físicos, sino también de un enfoque colaborativo que involucre expertos en ciencias sociales. Este enfoque podría permitir adaptar y calibrar las simulaciones para reflejar de manera más realista los comportamientos y tendencias observados en la dinámica poblacional, promoviendo así el diseño de estrategias y políticas que respondan de forma efectiva a las necesidades de la sociedad.

Finalmente, en las ciencias sociales, el análogo universal más próximo a la conservación de la energía es la conservación de recursos (o capital global) y la coherencia de la estructura del sistema. Aunque la elección

de la función de influencia (fuerzas sociales) es el núcleo del modelo, el método de integración es el motor de este. Así, un integrador inestable como Euler que proporciona energía ficticia al sistema (como se muestra con el error acumulado) podría interpretarse socialmente como la aparición "mágica" de recursos o una movilidad frenética injustificada que no responde a las fuerzas sociales modeladas, más bien a errores de cálculo. Por el contrario, Verlet asegura que la evolución del sistema social respete las restricciones presupuestarias y la inercia cultural, para que los cambios observados sean un verdadero producto de la dinámica social y no artefactos numéricos.

III. Conclusiones

Se mostró el alcance y la relevancia de los métodos de integración numérica de Euler y Verlet en el contexto de simulaciones de partículas. El análisis comparativo ha permitido identificar que el método de Verlet, al fundamentarse en posiciones actuales y pasadas, ofrece una mayor precisión en la conservación de la energía a lo largo de simulaciones prolongadas, reduciendo significativamente el error acumulado en comparación con el método de Euler.

Desde una perspectiva científica, el estudio aporta evidencia cuantitativa que respalda la elección de Verlet para simulaciones en sistemas dinámicos donde la estabilidad numérica es esencial. Además, se propone la aplicación de este método en ámbitos interdisciplinarios, como la modelación de fenómenos sociales complejos (por ejemplo, migración poblacional), lo que representa una oportunidad para la implementación de políticas públicas fundamentadas en análisis estadísticos rigurosos.

En cuanto a la exploración de la aplicabilidad del método de Verlet en la modelación de dinámicas poblacionales y migratorias, los hallazgos indican que este enfoque presenta ventajas significativas en términos de estabilidad y precisión. La robustez del método para conservar la "energía" del sistema se traduce en una mayor fidelidad en la simulación de fenómenos sociales complejos, lo que lo posiciona como una herra-

mienta valiosa que se podría usar para analizar y prever dinámicas sociales como flujos migratorios y otros comportamientos poblacionales.

La integración de estos métodos en estudios interdisciplinarios representa una oportunidad para el desarrollo de modelos predictivos que puedan informar la toma de decisiones en políticas públicas. La implementación de simulaciones estables y precisas basadas en métodos numéricos, como el de Verlet, podría facilitar el diseño de estrategias que respondan a desafíos sociales emergentes. Se recomienda fomentar la colaboración entre expertos en matemáticas, física y ciencias sociales para adaptar y validar estos modelos, asegurando así que las simulaciones reflejen de manera adecuada la complejidad de los fenómenos reales y sirvan de base para intervenciones efectivas en el ámbito de la planificación y gestión pública.

Por último, se debe aclarar que el presente trabajo constituye una validación metodológica y de verificación de código en la comparación de los dos métodos para su potencial aplicación en dinámicas sociales, más no una validación social empírica. No se ha realizado aún una contrastación contra datos históricos reales (como censos del INEGI o flujos migratorios observados). La superioridad numérica demostrada por Verlet muestra que la herramienta de simulación es confiable, pero no garantiza por sí sola que las reglas sociales programadas sean correctas. Se pretende establecer la infraestructura computacional necesaria como prerequisite antes de proceder a la fase de calibración con datos empíricos y validación sustentada en teorías sociales establecidas, que correspondería la siguiente etapa lógica de esta línea de investigación.

Referencias

- Allen**, M. P., & Tildesley, D. J. (2017). *Computer simulation of liquids*. Oxford University Press.
- Dahlquist**, G., & Björck, Å. (2008). *Numerical methods in scientific computing*. SIAM.
- Frenkel**, D., & Smit, B. (2001). *Understanding molecular simulation: From algorithms to applications*. Academic Press.
- Hairer**, E., Nørsett, S. P., & Wanner, G. (1993). *Solving ordinary differential equations I: Nonstiff problems* (2ª ed.). Springer.
- Press**, W. H., Teukolsky, S. A., Vetterling, W. T., & Flannery, B. P. (2007). *Numerical recipes in C: The art of scientific computing*. Cambridge University Press.
- Quarteroni**, A., Sacco, R., & Saleri, F. (2007). *Numerical mathematics*. Springer.
- Rapaport**, D. C. (2004). *The art of molecular dynamics simulation*. Cambridge University Press.
- Sanz-Serna**, J. M. (2008). El método de Euler de integración numérica. Recuperado de https://sanzserna.org/wp-content/uploads/2009/01/37_eulerlibro.pdf
- Stoer**, J., & Bulirsch, R. (2002). *Introduction to numerical analysis* (2ª ed.). Springer.
- Verlet**, L. (1967). Computer experiments on classical fluids. I. Thermodynamical properties of Lennard-Jones molecules. *Physical Review*, 159(1), 98–103. <https://doi.org/10.1103/PhysRev.159.98>

