

El costo de la inseguridad y su incidencia en la industria aseguradora en el periodo 2020-2023, en los ramos de: seguro de vida, asistencia médica y vehículos.

An analysis / A study of the cost of insecurity and its impact on the insurance industry (2020–2023) in the branches of: life insurance, medical assistance and motor vehicle sectors.

Ricardo Andrés Bustillos Mena¹  0009-0002-3950-9093, Vanessa Alexandra Flores Calvache²  0009-0004-1309-3987
rbustillos@est.ups.edu.ec, vfloresc3@est.ups.edu.ec

¹Universidad Politécnica Salesiana, Azuay/Cuenca, Ecuador.
²Universidad Politécnica Salesiana, Azuay/Cuenca, Ecuador.

DOI 10.36500/atenas.4.001

Resumen

Este artículo examina la evolución del mercado de seguros en Ecuador, entre 2020 y 2023; especialmente, en los ramos de seguros de vida, asistencia médica y vehículos, destacando la importancia en la economía del país. El objetivo principal es realizar una comparación año tras año para evaluar el crecimiento, disminución o cambios significativos durante este periodo. La metodología utilizada incluye el análisis de datos cuantitativos obtenidos por fuentes oficiales, publicados por la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros. Las variables que se analizarán son: la prima neta emitida, costo por siniestro y el resultado técnico. La inseguridad que atraviesa el Ecuador tuvo un impacto notable en el mercado asegurador, incrementando los siniestros pagados; especialmente, en los ramos de asistencia médica y vehículos, debido a la alta siniestralidad impulsada por el aumento notable en la criminalidad. Pese a esto, las empresas aseguradoras incrementaron las primas netas emitidas en un 18% para 2022, en relación a 2021; y, un 11%, para 2023, en comparación a 2022, dejando un resultado técnico favorable para esta industria importante en el Ecuador. Concluimos que, el mercado de seguros en Ecuador muestra una evolución favorable; sin embargo, se debe fortalecer la gestión de riesgos y desarrollar políticas de sostenibilidad que garanticen un crecimiento sostenible y rentable en el futuro.

Abstract

This article examines the evolution of the insurance market in Ecuador between 2020 and 2023, with particular focus on the life, health, and motor vehicle insurance sectors, highlighting their importance to the national economy. The primary objective is to conduct a year-by-year comparison to assess growth, decline, or significant changes during this period. The methodology employed involves the analysis of quantitative data obtained from official sources, specifically the Superintendence of Companies, Securities, and Insurance. The variables analyzed include net premiums issued, claims costs, and technical results. The rise in insecurity in Ecuador had a notable impact on the insurance market, increasing the number of claims paid, particularly in the health and motor vehicle branches, due to high loss ratios driven by a sharp increase in criminal activity. Despite these challenges, insurance companies increased net premiums issued by 18% in 2022 compared with 2021, and by 11% in 2023 compared with 2022, resulting in favorable technical outcomes for this key industry in Ecuador. In conclusion, the Ecuadorian insurance market demonstrates positive development; however, it is essential to strengthen risk management and design sustainability policies that ensure both profitable and sustainable growth in the future.

Palabras clave: Ecuador, inseguridad, industrias aseguradoras, análisis, evolución, primas netas, resultado técnico, costo por siniestro.

Keywords: Ecuador, insecurity, insurance industries, analysis, evolution, net premiums, technical result, cost per incident.

I. Introducción

En los últimos años, la inseguridad se ha consolidado como un factor determinante en el comportamiento de los sectores económicos; y, la industria aseguradora no es una excepción. En

Ecuador, el periodo 2020-2023 ha estado marcado por un aumento notable en la delincuencia y la violencia, lo que ha generado efectos profundos en los ramos de seguro de vida, asistencia médica y vehículos. La creciente criminalidad ha alterado el costo de las primas, la emisión de pólizas y las pérdidas económicas en estos sectores clave, convirtiendo a la inseguridad en un desafío central para la estabilidad y el desarrollo del mercado asegurador. En este contexto, el presente artículo tiene como objetivo analizar empíricamente cómo la inseguridad ha influido en el desempeño del sector asegurador en Ecuador. Este análisis no solo busca entender la magnitud del impacto; sino, también ofrecer herramientas que contribuyan al desarrollo de estrategias más eficaces para mitigar los riesgos derivados de la delincuencia.

Los datos reflejan claramente la gravedad del problema: en 2023, Ecuador experimentó un descenso histórico en el Índice de Paz Global, cayendo 24 posiciones, hasta situarse en el puesto 97 de 163 países, con un costo económico de la violencia que asciende a USD 12.229 millones anuales, lo que representa aproximadamente el 6% del Producto Interno Bruto (PIB) del país (García, 2024). Este contexto ha sido propiciado por el creciente poder de los grupos del crimen organizado, resultando en un aumento significativo de homicidios y delitos contra la propiedad. Entre 2021 y 2022, los robos de vehículos y motos crecieron un 52% y 55%, respectivamente, mientras que el robo a personas y a domicilios también mostró aumentos considerables (Álvarez, 2023). Estos datos subrayan la creciente presión sobre la industria aseguradora que debió adaptar sus productos y políticas a un entorno de riesgo cada vez más volátil.

El seguro, como una de las herramientas más antiguas de mitigación de riesgos, ha jugado un papel crucial en la protección de individuos y empresas frente a eventos adversos. Desde sus raíces en las civilizaciones griega, romana y azteca, el seguro ha evolucionado hasta convertirse en un producto indispensable en las economías modernas, en donde su demanda está directamente relacionada con el riesgo y el costo. Sin embargo, en contextos de alta inseguridad, las aseguradoras enfrentan el reto de ajustar sus estrategias para equilibrar la viabilidad financiera con la creciente necesidad de protección (Durvan S.A., 2010), (Borch, 2004), (Albarracín & Del Pozo, 2011).

II. Marco teórico y evidencia empírica

La relación entre inseguridad y la industria de seguros ha sido ampliamente explorada en la literatura económica, dado que la inseguridad tiene efectos tanto directos; así como, indirectos en el desempeño de este sector. Según Beck (2021), los costos asociados a la inseguridad incluyen no solo el aumento de la criminalidad; sino, también la presión que ejercen sobre las

aseguradoras, obligándolas a incrementar las primas y a diseñar productos más especializados que mitiguen los riesgos emergentes. Estos cambios estructurales en la industria son particularmente evidentes en el seguro de vida y asistencia médica, donde el riesgo creciente, debido a la violencia y los accidentes relacionados con la inseguridad, afecta tanto el costo de las pólizas como la demanda de servicios Smith & Johnson (2022). En cuanto a los seguros de vehículos, Pérez, L., & González, R. (2021), subrayan que este ramo es particularmente sensible a los índices de criminalidad. En su estudio en América Latina, demostraron que el aumento en los robos de vehículos y actos de vandalismo ha llevado a las aseguradoras a modificar sus políticas de cobertura, elevando las tasas de primas y restringiendo la cobertura en zonas de alto riesgo. Esta dinámica ha impactado directamente a los consumidores, quienes enfrentan costos más elevados para asegurar sus bienes en contextos de alta inseguridad. La teoría del riesgo moral y la aversión al riesgo son esenciales para comprender las reacciones del sector asegurador ante contextos de inseguridad. Taylor (2020) sostiene que, frente a un aumento en la frecuencia y severidad de los siniestros, las aseguradoras buscan equilibrar la competitividad de precios con la sostenibilidad financiera. Esta aversión al riesgo conduce a un endurecimiento de los criterios de suscripción, ajustes en las primas y mayor diferenciación territorial en las pólizas. De manera similar, Gómez & Ruiz (2022) resaltan que, en mercados emergentes, las aseguradoras tienden a implementar estrategias de segmentación del riesgo que reflejan las desigualdades territoriales en materia de seguridad.

Inseguridad.

En el contexto de este estudio, la inseguridad se define como el aumento de la criminalidad, robos y violencia que afecta directamente a individuos y empresas. Este fenómeno genera incertidumbre económica y social, lo que repercute en la demanda y el costo de las pólizas de seguros Arias & Blanco (2020). En Ecuador, informes recientes del Ministerio del Interior, (2024) y del Banco Central evidencian que el incremento sostenido de la delincuencia desde 2020 ha tenido efectos notables sobre la inversión, el consumo y el mercado asegurador.

Teoría de la probabilidad y el riesgo.

La teoría de la probabilidad y el riesgo es fundamental para el funcionamiento de las aseguradoras, que dependen de modelos probabilísticos para estimar la frecuencia y severidad de los siniestros. Klugman, Panjer, & Willmot (2012), destacan que las aseguradoras utilizan datos históricos y análisis estadísticos para calcular primas y gestionar riesgos. Sin embargo, estudios más recientes López & Andrade (2023) enfatizan que los modelos tradicionales deben adaptarse a escenarios de alta criminalidad, incorporando variables sociales y territoriales que

expliquen la volatilidad del riesgo en países con altos niveles de inseguridad.

Economía del seguro.

La economía del seguro analiza cómo individuos y empresas transfieren su riesgo a las aseguradoras mediante el pago de primas. Arrow (1963) señala que, fenómenos como la selección adversa y el riesgo moral afectan la eficiencia del mercado asegurador; especialmente, en situaciones de alta inseguridad. Estos fenómenos se vuelven particularmente relevantes cuando los riesgos asociados a la criminalidad aumentan y las aseguradoras deben adaptar sus estrategias para garantizar su sostenibilidad en el mercado. Investigaciones recientes Cordero & Méndez (2022) amplían este enfoque señalando que, en América Latina, la inestabilidad social y la desigualdad aumentan la exposición a pérdidas, afectando la sostenibilidad de las aseguradoras y su capacidad para mantener primas accesibles.

Impacto de la inseguridad en los diferentes ramos del seguro.

Seguro de vida.

El aumento de la criminalidad y la violencia inciden en la mortalidad, generando un impacto directo en los seguros de vida, lo que incrementa la mortalidad y, por ende, las reclamaciones. Beck & Webb (2003) concluyen que, en países con altos índices de criminalidad, las primas de seguros de vida tienden a ser significativamente más altas debido al mayor riesgo percibido por las aseguradoras. Investigaciones más recientes Mendoza & Cabrera (2022) demuestran que la violencia letal y los homicidios en América Latina influyen directamente en la estructura de primas y en la disminución de la penetración del seguro de vida, fenómeno observable también en Ecuador entre 2020 y 2023.

Asistencia médica.

La inseguridad también tiene un impacto significativo en la salud física y mental de la población, lo que incrementa la demanda de servicios médicos y las reclamaciones en los seguros de asistencia médica. Cutler & Zeckhauser (2020) demostraron que, en regiones con altos niveles de inseguridad, las personas tienen una mayor probabilidad de desarrollar problemas de salud, lo que incrementa tanto las primas como las reclamaciones de seguros médicos, en Ecuador y Perú. Reinoso & Cárdenas (2023) confirman que la violencia urbana ha incrementado los costos médicos y la presión sobre las aseguradoras de salud.

Vehículos.

El ramo de seguros de vehículos es particularmente vulnerable a los delitos relacionados con el robo y vandalismo. Dionne & Vanasse (1992) estudiaron el impacto del robo de vehículos en Canadá y encontraron una correlación positiva entre las tasas de

criminalidad y las primas de seguros de vehículos. En Ecuador, el aumento significativo de los robos de vehículos entre 2020 y 2023 ha obligado a las aseguradoras a ajustar sus políticas, incrementando las primas y limitando la cobertura en áreas consideradas de alto riesgo. Investigaciones Paredes & Molina (2024) confirman que la respuesta de las aseguradoras ha sido restringir coberturas y concentrar operaciones en zonas de menor riesgo. La violencia en Ecuador ha aumentado considerablemente desde 2020, exacerbada por la pandemia y la crisis económica. De acuerdo con datos del Ministerio del Interior, la tasa de homicidios pasó de 6,8 por cada 100.000 habitantes, en 2019; a 43,9, en 2023, lo que refleja un incremento alarmante en la violencia letal. Este entorno de inseguridad ha generado un desafío significativo para las aseguradoras, que deben ajustar sus estrategias para continuar operando en un contexto de alto riesgo.

III. METODOLOGÍA Y CÁLCULOS

Enfoque del estudio.

Este estudio adopta un enfoque cuantitativo, con el objetivo de analizar empíricamente la relación entre el aumento de la criminalidad y su impacto en el sector asegurador en Ecuador, durante el período 2020-2023. Se centra en tres ramos clave: seguros de vida, asistencia médica y vehículos, considerando tanto la demanda de servicios como la estructura de precios y costos de las pólizas. La elección de un enfoque cuantitativo se justifica por la disponibilidad de datos oficiales de carácter numérico, que permiten realizar comparaciones temporales, medir tendencias y evaluar la magnitud del impacto de la inseguridad en la industria aseguradora Asociación de Empresas Aseguradoras del Ecuador (AEA) y el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC). Los datos recopilados cubren el periodo 2020-2023.

Fuentes de información.

Los datos utilizados provienen de fuentes secundarias oficiales, lo que incluye:

- Asociación de Empresas Aseguradoras del Ecuador (AEA): información sobre primas emitidas, primas netas retenidas, número de siniestros y resultados técnicos por ramo.
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC): indicadores económicos y demográficos relevantes para contextualizar el mercado asegurador.
- Ministerio del Interior y otras entidades de seguridad: estadísticas sobre criminalidad y violencia, incluyendo homicidios, robos y asaltos, por cada 100.000 habitantes.
- Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros de Ecuador (SCVS): datos financieros y regulatorios del sector asegurador.

Estas fuentes permiten establecer una relación directa entre el aumento de la inseguridad y los indicadores de desempeño de la industria, proporcionando una base sólida para el análisis cuantitativo.

Criterio de análisis.

El análisis se enfocará en tres indicadores clave que reflejan el desarrollo del mercado asegurador en Ecuador:

- **Primas netas emitidas.**

Este indicador mide las primas que las aseguradoras retienen tras descontar las primas cedidas a los reaseguradores, representando el riesgo real que asumen Asociación de Supervisores de Seguros (2019). La cifra se obtiene restando las cuentas de "liquidaciones y rescates" y "primas de coaseguro cedidas", del total de primas emitidas Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros de Ecuador (2023).

- **Prima emitida.**

Según, Salvadori (2020) las primas emitidas son "el ingreso total obtenido por una compañía de seguros a partir de pólizas suscritas, ya sea que estas primas sean retenidas íntegramente por la empresa o transferidas parcialmente a los reaseguradores". En otras palabras, las primas reflejan el valor total antes del ajuste del reaseguro.

- **Resultado técnico.**

En términos simples, este indicador refleja la diferencia entre las primas emitidas y los gastos por siniestros (pagados o pendientes de pago). Adicionalmente, considera otros factores como comisiones, gastos administrativos y primas cedidas al reaseguro. Según Torrejón & Pérez (2020), este indicador mide la rentabilidad operativa de las aseguradoras, excluyendo los ingresos generados por inversiones financieras. Se centra exclusivamente en la suscripción de pólizas y la gestión de riesgos.

- **Costos de siniestros.**

Este criterio se refiere al total de pagos realizados por las aseguradoras por pérdidas o daños cubiertos por las pólizas; así como, los gastos asociados con la gestión y el procesamiento de estas reclamaciones.

- **Costo por siniestro en cada ramo.**

Asistencia médica: El costo por siniestro en este ramo incluye todos los costos relacionados con tratamientos médicos, hospitalización, medicamentos y otros servicios médicos cubiertos por la póliza.

Seguro de vida: El costo en este ramo es un pago por pérdida de la vida, que generalmente se paga al tomador de la póliza en caso de fallecimiento del asegurado. También puede incluir pagos por incapacidad permanente o parcial, según la cobertura contratada.

Seguro de vehículos: Los costos en esta industria pueden incluir el costo de reparación o reemplazo del vehículo; así como, gastos médicos o compensación por lesiones personales o de terceros. En los últimos años, Ecuador ha experimentado un notable aumento en la inseguridad, principalmente atribuible al crimen organizado. Estas organizaciones criminales han establecido estructuras complejas que facilitan la ejecución de actividades ilícitas, generando una economía ilegal que se sostiene mediante delitos como robos, extorsiones y asaltos. Estas actividades incrementan la percepción de inseguridad entre los ciudadanos y afectan directamente la tasa de violencia y delincuencia en el país. Estos ecosistemas criminales erosionan la legitimidad del Estado y la confianza en las instituciones gubernamentales encargadas de la seguridad ciudadana.

Procedimiento de análisis.

El análisis de datos constará de los siguientes pasos.

- **Recopilación de datos.**

Los datos históricos serán obtenidos de fuentes oficiales, como la Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros de Ecuador, correspondientes al período 2020-2023. Estos datos serán organizados en una base estructurada para facilitar su análisis.

- **Análisis descriptivo.**

Se llevará a cabo un análisis descriptivo inicial para obtener una percepción global de las tendencias y patrones examinados de los datos recopilados. Se usarán estadísticas descriptivas como: medias, medianas, desviaciones estándar y distribuciones.

- **Análisis comparativo anual.**

Este análisis permitirá comparar indicadores clave en los tres ramos aseguradores. Se evaluarán los cambios en las primas netas emitidas, resultados técnicos y costos de siniestros durante los años 2020-2023, identificando las variaciones más significativas.

- **Identificación de factores influyentes.**

Se analizarán factores económicos, sociales y de seguridad que influyen en los cambios observados, incluyendo crecimiento económico, inflación y tasas de criminalidad. Este análisis permitirá relacionar directamente la evolución de los indicadores aseguradores con el contexto de inseguridad.

- **Interpretación de resultados.**

Finalmente, los resultados se interpretarán a la luz de la teoría del riesgo, la economía del seguro y los estudios previos, evaluando cómo el aumento de la criminalidad afecta la estructura de precios, la rentabilidad operativa y la cobertura de los ramos aseguradores seleccionados.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El análisis reveló una relación positiva y significativa entre el incremento de la inseguridad y el aumento de los costos en la industria aseguradora. En particular, el ramo de seguros de vehículos experimentó el mayor impacto, con un aumento promedio del 15% en las primas, entre 2020 y 2023, vinculado al incremento de robos y asaltos en las principales ciudades. Los seguros de vida también se vieron afectados, con un alza en las indemnizaciones debido al aumento de la mortalidad por violencia, lo que llevó a las aseguradoras a elevar sus tarifas. Por su parte, los seguros de asistencia médica mostraron un incremento en los costos; esto, debido a una mayor demanda de servicios, derivados de hechos violentos, como heridas por armas de fuego. Estos hallazgos coinciden con estudios previos que han vinculado la inseguridad con impactos financieros en la operación de las aseguradoras. Según Tapia (2013), la inseguridad pública es una preocupación creciente en Ecuador, afectando tanto el crecimiento económico como el bienestar de la población Romero, Muñoz, & Dávila (2023).

En el caso de los seguros de vida, se observó que el aumento en la mortalidad causada por violencia y homicidios incrementó las solicitudes de indemnización, lo que obligó a las aseguradoras a elevar sus tarifas para mitigar el impacto financiero. Los seguros de asistencia médica también experimentaron un aumento en los costos debido a la mayor demanda de tratamientos y servicios derivados de actos de violencia, como heridas por armas de fuego.

Evolución de la inseguridad en el Ecuador.

Los datos de la Dirección Nacional de Análisis de la Información, de la Policía Nacional reflejan tres tendencias claras en la evolución de la violencia en Ecuador, en los últimos trece años. De no tomarse medidas correctivas, se proyecta que Ecuador alcanzará una de las tasas de homicidios más altas de la región para 2025. Esta violencia está geográficamente concentrada en seis provincias, lo que sugiere la necesidad de intervenciones focalizadas y estrategias específicas por parte de las autoridades locales y nacionales.

En el caso de los seguros de vida, se observó que el aumento en la mortalidad causada por violencia y homicidios incrementó las solicitudes de indemnización, lo que obligó a las aseguradoras a elevar sus tarifas para mitigar el impacto financiero. Los seguros de asistencia médica también experimentaron un aumento en los costos debido a la mayor demanda de tratamientos y servicios derivados de actos de violencia, como heridas por armas de fuego.

Figura 1.
Evolución de la violencia en el Ecuador.



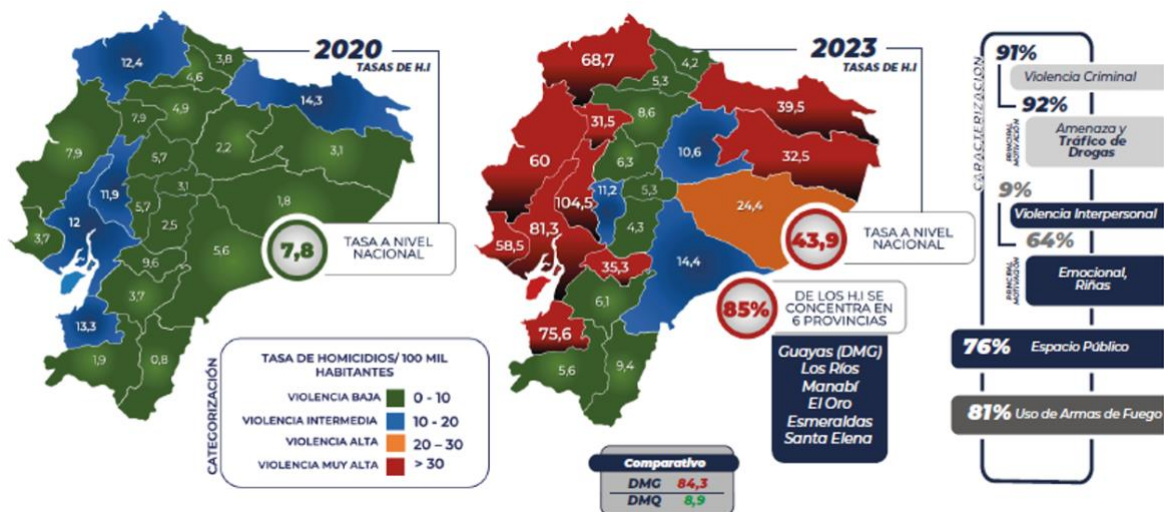
Nota. Policía Nacional del Ecuador. 2023

El análisis de la evolución de la tasa de homicidios en Ecuador, desde 2020 hasta 2023, revela una alarmante tendencia al alza. Mientras que, al cierre de 2020, la tasa promedio de homicidios intencionales se situaba en 7.8. En tan solo tres años, esta cifra se disparó hasta alcanzar una tasa promedio de 43.9, en 2023.

Este aumento drástico refleja un incremento preocupante en la violencia letal en el país. Resulta particularmente inquietante el hecho de que el 85% de estos homicidios se concentraron en apenas seis provincias. Esta concentración geográfica de la violencia sugiere la existencia de patrones específicos que podrían requerir intervenciones focalizadas y estratégicas por parte de las autoridades. Es imperativo examinar las dinámicas locales y las posibles causas detrás de este fenómeno para implementar medidas efectivas y mitigar esta creciente amenaza para la seguridad.

En cuanto a la caracterización de la violencia, se destaca que el 91% de los casos se clasifica como violencia criminal, mientras que el restante 9% se atribuye a violencia interpersonal. Del total de violencia criminal, el 92% tiene como motivación principal las amenazas y el tráfico de drogas, revelando la estrecha vinculación entre actividades ilícitas y la escalada de la violencia en el país. Además, el 76% de estos incidentes ocurrieron en espacios públicos, lo que subraya la necesidad de medidas preventivas en áreas de alta concurrencia.

El uso de armas de fuego también es un factor alarmante, ya que el 81% de los casos involucra el empleo de este tipo de armamento, planteando la urgencia de abordar la circulación y posesión ilegal de armas para frenar el impacto letal de la violencia.

Figura 2.*Provincias con mayor violencia en el Ecuador.**Nota. Policía Nacional del Ecuador. 2023*

La violencia en Ecuador, en donde la seguridad personal y el bienestar financiero pueden ser motivo de preocupación, la contratación de seguros de vida puede ser una forma importante de protección y preparación para las familias y las personas afectadas. La respuesta del sector privado para abordar esta demanda demuestra la importancia y la necesidad de proteger a la sociedad ecuatoriana.

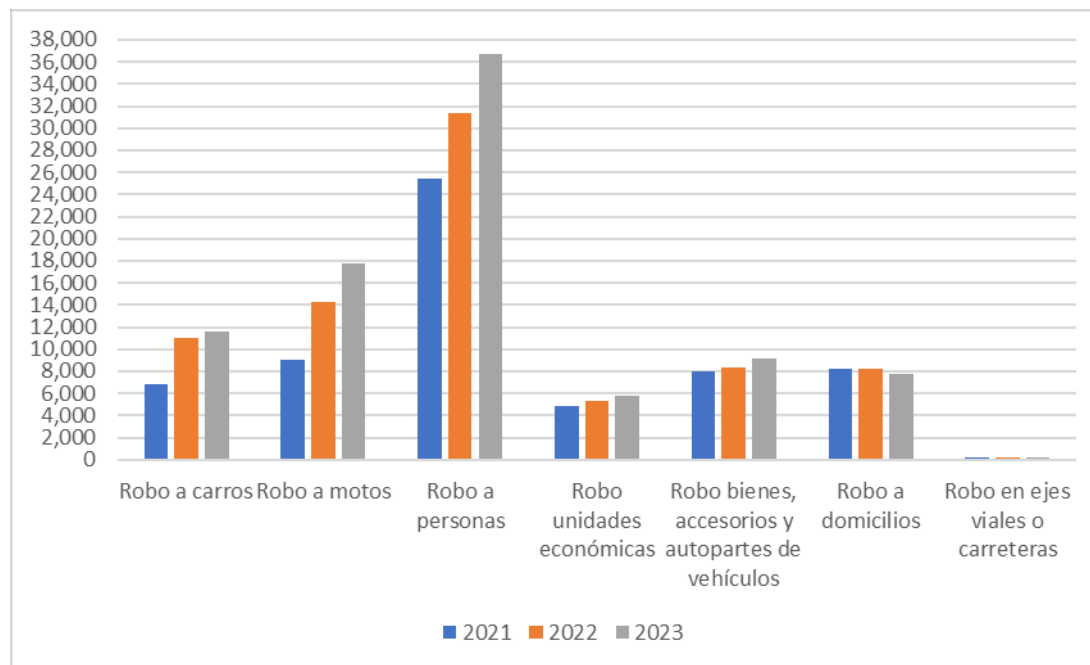
Incremento de la Delincuencia

Como parte del análisis de la situación actual de la Policía Nacional, se recopila información procesada analíticamente, datos cuantitativos y cualitativos de los fenómenos delictivos ocurridos a nivel nacional, en los periodos 2021 y 2022. Desde la lógica causal etiológica, se pueden revelar formas generales, como la desigualdad, la pobreza, el desempleo; y, las que actúan como factores; esto es, circunstancias que contribuyen a producir los hechos de delincuencia, como son:

- La estructura familiar,
- El consumo de alcohol,
- De productos psicotóxicos,
- Los niveles educativos y
- Los entornos sociales.

Figura 3.

Comparativo de índice delictual años 2021-2022-2023.



Nota. Dirección Nacional de Análisis de Información – Policía Nacional. Andrés Bustillos y Vanessa Flores. 2023

Como se observa, los eventos delictivos incrementan con el paso de los años, considerando que los delitos con mayor incidencia fueron el robo a carros, robo a motos y robo a personas respectivamente, lo que genera un ambiente de inseguridad a nivel nacional, situación por la cual la ciudadanía ve con temor y desconfianza el accionar de la Policía Nacional, ya que a vista de ellos la delincuencia cuenta con mejor equipamiento.

Grupos terroristas

En Ecuador, la presencia de 22 grupos terroristas ha emergido como un fenómeno alarmante, siendo 11 de ellos particularmente relevantes. Estos grupos comparten objetivos criminales fundamentales, centrados en el posicionamiento territorial, la captación de poder y capital económico; así como, la maximización de beneficios y rentabilidad. Esta situación plantea desafíos sustanciales para la seguridad nacional y requiere una atención urgente y estratégica por parte de las autoridades. Varios factores facilitadores contribuyen a la proliferación de la violencia y el terrorismo en Ecuador. En primer lugar, los aspectos geopolíticos desempeñan un papel crucial al proporcionar un terreno propicio para la actividad de estos grupos. Además, la economía dolarizada y las fronteras vulnerables con débil control crean un entorno que favorece las operaciones ilícitas. La legislación laxa, vinculada a la impunidad y la corrupción, añade otro nivel de complejidad al enfrentar este desafío; mientras que, la desorganización social y las

capacidades limitadas de la Policía Nacional contribuyen a la dificultad para mantener la seguridad interna. Los delitos cometidos por estos grupos abarcan desde el narcotráfico, lavado de activos, tráfico de armas y municiones, hasta la minería ilegal, secuestro, extorsión y asesinato; así como, el tráfico de hidrocarburos. Estas actividades ilícitas no solo representan una amenaza directa para la seguridad ciudadana, con un aumento significativo en muertes violentas; sino que, también ejercen un freno al desarrollo del estado y comprometen la integridad de la economía legítima del país. Los efectos de esta situación son profundamente perjudiciales, extendiéndose a la afectación grave de la seguridad ciudadana, la inhibición del desarrollo estatal, la comprometida economía legítima y una notable afectación a la gobernanza. La necesidad de abordar estos desafíos de manera integral, implementando medidas preventivas y correctivas, se torna imperativa para salvaguardar la estabilidad y la seguridad en Ecuador.

Impacto en la Contratación de Seguros

El análisis de riesgos es una forma de encontrar y tratar problemas que podrían perjudicar proyectos, iniciativas empresariales y personas, para lo cual se requiere prevenir, mitigar y transferir. Dentro de este contexto, las empresas de seguros actúan como una respuesta para minimizar la consecuencia de los riesgos; la manera más común para que las personas transfieran riesgos es comprando un seguro, en donde será la aseguradora quien se encargará de indemnizar todo o parte del perjuicio producido Albarracín & Del Pozo (2011); de acuerdo a Guerrero, Guevara, & Suriaga (2019) sostiene que las personas están dispuestas a pagar un valor considerable a cambio de reducir sus riesgos o una indemnización futura por determinados siniestros. La contratación de seguros de vida, asistencia médica y vehículos puede ser motivada por una variedad de razones y la situación de violencia en Ecuador puede ser una de ellas, Tortella (2011) plantea que el seguro faculta distribuir riesgos que las personas no están dispuestas a asumir.

Tabla 1.

Primas netas emitidas por ramo Ecuador 2020-2023.

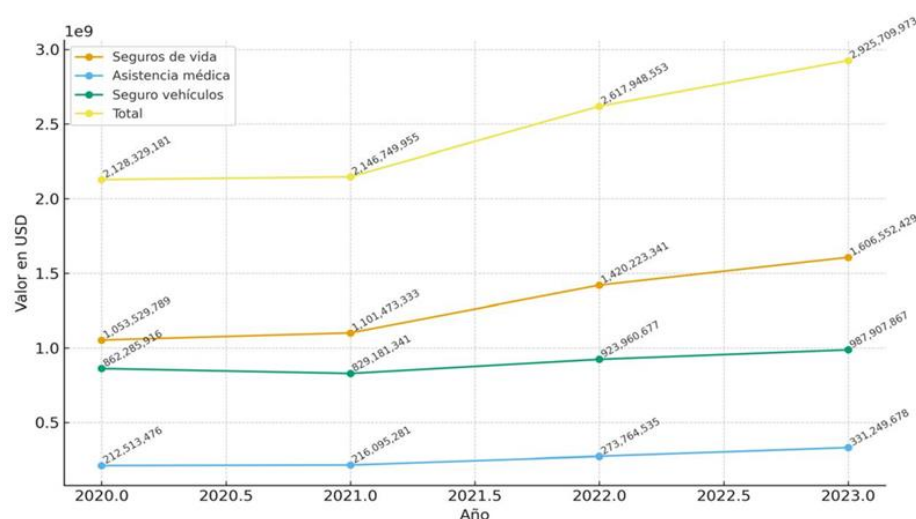
Tipo de seguros	Año 2020	Año 2021	Año 2022	Año 2023
Seguros de vida	1.053.529.788,68	1.101.473.332,55	1.420.223.341,34	1.606.552.428,88
Asistencia médica	212.513.476,19	216.095.280,75	273.764.534,82	331.249.677,62
Seguro vehículos	862.285.916,03	829.181.341,47	923.960.677,07	987.907.866,76
Total	2.128.329.180,90	2.146.749.954,77	\$2.617.948.553,23	2.925.709.973,26
Tasa de crecimiento		1%	18%	11%

Nota. Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros. Andrés Bustillos y Vanessa Flores. 2023

En la tabla 1. El aumento del 18% en las primas netas para 2022, con respecto a 2021; y, del 11% para 2023, con respecto a 2022, indica una creciente demanda de seguros en un período relativamente corto. Este incremento podría estar influenciado por varios factores, incluida la inseguridad y la violencia en el país.

Figura 4.

Evolución de primas netas emitidas por tipo de seguro 2022-2023.



Nota. Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros. Andrés Bustillos y Vanessa Flores. 2023

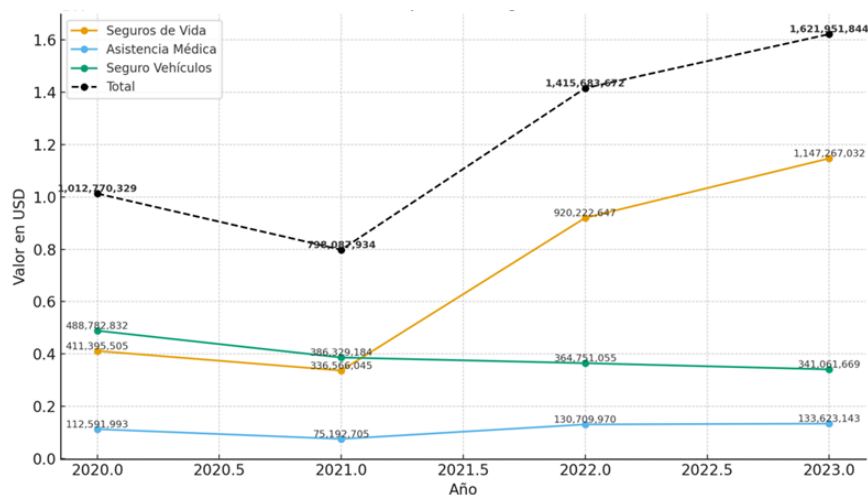
La evolución de las primas netas en los ramos de seguros; especialmente, en el ramo de vida, asistencia médica y vehículos, refleja el crecimiento considerable y sugiere una mayor conciencia sobre la importancia de la protección en un entorno inseguro. Es posible que las personas estén buscando mitigar los riesgos financieros asociados con la violencia y la contratación de seguros de vida se percibe como una forma de proteger a sus seres queridos en caso de que algo les suceda. Además, el aumento en la contratación de seguros de asistencia médica y vehículos también podría estar relacionado con la preocupación por la seguridad personal y los posibles riesgos en las carreteras debido a la inseguridad. La unión de seguros privados de vida, vehículos y asistencia médica puede ser una estrategia inteligente para protegerse contra la delincuencia en un país donde la seguridad puede ser un problema y al combinar estos 3 ramos se obtiene una cobertura integral que protege tanto a la persona como a sus bienes más importantes. En países con altos índices de violencia, los servicios de salud pública pueden estar sobrecargados o no ser completamente eficientes. Los seguros privados de salud pueden proporcionar acceso a atención médica de calidad sin tener que depender exclusivamente de los servicios públicos.

Rentabilidad en Medio de la Inseguridad

Pese a que en Ecuador aún no se desarrolla la cultura en adquirir seguros para respaldar nuestra vida y bienes de cualquier tipo de siniestro generado por terceros o por la misma naturaleza, las aseguradoras cuentan con la solvencia para hacer frente a todo tipo de siniestro. Bermudez, (2018)

Figura 5.

Resultado técnico por ramo en Ecuador 2020-2023



Nota. Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros. Andrés Bustillos y Vanessa Flores. 2023

Tabla 2.

Resultado técnico por ramo, en Ecuador 2020-2023

Tipo de seguros	Año 2020	Año 2021	Año 2022	Año 2023
Seguros de vida	411.395.504,79	336.566.044,91	920.222.646,70	1.147.267.031,72
Asistencia médica	112.591.992,76	75.192.705,19	130.709.969,74	133.623.143,36
Seguro vehículos	488.782.831,65	386.329.183,72	364.751.055,10	341.061.668,57
Total	1.012.770.329,20	798.087.933,82	1.415.683.671,54	1.621.951.843,65
Tasa de crecimiento		-27%	44%	13%

Nota. Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros. Andrés Bustillos y Vanessa Flores. 2023

A pesar de la situación de inseguridad, el análisis de los resultados técnicos muestra un crecimiento significativo en la rentabilidad de las aseguradoras. En la Tabla 2, se observa que el resultado técnico de los seguros de vida aumentó un 44%, en 2022; seguido de un 13%, en 2023. Este crecimiento puede explicarse por varios factores:

- Primas más altas: Las primas de los seguros de vida tienden a ser más altas en comparación con otros ramos de seguros, lo que puede contribuir a mayores ingresos para las aseguradoras.
- Menores costos por siniestros: En general, los costos por siniestros en seguros de vida tienden a ser más predecibles y menores en comparación con otros tipos de seguros, lo que puede mejorar el resultado técnico.
- Demanda y cobertura: La demanda de seguros de vida puede ser alta debido a la creciente conciencia sobre la importancia de la protección financiera para los seres queridos. Además, la cobertura de los seguros de vida puede ser más estable y menos sujeta a fluctuaciones económicas.

Como lo plantea Medrano (2008) la realización de estos riesgos se denomina siniestros. Los siniestros implican, para las personas o empresas, pérdidas no solo materiales si no también financieras. El rol de la empresa aseguradora es cubrir estas pérdidas. “Una compañía de seguros reduce pérdidas financieras provocadas por hechos aleatorios que impiden la realización de expectativas razonables”.

Costos de Siniestros

El análisis de los costos de siniestros es crucial para entender el impacto financiero de la inseguridad en las aseguradoras. Como se muestra en la Tabla 3, el costo total de siniestros en Ecuador aumentó un 8%, en 2023, con el mayor impacto registrado en los seguros de vehículos, cuyo costo subió de \$373.5 millones, en 2020 a \$646.8 millones, en 2023. Este incremento está directamente relacionado con el aumento de reclamaciones por daños y pérdidas, reflejando el impacto directo de la criminalidad.

Tabla 3.

Costo anual por siniestros y por ramo, en Ecuador 2020-2023

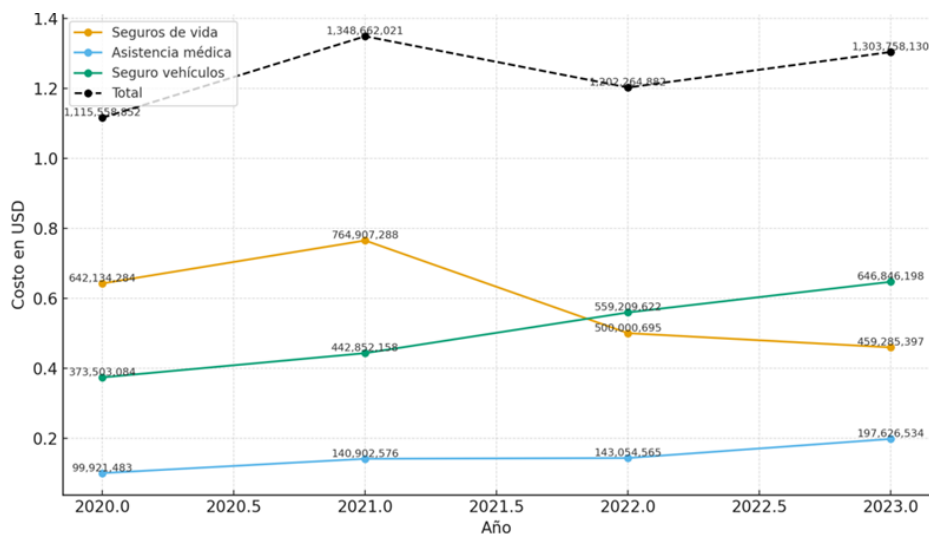
Tipo de seguros	Año 2020	Año 2021	Año 2022	Año 2023
Seguros de vida	642,134,283.89	764,907,287.64	500,000,694.64	459,285,397.16
Asistencia médica	99,921,483.43	140,902,575.56	143,054,565.08	197,626,534.26
Seguro vehículos	373,503,084.38	442,852,157.75	559,209,621.97	646,846,198.19
Total	1,115,558,851.70	1,348,662,020.95	1,202,264,881.69	1,303,758,129.61
Tasa de crecimiento		17%	-12%	8%

Nota. Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros. Andrés Bustillos y Vanessa Flores. 2023

En la tabla 3 se visualiza el costo anual por tipo de seguro entre el año del 2020 hasta el 2023, proporcionando información.

Figura 6.

Costo anual por siniestros y por ramo en Ecuador 2020-2023.



Nota. Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros. Andrés Bustillos y Vanessa Flores. 2023

El aumento en los costos de siniestros revela la necesidad de que las aseguradoras desarrollen estrategias más eficaces para gestionar estos riesgos. Entre las posibles acciones están la implementación de modelos de suscripción más rigurosos, el ajuste de tarifas basado en áreas geográficas de mayor riesgo y la optimización de los procesos de gestión de reclamaciones. El análisis revela que, si bien la inseguridad en Ecuador ha generado un impacto negativo en los costos operativos de las aseguradoras, estas han logrado adaptarse y mantener su rentabilidad. Los resultados sugieren la necesidad de continuar desarrollando políticas de gestión de riesgos, basadas en una mayor comprensión de los factores económicos y sociales que influyen en la delincuencia. Además, es imperativo que las aseguradoras colaboren con las autoridades para reducir la inseguridad, lo cual no solo beneficiaría a los ciudadanos; sino, también a la estabilidad financiera del sector asegurador en el largo plazo.

V. Conclusiones

- Impacto de la inseguridad en los costos de seguros.

El análisis demuestra que el incremento de la criminalidad en Ecuador entre 2020 y 2023 ha tenido un efecto directo y significativo sobre los costos de los seguros en los tres ramos estudiados. Los seguros de vehículos registraron un aumento promedio del 15% en

las primas, mientras que los seguros de vida y asistencia médica también experimentaron incrementos debido a la mayor mortalidad y a la creciente demanda de servicios médicos derivados de la violencia. Esto evidencia cómo la inseguridad no solo eleva los costos operativos de las aseguradoras; sino que, también influye en la estructura tarifaria y en la percepción de riesgo por parte de los usuarios.

- Concentración geográfica y características de riesgo. La violencia en Ecuador está concentrada en seis provincias y se caracteriza por un alto uso de armas de fuego, lo que intensifica el impacto sobre la industria aseguradora. Esta concentración geográfica y la naturaleza de los incidentes subrayan la necesidad de políticas diferenciadas y focalizadas, tanto por parte de las autoridades como de las aseguradoras, para diseñar estrategias de prevención, mitigación y ajuste de primas, según el riesgo local.
- Evolución de las primas y costos de siniestros. Entre 2020 y 2023, las primas netas emitidas crecieron de manera considerable: seguros de vida (\$1.053.5 millones a \$1.606.6 millones), asistencia médica (\$212.5 millones a \$331.2 millones) y vehículos (\$862.3 millones a \$987.9 millones). De manera paralela, los costos de siniestros también aumentaron, reflejando el efecto directo de la inseguridad sobre las reclamaciones. Este comportamiento confirma que el incremento en la criminalidad obliga a las aseguradoras a ajustar continuamente sus tarifas para mantener el equilibrio financiero.
- Rentabilidad y adaptabilidad del sector asegurador. A pesar de los mayores costos y riesgos, la rentabilidad técnica del sector asegurador ha mostrado crecimiento. Por ejemplo, el resultado técnico de los seguros de vida pasó de \$411.4 millones, en 2020 a \$1.147.3 millones, en 2023. Esto indica que las aseguradoras han logrado adaptar sus estrategias de precios, gestión de riesgos y segmentación territorial, demostrando capacidad de resiliencia frente a un entorno de alta inseguridad.

VI. Recomendaciones.

- Las aseguradoras deben continuar implementando estrategias de segmentación de riesgo geográfica y ajustar primas, según los niveles de criminalidad locales.
- Es fundamental fortalecer la colaboración con autoridades públicas, compartiendo información sobre delitos y siniestros para diseñar políticas preventivas más efectivas.
- Se sugiere la creación de productos aseguradores innovadores que combinen cobertura tradicional con servicios de prevención y seguridad; especialmente, en zonas de alta violencia.

- Para futuras investigaciones, se recomienda incorporar análisis cualitativos sobre percepción de riesgo de los asegurados y evaluación de políticas públicas de seguridad, ampliando la comprensión del impacto socioeconómico de la criminalidad en el mercado asegurador.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Albarracín, L., & Del Pozo, G. (2011). Investigaciones en seguros y gestión de riesgos. Fundación Mapfre.
- Álvarez, C. (10 de agosto de 2023). Seguridad ciudadana y violencia. Quito.
- Arias, M., & Blanco, F. (2020). Inseguridad y sus efectos en la economía y el bienestar social. *Revista de Economía y Sociedad*, 45-67.
- Arrow, K. (1963). Uncertainty and the welfare economics of medical care. *The American Economic Review*, 941-973.
- Asociación de Supervisores de Seguros. (2019). Informe sobre la regulación de seguros y su impacto en la estabilidad financiera. 89.
- Beck. (2021). Riesgo moral y seguros en contextos de inseguridad. Editorial Academia.
- Beck, T., & Webb, I. (2003). Economic, demographic, and institutional determinants of life insurance consumption across countries. *World Bank Economic*, 51-88.
- Bermudez, N. (2018). Panorama del mercado asegurador asesores productores de seguros y peritos en el Ecuador. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://investigacionyestudios.supercias.gob.ec/wp-content/uploads/2019/08/Panorama-del-Mercado-de-Seguros-en-Ecuador-2015-2018_FINAL.pdf
- Blanco, L. U., Sampedro, A. G., & Orellana, D. P. (2022). Dinámica empresarial: análisis de coyuntura en Ecuador. Quito: Abya Yala.
- Borch, K. (2004). *The Economic Theory of Insurance*. Bergen. Bergen.
- Cadiec. (08 de 2023). Club de Aplicación, Desarrollo e Investigaciones Económicas, ESPOL. Obtenido de Club de Aplicación, Desarrollo e Investigaciones Económicas, ESPOL.: <http://cadiec.oe.espol.edu.ec/2023/08/20/la-delincuencia-en-el-ecuador-un-problema-complejo-con-soluciones-complejas/>
- Calles-García, J., & González-Pérez, P. (2011). *La Biblia del Footprinting*.
- Cordero, F., & Méndez, L. (2022). Riesgo moral y sostenibilidad en el mercado asegurador latinoamericano. *Revista Iberoamericana de Seguros*, 55-74.
- Cutler, D., & Zeckhauser, R. (2020). The anatomy of health insurance. *Handbook of Health Economics*, 563-643.

- Dionne, G., & Vanasse, C. (1992). Automobile insurance ratemaking in the presence of asymmetrical information. *Journal of Applied Econometrics*, 149-165.
- Durvan S.A. (2010). *Gran Especialidad del Mundo*. Bilbao: Marín. Tomo 15. Prestamos de la Gruesa. Primera edición.
- Garcia, A. (22 de 01 de 2024). Primicias El periodismo comprometido. Obtenido de Primicias El periodismo comprometido: <https://www.primicias.ec/noticias/seguridad/costo-violencia-ecuador-millones-anuales-indice-paz/>
- Gomez, P., & Ruiz, C. (2022). Segmentación del riesgo y desigualdad territorial en los mercados de seguros de América Latina. *Estudios Económicos Regionales*, 11, 91-110.
- Guerrero, V., Guevara, M., & Suriaga, M. (05 de junio de 2019). Revisión teórica sobre las aseguradoras en Ecuador. Guayaquil.
- Instituto de Ciencias del Seguro. (2018). Principios básicos de la actividad aseguradora. 45.
- Klugman, S., Panjer, H., & Willmot, G. (2012). *Loss Models: From Data to Decisions*. John Wiley & Sons.
- Lopez, D., & Andrade, J. (2023). Modelos probabilísticos y riesgo en contextos de criminalidad creciente: evidencia del sector asegurador ecuatoriano. *Revista Ecuatoriana de Economía y Finanzas*. 33-52.
- Medrano, L. (2008). El papel de las agencias de seguros en la competencia entre compañías aseguradoras. 301-316.
- Mendoza, R., & Cabrera, F. (2022). Violencia letal y seguros de vida en América Latina: un análisis comparativo 2010–2021. *Revista Latinoamericana de Economía Aplicada*, 45-64.
- Ministerio del Interior. (2024). Informe anual sobre violencia y criminalidad en Ecuador 2023. Quito.
- Orellana Quezada, D. P. (2017). La innovación tecnológica y su incidencia en la competitividad empresarial de las pymes de la industria manufacturera de la provincia del Azuay-Ecuador. Lima: Cybertesis UNMSM.
- Paredes, V., & Molina, E. (2024). Impacto de la inseguridad en las estrategias de suscripción y cobertura del seguro vehicular ecuatoriano (2020–2023). *Revista de Economía y Negocios del Ecuador*, 77-95.
- Peace, I. f. (06 de 2023). Global Peace Index 2023. Obtenido de Global Peace Index 2023: <https://www.visionofhumanity.org/wp-content/uploads/2023/06/GPI-2023-Web.pdf>
- Pérez, L., & González, R. (2021). El impacto de la delincuencia en la industria aseguradora en América Latina. *Revista de Estudios Económicos*.

- Reinoso, A., & Cárdenas, P. (2023). Inseguridad urbana y costos de salud: evidencias del Ecuador y Perú post-pandemia. *Revista Andina de Salud y Sociedad*, 55-70.
- Romero, J., Muñoz, B., & Dávila, C. (2023). Seguridad pública en el Ecuador. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, Volumen 7, página 5.
- Salvadori, L. (2020). Fundamentos de la Gerencia de Riesgos y Seguros. Instituto Latinoamericano de Seguros, 54.
- Sampedro-Luna, A., & Orellana-Quezada, D. (2022). Impacto Económico y Social de la Pandemia en la Construcción. In *Dinámica Empresarial: Análisis De Coyuntura en Ecuador*. Cuenca: Abya-Yala.
- Smith & Johnson. (2022). Políticas aseguradoras en tiempos de crisis: Una revisión global. *Journal of Insurance Studies*.
- Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros de Ecuador. (2023). Superintendencia de Compañías, Valores y Seguros de Ecuador.
- Tapia, J. (2013). La inseguridad pública: causas y consecuencias. México.
- Taylor, M. (2020). Aversión al riesgo y comportamiento del consumidor en mercados de alta incertidumbre. . *Economic Review*.
- Torrejón, M., & Pérez, J. (2020). El resultado técnico en la gestión de las aseguradoras. *Revista de Gestión de Seguros*, 32.
- Tortella, G. (2011). *Sobre Los Orígenes Del Seguro En España*. Sevilla: Universidad de Alcalá de Henares.

Diseño de un modelo de evaluación del impacto de políticas de becas, con enfoque de género, en la educación técnica y tecnológica.

Design of an Evaluation Model for the Impact of Gender-Focused Scholarship Policies in Technical and Technological Education

Isabel Patricia Macías Galeas  0000-0003-4125-8836
ipmacias@bolivariano.edu.ec

¹Instituto Superior Tecnológico Bolivariano de Tecnología , Guayas/Guayaquil, Ecuador.

DOI 10.36500/atenas.4.002

Resumen

El presente artículo propone un modelo de evaluación con enfoque de género para analizar el impacto de las políticas de becas, en la educación técnica y tecnológica. A partir de una revisión teórica crítica y la integración de marcos, como el enfoque de capacidades, la justicia social y la teoría feminista, se construye una herramienta que articula cuatro dimensiones: acceso, permanencia, éxito académico y empoderamiento. La propuesta busca superar los enfoques tradicionales de evaluación centrados en métricas cuantitativas, incorporando también dimensiones subjetivas, simbólicas y relacionales que influyen en la experiencia educativa de las mujeres. Aunque el modelo no ha sido implementado empíricamente, ofrece una estructura flexible y contextualizable que puede orientar investigaciones futuras o procesos institucionales de autorregulación. Su valor radica en aportar una mirada ética e inclusiva de la educación técnica, reconociendo que el éxito de una política pública no se mide solo en cifras; sino, también en las transformaciones personales, sociales y profesionales que posibilitan en las beneficiarias.

Abstract

This article proposes a gender-focused evaluation model to analyze the impact of scholarship policies in technical and technological education. Based on a critical theoretical review and the integration of frameworks such as the capability approach, social justice theory, and feminist theory, the model articulates four key dimensions: access, retention, academic success, and empowerment. The proposal seeks to go beyond traditional evaluation approaches centered on quantitative metrics, by incorporating subjective, symbolic, and relational dimensions that shape women’s educational experiences. Although the model has not yet been empirically applied, it provides a flexible and context-sensitive structure that can guide future research or institutional self-assessment processes. Its value lies in offering an ethical and inclusive perspective on technical education, recognizing that the success of public policy is measured not only in numbers but also in the personal, social, and professional transformations experienced by women beneficiaries.

Palabras Claves – equidad de género, políticas públicas, educación técnica y tecnológica, evaluación educativa, inclusión
Keywords – gender equity, public policy, technical and technological education, educational evaluation, inclusion

I. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, el debate sobre la equidad de género en la educación superior ha adquirido una creciente relevancia en América Latina; particularmente, en el ámbito de la educación técnica y tecnológica, en donde persisten profundas brechas de acceso, permanencia y culminación entre hombres y mujeres (Brenes-Solórzano, 2025; Martin et al., 2023; Sepúlveda, 2017a). A pesar de avances normativos e institucionales, las trayectorias educativas de las mujeres siguen atravesadas por

desigualdades estructurales. Factores sociales, económicos y culturales condicionan su participación plena en programas tradicionalmente masculinizados, como los técnicos y tecnológicos (Antonelli & Civilini, 2023; Davies et al., 2024; Guizardi et al., 2023; Makhoul & Lalley, 2023). En este escenario, las políticas de becas con enfoque de género han surgido como estrategias clave para revertir estos desequilibrios, al abrir oportunidades para que más mujeres accedan a estudios superiores y transformen sus condiciones de vida (Petersen & Atanasio, 2024). No obstante, más allá del número de becas otorgadas, resulta fundamental evaluar con rigurosidad y sensibilidad su impacto real en la experiencia educativa de las beneficiarias. No basta con contabilizar mujeres matriculadas: es necesario comprender cómo estas políticas inciden en su permanencia, en su desempeño académico y, sobre todo, en su empoderamiento social y profesional (Fraser, 2008; Walby, 2004).

Desde una perspectiva crítica y feminista, este artículo propone el diseño de un modelo de evaluación orientado a analizar el impacto de estas políticas a partir de cuatro dimensiones clave: acceso, permanencia, éxito académico y empoderamiento. El modelo se construye a partir de una revisión teórica sobre género, educación e inclusión y se dirige a instituciones educativas, formuladores de políticas públicas y comunidades académicas, las cuales buscan evaluar la pertinencia, calidad y eficacia de estas intervenciones desde una mirada interseccional y con enfoque de derechos. El enfoque metodológico es teórico-aplicado y responde a la necesidad de contar con instrumentos de evaluación que no solo sean técnicamente rigurosos; sino, también éticamente comprometidos con la transformación educativa. De esta manera, el trabajo contribuye al desarrollo de propuestas evaluativas innovadoras en el marco de los debates contemporáneos sobre calidad educativa, equidad de género y justicia social en el nivel técnico y tecnológico.

II. MARCO TEÓRICO

La educación técnica y tecnológica cumple un papel clave en el desarrollo productivo de América Latina, al formar profesionales que responden a las demandas del mercado laboral e impulsan la innovación. Sin embargo, este nivel educativo ha estado atravesado históricamente por brechas de género que se expresan en la baja participación de mujeres en áreas como ingenierías, tecnologías de la información y producción industrial (UNESCO, 2021). Estas desigualdades no son neutrales: reproducen una segmentación estructural que relega a las mujeres a campos vinculados al cuidado o los servicios, con menor reconocimiento social y remuneración. En la mayoría de los países de la región, los sistemas de educación técnica han reforzado estereotipos de género, tanto en la oferta académica; así como, en la orientación vocacional. Ello ha limitado las oportunidades de elección para las mujeres

desde edades tempranas, perpetuando patrones de exclusión y segregación ocupacional (Naciones Unidas, 2022; Sepúlveda, 2017b). La orientación hacia carreras feminizadas, en contraste con la baja presencia en STEM, revela cómo las instituciones educativas siguen reproduciendo roles que restringen la participación plena de las mujeres en sectores estratégicos.

Aunque en las últimas décadas, se ha incrementado la matrícula femenina en la educación superior, la concentración en carreras tradicionalmente feminizadas persiste. Al mismo tiempo, las áreas de ciencia y tecnología continúan dominadas por varones, lo que limita el acceso de las mujeres a mejores oportunidades económicas y de poder en el ámbito laboral (Naciones Unidas, 2023; Rosado, 2012). Esta desigualdad no solo afecta la distribución del conocimiento técnico, sino que condiciona las trayectorias de vida de miles de mujeres en América Latina (Fiszbein et al., 2018). En respuesta a estas brechas, varios países han implementado políticas públicas afirmativas que buscan fomentar el acceso y la permanencia de mujeres en la educación técnica. Estas medidas comprenden desde programas de becas exclusivas hasta incentivos institucionales para incorporar la equidad de género en planes de estudio y estructuras docentes (Senescyt, 2024). Su objetivo es generar condiciones materiales y simbólicas que permitan a las mujeres ingresar a espacios históricamente vedados y sostener su participación en ellos. Entre las estrategias más difundidas se encuentran los programas de becas con enfoque de género, como el caso de *Futuro Femenino*, en Ecuador. Esta política busca promover la formación de mujeres en áreas técnicas prioritarias, abriendo posibilidades reales de movilidad social. No obstante, estas intervenciones requieren de mecanismos de evaluación rigurosos que permitan verificar su impacto no solo en términos de matrícula; sino, también en la permanencia, el rendimiento académico y la transformación de las desigualdades estructurales (Fraser, 2008; Walby, 2004). Futuras investigaciones deberán avanzar en la validación empírica de estos efectos para fortalecer la aplicabilidad del modelo.

Desde una mirada crítica, diversas autoras advierten que estas políticas corren el riesgo de instrumentalizar la equidad si no se integran a un cambio sistémico en las instituciones educativas. El enfoque de género no puede entenderse como un complemento, sino como una categoría transversal que atraviesa la formulación, ejecución y evaluación de las políticas públicas (Benavente & Valdez, 2014). Por ello, cualquier estrategia orientada a mejorar la equidad debe incluir indicadores cualitativos que capturen las experiencias de las mujeres, visibilizando avances simbólicos, identitarios y relacionales dentro de los espacios académicos y formativos (Guerrero, 2020). El enfoque de capacidades, propuesto por Amartya Sen (1999) y desarrollado por Martha Nussbaum (2000), constituye una herramienta valiosa para analizar la equidad educativa. Este enfoque plantea que el desarrollo debe centrarse en la

expansión de libertades reales, lo que implica remover obstáculos estructurales y garantizar condiciones efectivas de elección (Lloyd-Sherlock, 2002; Navarro, 2013). Aplicado a la educación técnica, permite observar no solo si las mujeres acceden a estos espacios, sino si disponen de recursos y entornos adecuados para aprender y proyectar un futuro profesional autónomo. Desde esta perspectiva, la calidad educativa no puede reducirse a indicadores como tasas de titulación o empleabilidad. Una educación técnica con enfoque de género debe integrar dimensiones éticas, relacionales y contextuales, reconociendo las diferencias y valorando trayectorias diversas. La creación de espacios seguros, equitativos y socialmente relevantes es condición indispensable para las mujeres que transitan por programas técnicos y tecnológicos (Kayyali, 2024; Sheridan et al., 2025). En este sentido, el enfoque de capacidades se articula con debates actuales sobre inclusión, interseccionalidad y justicia educativa (Nussbaum, 2010; Sen, 2000a, 2000b). Incorporar este enfoque en la evaluación de políticas de becas con perspectiva de género supone diseñar modelos que analicen no solo resultados; sino, también procesos, experiencias y capacidades expandidas. Como señala Kabeer (2006), la agencia de las mujeres no se limita al acceso a recursos; sino que, implica transformar contextos y redefinir metas. El modelo propuesto en este artículo parte de esa concepción integral de calidad, en la que el empoderamiento, la voz y el reconocimiento son dimensiones clave del aprendizaje y de la transformación social (Comisión de Mujeres y Desarrollo, 2007; Kabeer, 2006).

Contexto nacional: políticas de inclusión educativa en Ecuador

El programa de becas *Futuro Femenino*, fue creado en Ecuador, en 2023, como parte de las políticas afirmativas de la Secretaría de Educación Superior, Ciencia, Tecnología e Innovación (SENESCYT). Su objetivo es reducir las brechas de género en la educación superior técnica y tecnológica, respondiendo a los desafíos estructurales que históricamente han excluido a las mujeres de carreras técnicas. El programa ofrece apoyo financiero integral que cubre matrícula, aranceles, manutención y, en algunos casos, conectividad y dispositivos tecnológicos (Senescyt, 2024). De este modo, el Estado reconoce que la igualdad formal no garantiza por sí misma la igualdad real de oportunidades. La política está dirigida a mujeres de entre 18 y 29 años, en situación de vulnerabilidad, priorizando a quienes pertenecen a pueblos y nacionalidades, tienen una discapacidad, han sido víctimas de violencia de género, viven en zonas rurales o fronterizas; o, son madres solteras y jefas de hogar (Senescyt, 2024). Asimismo, incorpora un enfoque territorial y de pertinencia social, al priorizar carreras y regiones vinculadas con los requerimientos productivos del país. Con ello, *Futuro Femenino* no solo financia estudios; sino que, constituye una política de inclusión y reparación que busca transformar las trayectorias vitales de mujeres tradicionalmente excluidas del sistema técnico y

tecnológico. En cuanto a la oferta académica, las becas se destinan exclusivamente a programas de tercer nivel técnico y tecnológico, con un enfoque en formación práctica, rápida y de alta empleabilidad. Carreras como mantenimiento automotriz, telecomunicaciones, electromecánica y análisis de sistemas se consideran prioritarias (Senescyt, 2024). Esta orientación conecta la política educativa con las demandas del mercado laboral y, al mismo tiempo, disputa los espacios masculinizados del conocimiento técnico, desde una lógica de justicia social (UNESCO, 2021). En este sentido, el programa se convierte en un caso clave para aplicar y validar empíricamente el modelo de evaluación aquí propuesto, al integrar dimensiones como el acceso equitativo, la permanencia digna y el empoderamiento profesional de las beneficiarias.

Dimensiones del modelo de evaluación propuesto

Acceso

La participación de las mujeres en carreras técnicas y tecnológicas ha estado históricamente limitada por barreras estructurales y simbólicas. Estas limitaciones no responden solo a la falta de recursos económicos; sino, también a la persistencia de estereotipos de género que catalogan determinadas profesiones como “masculinas” y desincentivan la incursión femenina en ellas (Sepúlveda, 2017a, 2017b). En América Latina, esta segregación horizontal se refleja en la baja matrícula de mujeres en campos como ingeniería, mecánica, tecnologías de la información o electricidad (Marchesi, 2000). La ausencia de modelos femeninos de referencia, la escasa orientación vocacional con perspectiva de género y las condiciones de desigualdad económica profundizan este escenario, restringiendo las opciones reales de acceso y elección para muchas jóvenes. En este contexto, las políticas públicas con enfoque de género desempeñan un rol central para promover el acceso de las mujeres a la educación técnica. El enfoque de capacidades, propuesto por Amartya Sen (1999) y ampliado por Martha Nussbaum (2000), permite analizar la equidad educativa no solo como ingreso formal; sino, como la posibilidad real de elegir y sostener una trayectoria significativa. Así, una beca con perspectiva de género, no solo abre la puerta de entrada; además, amplía las oportunidades de desarrollo para mujeres que, de otro modo, quedarían excluidas. Evaluar estas políticas exige analizar si logran transformar las condiciones estructurales de desigualdad que limitan el pleno ejercicio de este derecho (Fraser, 2008).

Permanencia

El acceso a la educación superior no garantiza por sí solo la permanencia ni la culminación exitosa de los estudios. En el caso de las mujeres en carreras técnicas, sus trayectorias suelen estar atravesadas por tensiones que combinan exigencias académicas, responsabilidades familiares y

condiciones laborales precarias (Blackburn, 2017; Morley, 2010; Parra-Sánchez et al., 2023; UNESCO, 2019). La ausencia de políticas de acompañamiento —como tutorías, asesoría académica o apoyo psicosocial— incrementa los riesgos de abandono o discontinuidad. Desde una perspectiva feminista, la permanencia implica no solo resistir las condiciones adversas; sino, también contar con entornos que reconozcan y validen las experiencias diversas de las mujeres, favoreciendo trayectorias sostenidas y significativas (Bermello et al., 2024; Donoso et al., 2010). Las becas con enfoque de género pueden fortalecer la permanencia, siempre que se articulen con medidas institucionales integrales. El acceso a recursos materiales —como conectividad, bibliografía o insumos especializados— debe complementarse con acciones que aseguren el bienestar emocional y el sentido de pertenencia de las estudiantes (Sallán et al., 2020; UNESCO, 2019). Esto exige que las instituciones adopten un enfoque interseccional y preventivo, capaz de identificar tempranamente los factores de riesgo que afectan a mujeres becadas en contextos de vulnerabilidad. Evaluar la permanencia, en consecuencia, no debe limitarse a indicadores cuantitativos; sino que, debe integrar dimensiones cualitativas vinculadas con la experiencia subjetiva de estar, sostenerse y sentirse parte de una comunidad académica.

Éxito académico

El éxito académico ha sido medido tradicionalmente mediante indicadores cuantitativos como aprobación de materias, promedios generales o culminación de programas. Estas métricas, aunque necesarias, resultan insuficientes para explicar el desempeño de las mujeres en contextos técnicos y tecnológicos, donde inciden condiciones estructurales que limitan sus posibilidades de aprendizaje y logro (Vera Gil, 2024; Xu et al., 2024). El rendimiento está fuertemente influido por el entorno institucional, el acceso a recursos y el soporte emocional; así como, por la cultura organizacional de cada institución (Guizardi et al., 2023; Morley, 2010). Analizar el éxito académico desde un enfoque de género implica reconocer cómo factores externos —como la doble jornada, la precariedad económica o la carga de cuidado— afectan directamente la vida académica de las estudiantes (González, 2022; UNESCO, 2018). Las becas con perspectiva de género deben ampliar la mirada del rendimiento, pasando de los promedios a la valoración de trayectorias completas, significativas y empoderadoras. Evaluar este éxito exige también considerar dimensiones cualitativas como la autoestima académica, el reconocimiento institucional y la proyección profesional de las mujeres (UNESCO, 2018, 2019, 2021).

Empoderamiento y agencia: más allá de la titulación

El empoderamiento es una categoría central en el análisis de políticas con enfoque de género; especialmente, en sectores tradicionalmente masculinizados, como el técnico y tecnológico. Implica que

las mujeres fortalezcan su capacidad de agencia, accedan a nuevos espacios de participación y tomen decisiones informadas sobre su vida personal y profesional (Donoso et al., 2010b; Erazo et al., 2014; González, 2022; Loreto & Silva, 2004). En el ámbito educativo, se traduce en la apropiación del conocimiento, el cuestionamiento de estereotipos y la apertura de nuevas oportunidades de futuro, tanto en lo laboral; así como, en lo social. Desde esta perspectiva, evaluar el impacto de una beca no puede limitarse a verificar si una estudiante se gradúa o consigue empleo; debe considerar si la experiencia transformó su manera de verse a sí misma y su rol en el entorno (Sen, 2000a). El empoderamiento es también relacional y simbólico: se refleja en la seguridad al hablar en público, en la capacidad de liderar un equipo o en la decisión de continuar estudiando o emprender un proyecto. Incorporar esta dimensión en un modelo de evaluación supone reconocer a las beneficiarias como agentes de cambio, que no solo reciben una política, sino que la resignifican y expanden en sus territorios, familias y redes (Fraser, 2008).

Modelos de evaluación existentes y vacíos teóricos

La evaluación de programas y políticas públicas en educación se ha centrado tradicionalmente en el cumplimiento de metas, la eficiencia de la inversión y la relación costo-beneficio (Weiss, 1981). En el ámbito técnico y tecnológico, esto se traduce en modelos que privilegian indicadores cuantitativos como tasas de titulación, empleabilidad o rendimiento académico. Si bien estas herramientas son útiles, resultan insuficientes para captar las dimensiones sociales, subjetivas y de género que inciden en el acceso, la permanencia y el éxito académico de las mujeres beneficiarias de becas. En América Latina existen algunas iniciativas con enfoque de género, como el modelo del BID para programas de desarrollo inclusivos (Näslund-Hadley & Alonzo, 2024) o las propuestas de evaluación interseccional impulsadas por CEPAL y ONU Mujeres (CEPAL, 2022). Sin embargo, estos modelos se orientan más a políticas macro que a instrumentos específicos para la educación técnica. Además, la literatura académica muestra una escasa producción sobre marcos evaluativos aplicables a becas con perspectiva de género, lo que constituye una deuda teórica y metodológica aún pendiente. El modelo propuesto en este artículo busca responder al vacío existente en la evaluación de políticas con enfoque de género, al integrar marcos de justicia social y teoría feminista, en lugar de limitarse a indicadores de rendimiento. Su valor radica en incorporar dimensiones como el empoderamiento, la agencia y la experiencia subjetiva de las mujeres, visibilizando los efectos transformadores de las becas en sus trayectorias académicas y vitales. Así, se ofrece una herramienta que mide resultados; sin embargo, también interpreta procesos desde una mirada ética, relacional y situada, donde las beneficiarias son reconocidas

como protagonistas activas de su formación. Aplicado al programa *Futuro Femenino*, el modelo permite analizar su alcance y pertinencia desde una perspectiva integral de género. La dimensión de acceso se fortalece con la priorización de mujeres jóvenes en situación de vulnerabilidad y el financiamiento completo de sus estudios (Senescyt, 2024). En términos de permanencia, el apoyo en manutención y conectividad es un avance, aunque su eficacia depende de los mecanismos de acompañamiento que ofrezcan las instituciones receptoras. Respecto al éxito académico, el programa establece criterios de seguimiento; sin embargo, carece de indicadores con enfoque de equidad que reconozcan las condiciones diferenciales de las estudiantes. Finalmente, la dimensión de empoderamiento está presente de forma implícita, pero aún requiere mecanismos que midan la transformación personal, profesional y comunitaria de las beneficiarias (Fraser, 2008; UNESCO, 2021).

III. METODOLOGÍA Y CÁLCULOS

Este artículo se enmarca en un enfoque teórico-aplicado, orientado al diseño conceptual de un modelo de evaluación para analizar el impacto de políticas de becas con enfoque de género en la educación técnica y tecnológica. Dado que el objeto de estudio es un fenómeno complejo y multifactorial —la inclusión educativa de mujeres en contextos técnicos—, se adopta una metodología constructiva y propositiva, basada en la revisión crítica de literatura científica y en la identificación de buenas prácticas en política pública (Chamba Luna et al., 2024; Clavijo Castillo & Bautista-Cerro, 2019; Martín et al., 2017; Royo Peña et al., 2022). La construcción del modelo se sustenta en el análisis de fuentes secundarias y marcos teóricos reconocidos, particularmente el enfoque de capacidades (Nussbaum, 2010; Sen, 2000b), los aportes sobre equidad de género (Fraser, 2008; Walby, 2004) y la literatura sobre evaluación inclusiva (Agencia Europea para el desarrollo de la Educación Especial, 2007). Esta triangulación teórica permitió definir cuatro dimensiones clave: acceso, permanencia, éxito académico y empoderamiento, cada una con criterios de evaluación e indicadores sugeridos.

Como parte de la validación inicial, se realizó una revisión exploratoria de documentos normativos, estudios comparados y marcos de evaluación existentes en el ámbito latinoamericano y global. El objetivo no fue aplicar empíricamente el instrumento en esta etapa, sino proponer una herramienta robusta, flexible y contextualizable, que sirva como base para investigaciones futuras y como guía para procesos de autorregulación institucional (Monarca, 2018; UNESCO, 2017). De este modo, el modelo queda abierto a posteriores procesos de validación empírica, lo que fortalecerá su aplicabilidad y pertinencia en contextos reales.

Tabla 1.
Enfoque metodológico del estudio

Elemento metodológico	Descripción	Fuente de apoyo metodológico
Tipo de estudio	Teórico-aplicado, con orientación propositiva y constructiva	(Corbin & Strauss, 2008)
Método	Revisión crítica de literatura y diseño de modelo conceptual	(Booth & Ainscow, 2015)
Técnicas de recolección	Revisión de documentos académicos, informes institucionales y políticas públicas relevantes	(CEPAL, 2022; Marchesi, 2000; UNESCO, 2017, 2018, 2019, 2021)
Procedimiento	Selección de dimensiones clave- definición de criterios - propuesta de indicadores	(Fraser, 2008; Kabeer, 2006; Lloyd-Sherlock, 2002; Nussbaum, 2010)
Validación del modelo	Contraste teórico con marcos existentes y análisis de coherencia interna; previsto para validación empírica en etapas posteriores	(CEPAL, 2022; UNESCO, 2018, 2019)

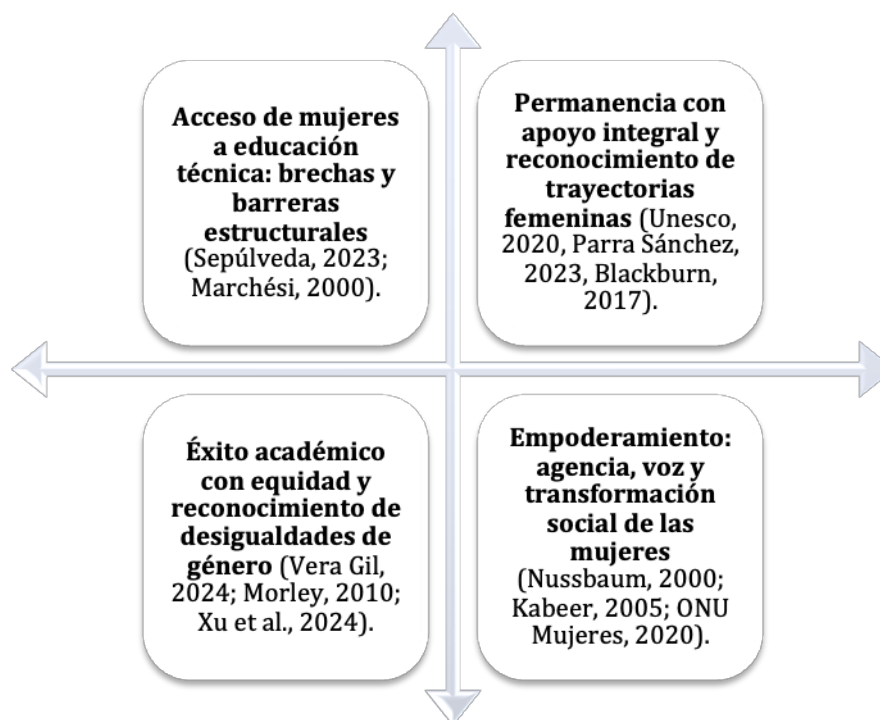
Nota. Elaborado por la autora, 2025.

El modelo fue diseñado bajo criterios de pertinencia, flexibilidad y aplicabilidad, reconociendo que su implementación dependerá de los contextos institucionales en los que se utilice. Cada dimensión puede ser evaluada con técnicas cualitativas o cuantitativas, según el enfoque de la investigación o la política analizada. Se destaca, en particular, la incorporación de indicadores subjetivos y narrativos para la dimensión de empoderamiento, a fin de capturar transformaciones que trascienden los registros administrativos y que reflejan cambios en la experiencia y agencia de las mujeres (Kabeer, 1999; ONU Mujeres, 2023).

Este diseño metodológico responde a la necesidad de contar con herramientas que no solo midan lo cuantificable; sino que, también interpreten los procesos de inclusión desde una mirada crítica, interseccional y feminista, comprometida con la justicia social. Si bien en esta etapa se presenta un modelo conceptual, se proyecta su validación empírica en investigaciones futuras, lo que permitirá fortalecer su aplicabilidad y relevancia en la educación técnica y tecnológica.

Figura 1

Modelo de evaluación propuesto



Nota. Elaboración propia a partir de Sen (2000), Nussbaum (2010), Kabeer (2005), Fraser (2008), Blackburn, (2017), ONU Mujeres (2023), Sepúlveda (2023).

La Figura 1 presenta el modelo de evaluación propuesto para analizar el impacto de políticas de becas, con enfoque de género, en la educación técnica y tecnológica. El modelo se organiza en cuatro dimensiones —acceso, permanencia, éxito académico y empoderamiento— que reflejan distintos momentos de la trayectoria educativa y distintos niveles de impacto institucional y personal.

La selección de estas dimensiones se fundamenta en el enfoque de capacidades de Sen (1999) y Nussbaum (2010), que plantea evaluar el desarrollo humano en función de las libertades reales para elegir y sostener una vida valiosa. Se incorpora también la perspectiva crítica de Fraser (2008), quien entiende la justicia social como redistribución material y reconocimiento cultural; y, los aportes de Kabeer (2006), que enfatiza el empoderamiento como proceso de expansión de agencia y transformación de relaciones de poder. De este modo, el modelo va más allá de los indicadores tradicionales —como matrícula o titulación— e integra dimensiones subjetivas, simbólicas y relacionales, indispensables para evaluar de manera integral los efectos de estas políticas en la vida de las mujeres. En esta etapa, se trata de una propuesta teórica que ofrece criterios claros y flexibles,

abierta a procesos de validación empírica futura que fortalezcan su aplicabilidad en contextos educativos reales.

Tabla 2.

Dimensiones y sus características

Dimensión	Criterio de evaluación	Indicador sugerido	Método de recolección	Nivel de análisis
Acceso	Oportunidad de ingreso con equidad de género	Número de becarias por convocatoria; participación femenina en áreas tradicionalmente masculinizadas	Registros administrativos, informes públicos	Institucional / Político
Permanencia	Apoyo institucional sensible al género	Participación en tutorías; uso de redes de apoyo; acceso a servicios de acompañamiento	Encuestas, entrevistas a estudiantes	Institucional / Estudiantil
Éxito académico	Desempeño académico con equidad	Promedio de calificaciones; tasa de titulación; brechas de rendimiento entre hombres y mujeres	Datos académicos institucionales	Académico / Individual
Empoderamiento	Proyección profesional, agencia y transformación social	Cambio en expectativas; participación en liderazgo; decisiones pos-titulación; impacto en redes comunitarias	Narrativas, entrevistas, autoevaluaciones	Subjetivo / Sociocultural

Nota. Elaborado por la autora, 2025.

A diferencia de los modelos tradicionales de evaluación educativa, centrados principalmente en la eficiencia institucional y en resultados cuantificables —como tasas de titulación, empleabilidad o relación costo-beneficio— (Weiss, 1981), la propuesta aquí presentada amplía el horizonte evaluativo al integrar dimensiones relacionales, simbólicas y subjetivas. Los enfoques clásicos, si bien útiles para el control de gestión, tienden a invisibilizar procesos como la transformación personal, las trayectorias interrumpidas o las resistencias estructurales que enfrentan las mujeres en contextos técnicos y tecnológicos. En contraste, el modelo propuesto (ver Tabla 2) articula cuatro dimensiones —acceso, permanencia, éxito académico y empoderamiento— que permiten una lectura más integral de las políticas de becas con enfoque de género. Así, el acceso ya no se limita a contar el número de

beneficiarias; además, incorpora la distribución en áreas tradicionalmente masculinizadas. La permanencia se entiende más allá de la simple continuidad académica, integrando apoyos institucionales y redes de cuidado sensibles al género. El éxito académico incluye no solo indicadores cuantitativos como calificaciones y titulación; sino, también la reducción de brechas de rendimiento y el reconocimiento institucional. Finalmente, el empoderamiento introduce indicadores narrativos y subjetivos —como la proyección profesional, la agencia o el impacto comunitario—, que capturan los efectos transformadores invisibilizados en evaluaciones tradicionales (Kabeer, 1999; Navarro, 2013; Nussbaum, 2010). De esta manera, el modelo propone una orientación ética e inclusiva que no niega la utilidad de los indicadores cuantitativos, los complementa con herramientas cualitativas que permiten comprender cómo y por qué una política logra o no producir cambios significativos en la vida de sus beneficiarias.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El modelo propuesto permite a instituciones de educación técnica y tecnológica; así como, a organismos públicos, evaluar el impacto de las políticas de becas con enfoque de género, desde una perspectiva integral. A diferencia de las métricas tradicionales centradas únicamente en cobertura y titulación, este diseño incorpora dimensiones como el empoderamiento y la agencia, reconociendo que los efectos de una política educativa no se limitan al ámbito académico; sino que, atraviesan la subjetividad, las decisiones profesionales y la transformación social de las beneficiarias (Kabeer, 1999; Lloyd-Sherlock, 2002; Nussbaum, 2010). La inclusión de criterios cualitativos amplía la capacidad diagnóstica de las evaluaciones al visibilizar factores de exclusión estructural que impactan de manera diferencial a las mujeres, como los estereotipos de género, la carga de cuidado no remunerado o la violencia simbólica (ONU Mujeres, 2023). Este enfoque feminista permite evidenciar cómo las becas no solo abren una oportunidad de acceso; sino, también cómo transforman —o no— las condiciones sociales que históricamente han limitado la participación plena de las mujeres en el ámbito técnico y tecnológico.

En términos de aplicación, el modelo se presenta como una herramienta adaptable a distintos contextos institucionales. Puede funcionar tanto como mecanismo de autorregulación interna, útil para la mejora continua y el seguimiento institucional, como insumo para procesos externos de acreditación y rendición de cuentas. De este modo, aporta a la construcción de marcos evaluativos que no solo controlan eficiencia; sino que, promueven justicia social y equidad transformadora (Booth & Ainscow, 2015; UNESCO, 2021). No obstante, su implementación plantea desafíos importantes: integrar

indicadores sensibles al género, asignar recursos suficientes para la recolección de información cualitativa, y formar al personal evaluador en enfoques interseccionales. Estos retos, lejos de ser limitaciones, constituyen oportunidades para avanzar hacia una educación técnica más inclusiva, humana y feminista, capaz de transformar las trayectorias de las mujeres y disputar los espacios históricamente masculinizados. Asimismo, la implementación efectiva del modelo depende de la voluntad política de los actores institucionales y de un compromiso real con la equidad como principio transversal. Esto requiere no solo recursos técnicos y financieros; también, equipos humanos capacitados para llevar adelante procesos evaluativos con perspectiva de género. El desafío es mayor en sistemas educativos que aún no incorporan plenamente un enfoque interseccional en la planificación, el seguimiento y la rendición de cuentas, lo que evidencia la necesidad de transformaciones culturales además de institucionales. Finalmente, se reconoce que la evaluación de dimensiones subjetivas y feministas —como el empoderamiento o la agencia— plantea un reto metodológico y ético. Medir estas experiencias exige rigor; sin embargo, también sensibilidad para no reducirlas a cifras descontextualizadas. Por ello, se alienta a investigadores y profesionales a complementar este modelo con herramientas cualitativas que recuperen las voces, narrativas y experiencias de las mujeres beneficiarias, visibilizando sus trayectorias y las transformaciones personales y comunitarias que emergen de estas políticas.

V. CONCLUSIONES

El presente estudio propone un modelo de evaluación innovador para analizar el impacto de las políticas de becas con enfoque de género en la educación técnica y tecnológica. A diferencia de los enfoques tradicionales centrados en resultados cuantitativos, este modelo integra perspectivas como el enfoque de capacidades, la justicia social y la teoría feminista, permitiendo visibilizar dimensiones habitualmente marginadas: la permanencia sostenida en entornos de acompañamiento institucional, el empoderamiento como proceso relacional y el reconocimiento de trayectorias educativas significativas. Con ello, se responde a la necesidad urgente de contar con herramientas evaluativas que reconozcan las desigualdades estructurales que afectan a las mujeres; especialmente, en América Latina. La propuesta se distingue de modelos centrados únicamente en acceso o eficiencia, al ofrecer un marco más amplio y sensible a la subjetividad y a la diversidad de experiencias femeninas. Su valor reside no solo en los indicadores que contempla; sino, también en la forma de medirlos y en la finalidad que persigue: colocar en el centro las voces, trayectorias y aspiraciones de las mujeres beneficiarias. Este modelo se presenta como una herramienta adaptable para instituciones educativas, investigadoras/es, gestores

públicos y evaluadores que deseen incorporar una mirada ética, situada e interseccional en los procesos de evaluación. Aunque aún no ha sido aplicado empíricamente, el modelo constituye una base sólida para investigaciones futuras y para el diseño de procesos institucionales de autorregulación y aseguramiento de la calidad con enfoque de género. Su implementación requerirá voluntad política, compromiso institucional y equipos técnicos formados en metodologías críticas de evaluación, lo que representa tanto un desafío como una oportunidad de transformación. En este sentido, se invita a validar el modelo en campo, ajustarlo a contextos específicos y articularlo con marcos de política pública nacionales e internacionales. Desde esta perspectiva, la evaluación educativa deja de ser únicamente una herramienta técnica para convertirse en un acto político, ético y transformador, capaz de disputar desigualdades históricas y abrir nuevos horizontes de equidad en la educación técnica y tecnológica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia Europea para el desarrollo de la Educación Especial. (2007). *Evaluación e inclusión educativa Aspectos fundamentales en el desarrollo de la normativa y su aplicación*. European Agency for Development in Special Needs Education. www.european-agency.org/site/info/publications/agency/index.html
- Antonelli, G., & Civilini, F. (2023). "Education and Inequality." In S. S. Jodhka & B. Rehbein (Eds.), *Global Handbook of Inequality* (pp. 1–41). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-97417-6_44-1
- Benavente, C., & Valdez, A. (2014). *Desarrollo Social Políticas públicas para la igualdad de género Un aporte a la autonomía de las mujeres*. www.cepal.org/es/suscripciones
- Bermello, D. E. C., Calero, D. C. A., Aguilera, A. G. F., León, C. L. B., Vargas, L. M. R., & Centeno, M. V. C. (2024). La equidad de género en la educación STEM: estrategias para aumentar la participación femenina. *South Florida Journal of Development*, 5(10), e4528. <https://doi.org/10.46932/sfjdv5n10-034>
- Blackburn, H. (2017). The Status of Women in STEM in Higher Education: A Review of the Literature 2007–2017. *Science & Technology Libraries*, 36(3), 235–273. <https://doi.org/10.1080/0194262X.2017.1371658>
- Booth, T., & Ainscow, M. (2015). *Guía para la Educación Inclusiva: Desarrollando el aprendizaje y la participación en los centros escolares*. (Región Metropolitana de Santiago, Ed.).

- Brenes-Solórzano, I. (2025). Equidad de género en la educación técnica y tecnológica: indicador del desarrollo nacional. *Revista Tecnología En Marcha*, 13(0), pág. 21-28.
https://revistas.tec.ac.cr/index.php/tec_marcha/article/view/1503
- CEPAL. (2022). *Estudio Económico de América Latina y el Caribe 2022: dinámica y desafíos de la inversión para impulsar una recuperación sostenible e inclusiva*.
www.issuu.com/publicacionescepal/stacks
- Chamba Luna, J. P., Luna Pacheco, M. P., & Chamba Loján, J. R. (2024). El derecho a una educación inclusiva y de calidad en Ecuador. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 5(5). <https://doi.org/10.56712/latam.v5i5.2963>
- Clavijo Castillo, R. G., & Bautista-Cerro, M. J. (2019). La educación inclusiva. Análisis y reflexiones en la educación superior ecuatoriana. *Alteridad*, 15(1), 113–124.
<https://doi.org/10.17163/alt.v15n1.2020.09>
- Comisión de Mujeres y Desarrollo. (2007). *El proceso de empoderamiento de las mujeres. Guía metodológica*.
- Davies, R., Guanulema, B., Jiménez, D., Zerpa, L., Vinueza, R., Villalba-Meneses, F., Cadena-Morejón, C., Almeida-Galárraga, D., & Tirado-Espín, A. (2024). STEM Education in Ecuador: Addressing Gender Gaps and Promoting Gender. In D. B. Ibáñez, L. M. Castro, A. Espinosa, I. Puentes-Rivera, & P. C. López-López (Eds.), *Communication and Applied Technologies* (pp. 487–497). Springer Nature Singapore.
- Donoso, S., Donoso, G., & Arias, Ó. (2010a). *INICIATIVAS DE RETENCIÓN DE ESTUDIANTES EN EDUCACIÓN SUPERIOR STUDENT RETENTION INITIATIVES FOR HIGHER EDUCATION*.
- Donoso, S., Donoso, G., & Arias, Ó. (2010b). *INICIATIVAS DE RETENCIÓN DE ESTUDIANTES EN EDUCACIÓN SUPERIOR STUDENT RETENTION INITIATIVES FOR HIGHER EDUCATION*.
- Erazo, Ma. I., Jiménez, M., & López, C. (2014). *Empoderamiento y liderazgo femenino; su papel en la autogestión comunitaria en el corregimiento*.
- Fiszbein, A., Staton, S., & Oviedo, M. (2018). *Educación técnica y formación profesional en América Latina y el Caribe Desafíos y oportunidades*.
- Fraser, N. (2008). *Revista de trabajo, año 4. Número 6: agosto-diciembre 2008 La justicia social en la era de la política de identidad: redistribución, reconocimiento y participación*.
<http://hdlundp.org/reports/>
- González, X. (2022). *Estrategias creativas para la promoción de la igualdad de género en estudiantes de Básica Superior Creative*. <https://doi.org/10.36097/rsan.v0i53.2172>

- Guerrero, B. V. (2020). Equidad de género, un reto de la educación superior pública. *Crítica y Derecho, Revista Jurídica.*, 1(1), 13–23. <https://doi.org/10.29166/criticayderecho.v1i1.2444>
- Guizardi, M., Nazal-Moreno, E. A., Araya-Morales, I. M., & López-Contreras, E. (2023). De avances y retrocesos. Políticas y normativas de igualdad de género en ciencia y educación superior en Chile (2015-2023). *Rumbos TS. Un Espacio Crítico Para La Reflexión En Ciencias Sociales*, 30, 61–96. <https://doi.org/10.51188/rrts.num30.767>
- Kabeer, N. (1999). Resources, Agency, Achievements: Reflections on the Measurement of Women's Empowerment. *Development and Change*, 30(3), 435–464. <https://doi.org/10.1111/1467-7660.00125>
- Kabeer, N. (2006). Lugar preponderante del género en la erradicación de la pobreza y las metas de desarrollo del milenio. *Centro Internacional de Investigaciones Para El Desarrollo*.
- Lloyd-Sherlock, P. (2002). Nussbaum, capabilities and older people. *Journal of International Development*, 14(8), 1163–1173. <https://doi.org/10.1002/jid.958>
- Loreto, M., & Silva, C. (2004). Empoderamiento: Proceso, Nivel y Contexto. *Psyche*, 13(2).
- Makhlouf, Y., & Lalley, C. (2023). Education Expansion, Income Inequality and Structural Transformation: Evidence From OECD Countries. *Social Indicators Research*, 169(1), 255–281. <https://doi.org/10.1007/s11205-023-03161-2>
- Marchesi, Á. (2000). ¿Equidad en la Educación? / Equidade na Educação? *OEI - Ediciones - Revista Iberoamericana de Educación*, 23.
- Martin, D. A., Bombaerts, G., Horst, M., Papageorgiou, K., & Viscusi, G. (2023). Pedagogical Orientations and Evolving Responsibilities of Technological Universities: A Literature Review of the History of Engineering Education. *Science and Engineering Ethics*, 29(6), 40. <https://doi.org/10.1007/s11948-023-00460-2>
- Martín, D., González, M., Navarro, Y., & Lantigua, L. (2017). Teorías que promueven la inclusión educativa. *Atenas*, 4(40).
- Monarca, H. (2018). *Calidad de la Educación en Iberoamérica: Discursos, políticas y prácticas* (2nd ed.).
- Morley, L. (2010). Gender mainstreaming: myths and measurement in higher education in Ghana and Tanzania. *Compare: A Journal of Comparative and International Education*, 40(4), 533–550. <https://doi.org/10.1080/03057925.2010.490377>
- Naciones Unidas. (2022). *Panorama Social de América Latina y el Caribe. La transformación de la educación como base para el desarrollo sostenible*. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/48518>

- Naciones Unidas. (2023). *La igualdad de género y la autonomía de las mujeres y las niñas en la era digital: aportes de la educación y la transformación digital en América Latina y el Caribe*.
www.issuu.com/publicacionescepal/stacks
- Näslund-Hadley, E., & Alonzo, H. (2024). *Gender, Education, and Skills in Latin America: Evidence from the Regional Learning Assessment*. <https://doi.org/10.18235/0013270>
- Navarro, Á. (2013). *ÉTICA DEL DESARROLLO HUMANO SEGÚN EL ENFOQUE DE LAS CAPACIDADES DE MARTHA NUSSBAUM ETHICS OF HUMAN DEVELOPMENT ACCORDING TO THE PERSPECTIVE OF THE MARTHA NUSSBAUM'S CAPABILITIES* (Vol. 12). http://www.mimp.gob.pe/index.php?option=com_content&view=article&i-
- Nussbaum, M. (2010). *Sin fines de lucro. Por qué la democracia necesita de las humanidades*.
- ONU Mujeres. (2023). *INFORME DE RENDICIÓN DE CUENTAS DE GENERACIÓN IGUALDAD 2023*.
- Parra-Sánchez, J. S., Torres Pardo, I. D., & Martínez De Merino, C. Y. (2023). Factores explicativos de la deserción universitaria abordados mediante inteligencia artificial. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 25, 1–17. <https://doi.org/10.24320/redie.2023.25.e18.4455>
- Petersen, C. J., & Atanasio, K. (2024). Scholarship with a Purpose: Frontiers of Gender Equality Pushes the Boundaries for Students and Scholars Alike. *Asia-Pacific Journal on Human Rights and the Law*, 25(3), 309–328. <https://doi.org/https://doi.org/10.1163/15718158-25030002>
- Rosado, A. (2012). Género, orientación educativa y profesional. *Remo*, 22.
- Royo Peña, H. P., Salazar Caballero, Y. D. C., Rada Tovar, A. D. R., & Petit Torres, E. E. (2022). Innovación teórica para analizar el proceso de inclusión estudiantil desde la práctica pedagógica. *Zona Próxima*, 31, 56–86. <https://doi.org/10.14482/zp.31.370.8>
- Sallán, J. G., Palmeros, G., & Coordinadores, Á. (2020). *Políticas y prácticas para la EQUIDAD en la EDUCACIÓN SUPERIOR*.
- Sen, A. (2000a). *Desarrollo y libertad*.
- Sen, A. (2000b). El desarrollo como libertad. *Gaceta Ecológica*, 55.
- Senescyt. (2024). *PROGRAMA DE BECAS NACIONALES PARA TERCER NIVEL TÉCNICO TECNOLÓGICO-FUTURO FEMENINO*.
- Sepúlveda, L. (2017a). *La educación técnico-profesional en América Latina Retos y oportunidades para la igualdad de género*.
- Sepúlveda, L. (2017b). *La educación técnico-profesional en América Latina Retos y oportunidades para la igualdad de género*.

- UNESCO. (2017). *Guía para asegurar la inclusión y la equidad en la educación*. www.unesco.org/
- UNESCO. (2018). *Resumen sobre género del informe de seguimiento de la educación en el mundo 2018*. UNESCO.
- UNESCO. (2019). Del acceso al empoderamiento: estrategia de la UNESCO para la igualdad de género en y a través de la educación 2019-2025. *Organización de Las Naciones Unidas Para La Educación, La Ciencia y La Cultura*,.
- UNESCO. (2021). *Educación y género*.
- Vera Gil, S. (2024). The Influence of Gender on Academic Performance and Psychological Resilience, and the Relationship Between Both: Understanding the Differences Through Gender Stereotypes. *Trends in Psychology*. <https://doi.org/10.1007/s43076-024-00370-7>
- Walby, S. (2004). *Mainstreaming de Género: Uniendo la teoría con la práctica*.
- Weiss, C. H. (1981). *EVALUATION METHODS FOR STUDYING PROGRAMS AND POLICIES SECOND EDITION*.
- Xu, J., Yu, L., & Zhang, X. (2024). Bridging the Gender Gap in Academic Engagement among Young Adults: The Role of Anticipated Future Sex Discrimination and Gender-role Orientation. *Journal of Youth and Adolescence*, 53(10), 2192–2201. <https://doi.org/10.1007/s10964-024-02009-3>

Sistema de monitoreo, control y automatización de cierre en hornillas para evitar fugas de GLP, en tiempo real.

Monitoring, control, and automation system for closing burners to prevent LPG leaks, in real time

Danny Adrián Piña Piña ¹  0009-0004-6919-7240, Priscila Elizabeth Bernal Ortiz²  0009-0007-7823-5570, Doris Yolanda Suquilanda Villa³  0000-0001-6811-1784

danny.pina.est@tecazuay.edu.ec, priscila.bernal@tecazuay.edu.ec, doris.suquilanda@tecazuay.edu.ec

¹²³Instituto Tecnológico del Azuay con Condición de Superior Universitario, Azuay/Cuenca, Ecuador.

DOI 10.36500/atenas.4.003

Resumen

El presente artículo aborda la implementación de un sistema de monitoreo y control de fugas de gas, específicamente diseñado y desarrollado para detectar y gestionar fugas de gas licuado de petróleo en cocinetas domésticas. El proyecto planteó la implementación combinada de sensores de gas y flama, un controlador ESP32, una Raspberry Pi, y servomotores. El flujo de datos e información generado se transmite por intermedio del protocolo MQTT, el cual alimenta a una base de datos en la nube; así como a otra local, lo que facilita la emisión de alertas a un dashboard, a una aplicación móvil, lo que permite la gestión local y remota; así como, la automatización del cierre de hornillas en situaciones de emergencia, como cuando se dejan encendidas al salir de casa. Los resultados clave indican una eficiencia superior al 95%, en la detección; y una precisión en el cierre, con tiempos de respuesta inferiores a 2 segundo; el sistema resalt, por su integración tecnológica, escalabilidad y su capacidad minimiza los riesgos domésticos, ofreciendo una solución accesible y efectiva.

Abstract

This article addresses the implementation of a gas leak monitoring and control system; specifically designed and developed to detect and manage leaks of liquefied petroleum gas in domestic kitchenettes. The project involved the combined implementation of gas and flame sensors, an ESP32 controller, a Raspberry Pi, and servo motors. The flow of data and information generated is transmitted through the MQTT protocol that feeds into a cloud database and a local database, facilitating the issuance of alerts to a dashboard, a mobile application, allowing local and remote management, as well as the automation of the closing of burners in case of emergencies such as when leaving the burners on when leaving home. Key results indicate detection efficiency above 95% and high shut-off accuracy, with response times under 2 seconds. The system stands out for its technological integration, scalability, and its ability to minimize household risks, offering an accessible and effective solution.

Palabras clave: Internet de las Cosas, Domótica, detección de gas, monitoreo remoto, automatización, seguridad doméstica.
Keywords: Internet of Things, Domotics, gas detection, remote monitoring, burner control, home security.

I. INTRODUCCIÓN

Los domicilios son considerados como lugares de comodidad y seguridad; sin embargo, existen ciertos espacios que se pueden catalogar como vulnerables a situaciones de riesgo y que pueden poner en juego la vida de quienes los habitan. Uno de estos riesgos está ligado a las fugas de gas y los

descuidos en la cocina; estos incidentes pueden causar incendios, explosiones y envenenamientos. En China, en el Hospital of Zhejiang University, según el estudio realizado por Jin R. et al. (2018), se demostró que la fuga de gas (81,03%) fue la principal causa de quemaduras relacionadas con Gas Licuado de Petróleo (GLP), seguida de la operación inapropiada (7,69%) y la negligencia en la cocina (2,05%), lo que destaca el aumento exponencial de las quemaduras relacionadas con el GLP. En América Latina, las fugas de GLP constituyen una seria amenaza para la seguridad en el ámbito doméstico. Por ejemplo, en Colombia, entre 2015 y 2020, se documentaron alrededor de 1,500 incidentes relacionados con el uso de GLP en el hogar, lo que subraya la necesidad de un manejo más seguro (García Bernal y Argüello Verbanaz, 2021). En Perú, durante 2020, se reportaron cerca de 200 incidentes en viviendas a causa de fugas de GLP (Gasnova, 2022). Si bien, no se cuentan con datos precisos para Argentina y Brasil, en ambos países se presentan dificultades considerables relacionadas con fugas en instalaciones domésticas y accidentes vinculados al uso de GLP (Silva et al., 2022). En el contexto específico de Ecuador, la Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos (2015) reportó que entre 2010 y 2015 ocurrieron 231 incendios y explosiones provocados por fugas de gas, afectando o destruyendo 224 viviendas. Además, solo en la ciudad de Cuenca, durante 2023, el Benemérito Cuerpo de Bomberos registró 183 incidentes relacionados con fugas de GLP. Estos datos reflejan la urgencia de implementar medidas preventivas que permitan garantizar la seguridad de las familias y hogares de los diversos países de la región. Según Hernández & Pérez (2021), el sistema de distribución de gas GLP por medio de cilindros es comúnmente utilizado en áreas rurales o donde la infraestructura de tuberías no es viable, lo cual ofrece flexibilidad y facilidad de instalación; sin embargo, presenta desventajas en términos de costos de mantenimiento y riesgos de seguridad debido a la manipulación frecuente de los cilindros; además, la existencia de conexiones inseguras o el mal estado de los elementos, lo que favorece a incrementar el riesgo de accidentes.

En Ecuador, el sistema de distribución de GLP, se realiza principalmente por medio de cilindros, tanto en el área urbana; así como, en el área rural; en contraste, del sistema de distribución de Gas Natural (GN), manejado por otros países latinoamericanos como Argentina o Perú. La distribución por tuberías del GN, proporciona un suministro continuo y seguro de gas permitiendo controlar la presión y flujo, volviéndolo más eficiente y fiable, además de reducir la necesidad de reabastecimientos frecuentes, disminuyendo así los riesgos asociados con el manejo de cilindros (García & Romero, 2019). El riesgo que representan las fugas de gas en entornos domésticos se vuelve aún más alarmante, al considerar su naturaleza incolora y las circunstancias en las que ocurren, ya que su olor puede pasar desapercibido, lo que dificulta una detección oportuna; especialmente, durante las horas de sueño. La

inhalación de gas puede provocar intoxicaciones que van desde leves hasta graves, manifestándose comúnmente a través de síntomas como cefaleas, mareos y vómitos. No obstante, en situaciones de inhalación prolongada puede llevar a la muerte. Para reducir estos riesgos, es fundamental considerar diversos factores, como la realización de mantenimiento preventivo y la educación de la población sobre los peligros asociados al uso y manejo de cilindros de GLP hasta el empleo de tecnología, puesto que en la actualidad los avances en este campo han propiciado el desarrollo de un conjunto de elementos electrónicos que permiten censar el ambiente, transmitir la información para su procesamiento y generar alertas sobre posibles fugas de gas. Con base en ello, es importante resaltar la concepción de Internet de las Cosas (IoT), manifestado por Kevin Ashton (2009), quien sostenía que, si se contara con ordenadores que comprendieran todo lo necesario acerca de las cosas, empleando la información recolectada y sin intervención humana, se tendría la habilidad de enumerar todo y disminuir significativamente el desperdicio, las pérdidas y los gastos. Esto permitiría saber cuándo es imprescindible sustituir, reparar o eliminar las cosas, si éstas son nuevas; o, si es que han pasado su mejor periodo. Por consiguiente, la tecnología de sensores facilita a las computadoras la capacidad de observación, identificación y entendimiento del mundo, sin las restricciones de que los datos sean introducidos por personas. Por lo tanto, considerando una perspectiva orientada al Internet, como lo indica Buitrón (2022) el IoT se muestra como una infraestructura global que permite conectar diferentes dispositivos a Internet y entre sí, admitiendo el control y monitoreo remoto; de tal forma que, posibilita las implementaciones domóticas que, involucran la automatización, la seguridad y el control del hogar. Estas aplicaciones domóticas, según Millan (2016), buscan transformar una casa en "inteligente" (énfasis añadido) mediante la implementación de diversas tecnologías que permiten ahorrar energía, aumentar la seguridad y mejorar el confort. Este tipo de sistemas contribuyen significativamente a la seguridad y bienestar de las personas.

Las fugas de GLP en ambientes domésticos representan un riesgo significativo para la vida y las posesiones; según estudios recientes, se logran tasas de detección entre 90% y 98% y latencias que varían según la tecnología aplicada; por tanto, el presente proyecto tuvo como objetivo el implementar un sistema de bajo costo (USD 453) que integra sensores MQ-5 y KY-026, actuadores, ESP DevKit Go32 para el procesamiento y transmisión de datos y comunicaciones MQTT para detectar fugas y automatizar el cierre de hornillas en cocinas domésticas; así como, notificar su estado, ya sea en condiciones habituales o ante la presencia de fugas, ayudando a reducir el riesgo de incidentes y optimizando la seguridad del hogar y el bienestar de quienes lo habitan. Como lo resalta Jahan et al. (2019), los sistemas basados en IoT que se utilizan para detectar fugas de gas han probado su eficacia al

disminuir considerablemente los tiempos de respuesta en circunstancias de emergencia, incrementando de esta manera la seguridad en viviendas.

II. MARCO TEÓRICO

Minerva et al. (2015) precisan que el Internet de las Cosas (IoT) constituye un universo conformado por diversas áreas tecnológicas y ámbitos socioeconómicos, que incluye tanto sistemas reducidos y delimitados como aquellos distribuidos a gran escala o implementados a nivel global. Este enfoque se centra en la interconexión de elementos físicos y virtuales mediante desarrollos tecnológicos avanzados para la obtención y transmisión de datos, con el objetivo de ofrecer servicios considerados “inteligentes” y autónomos. Dichos servicios permiten la autoconfiguración, interoperabilidad y, sobre todo, la gestión segura de datos y privacidad mediante protocolos estandarizados y compatibles, que han transformado la manera en la que se percibe y se interactúa con el entorno. En este contexto, el IoT posibilita múltiples aplicaciones y enfoques diversos según su uso. En la actualidad, la vida cotidiana del ser humano está cada vez más ligada a sistemas inteligentes y a su integración en la arquitectura y concepción de los espacios habitables, lo que ha dado lugar al concepto de domótica. Este concepto, definido por Haya et al. (2015), hace referencia a un conjunto de tecnologías diseñadas para automatizar y controlar distintos sistemas dentro de una vivienda, como la iluminación, la climatización, la seguridad y los electrodomésticos, mediante dispositivos inteligentes que pueden ser operados tanto local como remotamente. En este sentido, Arroyo (2020) destaca que la domótica aplicada favorece la eficiencia energética, ya que sus principales beneficios se enfocan en mejorar la accesibilidad, comodidad y seguridad. Por su parte, Pinzón (2021) subraya que la evolución de la domótica responde a una búsqueda constante de confort. En consecuencia, se puede sostener que la domótica aporta de manera notable al bienestar y la seguridad de las personas, al tiempo que garantiza confort tanto dentro como fuera del hogar, al permitir la supervisión en tiempo real de los sistemas interconectados y comunicados a través de internet. Esto es posible gracias a la infraestructura variada que proporciona el IoT. Además, este desarrollo tecnológico, mediante la automatización, posibilita una respuesta automática ante determinadas condiciones. Por ejemplo, un sistema domótico puede ajustar de forma automática la temperatura según la ocupación detectada o encender las luces al anochecer mediante dispositivos interconectados en red (Minerva et al., 2015).

En este marco, es importante destacar también el rol que desempeña la automatización dentro de la estructura de la domótica y, por ende, del IoT. Según Kumar y Singh (2021), la automatización implica la utilización de sistemas controlados por computadora para llevar a cabo tareas que

anteriormente requerían intervención humana, lo que incrementa la eficiencia y reduce los costos operativos. Esta definición coincide con la propuesta de International Business Machines (IBM), que considera la automatización como un proceso que demanda poca intervención por parte del ser humano. Por otro lado, Brahimi y Khemiri (2018) enfatizan que la automatización es esencial para ejecutar tareas repetitivas y complejas de manera eficiente, lo cual se complementa con lo expuesto por Zhang y Wang (2019), quienes subrayan que la automatización incrementa tanto la eficiencia; así como, el nivel de calidad en los procesos. Otro aspecto relevante dentro de los sistemas basados en IoT y domótica es la comunicación entre los elementos, lo cual implica estructurar una red que facilite el flujo de información y permita definir el protocolo adecuado para la transmisión de datos. Uno de los protocolos más utilizados en estas aplicaciones es el Message Queuing Telemetry Transport (MQTT), caracterizado por su ligereza y capacidad para operar en redes con recursos limitados (Bayılmış et al., 2022). De acuerdo con Chafla y Álava (2024), la integración del protocolo MQTT en los sistemas de detección de gas permite una comunicación efectiva entre los sensores y las aplicaciones, asegurando una transmisión de datos eficiente. Su aplicación principal se sitúa en el ámbito Machine to Machine (M2M), con una arquitectura de cliente (publicador o suscriptor) y servidor (broker), y se ejecuta sobre el protocolo Transmission Control Protocol (TCP) / Internet Protocol (IP), utilizando una topología de tipo PUSH/SUBSCRIBE (González Domínguez, 2023). Yahaya et al. (2020) destacan, por otro lado, el uso de sensores como los MQ-5, que, junto con controladores como NodeMCU y ESP32, han sido fundamentales en la incorporación de sistemas IoT para la detección de gas. Estos dispositivos permiten la transmisión de información mediante redes WiFi para alertar eficazmente a los usuarios a través de dispositivos móviles. En relación con los sensores de la serie MQ, Shelke et al. (2020) afirman que tanto los sensores de detección; así como, los de flama proporcionan una alta precisión y permiten detectar en tiempo real, lo que los hace componentes clave en aplicaciones enfocadas en la seguridad doméstica. De igual forma, el uso de herramientas como Node-RED para programar la conexión entre dispositivos de hardware, APIs y servicios en línea, junto con Firebase, que se utiliza como plataforma en la nube para crear aplicaciones web y móviles, ha simplificado la creación de interfaces para la gestión de sistemas IoT. Según Yahaya et al. (2020), estos tableros de control no solo mejoran la interacción del usuario con el sistema; sino que, también optimizan la capacidad de respuesta ante alertas en tiempo real. En cuanto a los sistemas de detección de gas, Trisnawan et al. (2019) señalan que, mediante la implementación y configuración de sensores de la serie MQ2, se espera que los resultados de precisión alcancen el 80% considerando de 0-10 cm de distancia desde el sensor de gas hasta el punto de fuga; por tanto, el uso de estos sensores en el entorno doméstico puede contribuir de

manera positiva en la detección y reducción frecuencia de accidentes relacionados con fugas de gas. Además, existen propuestas complementarias para sistemas de monitoreo, como la de Hernández y Quishpe et al. (2023), las cuales integran el envío de notificaciones a través de mensajes de texto dentro de su propuesta. Asimismo, la revisión de documental referente al IoT ha evidenciado la incorporación de desarrollos adicionales en sistemas similares. Entre estos sobresalen las investigaciones recientes de Barkani et al. (2024), quienes analizaron métodos de aprendizaje automático para la detección temprana de fugas de gas, con una precisión de prueba del 91,73 % con altas tasas de recuperación, lo que garantiza un mínimo de falsas alarmas y una detección fiable. De forma adicional, Salhi et al. (2019) emplearon métodos de minería de datos para detectar variaciones anómalas en la calidad del aire, lo que permitió una identificación temprana de posibles riesgos de incidentes. Mientras que, Jahan et al. (2019) crearon un prototipo de estufa inteligente que combina detección de fugas con sistemas de alerta, mejorando la seguridad y la eficiencia energética, al convertir el calor producido por la hornilla en energía reutilizable que se almacena y alimenta al propio sistema.

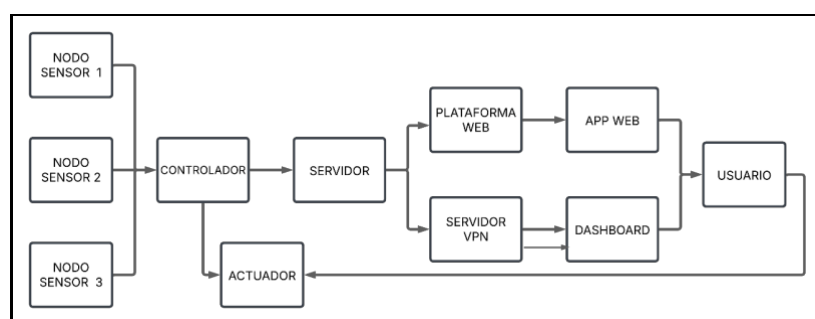
III. METODOLOGÍA Y CÁLCULOS

Este proyecto se desarrolló bajo una metodología de investigación tecnológica aplicada, orientada a la mitigación de riesgos por fugas de gas en entornos domésticos. Este enfoque permitió el diseño y desarrollo de un sistema que combina soluciones adecuadas y económicas para el monitoreo y control de fugas en cocinas domésticas o incidentes ocasionados por personas que olvidan las hornillas encendidas cuando salen de casa. El sistema se compone de sensores MQ-5 por la efectividad y eficiencia demostrada en sistemas de detección de gas licuado de petróleo (GLP) (Okokpujie, I. et al, 2024). También, se incluyen sensores KY-026 para detectar presencia de llama en las hornillas considerando sus puntos fuertes como capacidad de regulación e indicador led de funcionamiento, además de su capacidad para conectarse tanto a pines digitales como analógicos (Tipantiza Pacheco, 2022). Estos son gestionados por un ESP32 DevKit GO32, el cual ofrece conectividad WiFi y dispone de 38 pines que permiten integrar diversos componentes. El controlador a su vez envía la información a la Raspberry Pi 3b+ por medio del protocolo MQTT, de tal forma que se la pueda reflejar en un dashboard local implementado en Node-Red, junto con una base de datos local que mantenga los datos importantes almacenados. Adicionalmente, Node-Red permite la comunicación con Firebase para transmitir los datos en tiempo real hacia la App móvil de Mit AppInventory2, o como alternativa se puede acceder al dashboard, mediante ngrok el cual funciona como un proxy inverso (servidor que se sitúa delante de los servidores web y reenvía las solicitudes del cliente) distribuido de manera global

que protege, acelera y asegura aplicaciones o servicios y sirve como una puerta de enlace para la visualización del dashboard. Por último, en caso de que se emita una alerta, la programación del controlador permitirá activar de forma automática los actuadores (servomotores MG966R), los cuales proporcionan la fuerza requerida para cerrar las hornillas (véase figura 1).

Figura 1

Diagrama de bloques del funcionamiento del sistema



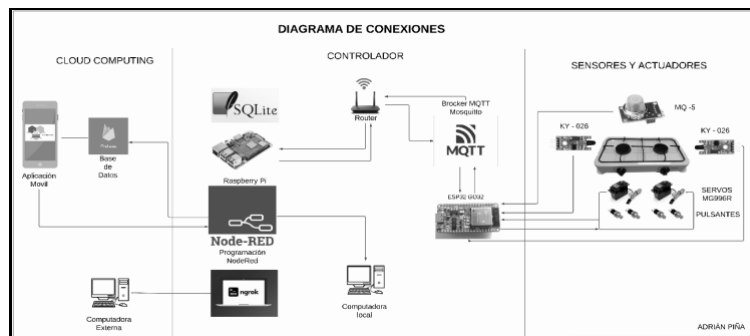
Nota. La imagen muestra el flujo general del proceso del proyecto. Fuente el autor, año 2024.

En cuanto al proceso realizado, empleando el software Arduino IDE, se realizó la calibración del sensor MQ-5; para ello, se implementó el código que permitió recolectar los datos del sensor de gas, para -con base en estos- calcular el promedio de las lecturas realizadas por períodos de tiempo hasta encontrar valores que se muestran estables; estas mediciones se realizaron a diferentes intervalos de tiempo en un ambiente libre de gas. El resultado obtenido se empleó como base para definir el umbral de detección de fuga de GLP; es decir que, cuando se excede el umbral, de manera automática se envía una alerta al dashboard y a la aplicación; y, se activa el cierre automático de las hornillas de la cocineta. Asimismo, se configuró el sensor KY-026, a fin de que permita reaccionar a la presencia de la llama en la hornilla, permitiendo que se envíe una notificación tanto al dashboard como a la aplicación móvil. En este sensor se establecieron dos estados, el Apagado = 0, cuando no se detecta llama en la hornilla; y, el Encendido = 1, cuando existe presencia de ella. Adicionalmente, se realizó la calibración por medio del potenciómetro integrado en el sensor, de tal manera que permite controlar la distancia de detección de manera efectiva. En cuanto a la parte física, se procedió con la modificación de la cocineta, considerando las seguridades necesarias para evitar fugas imprevistas en la tubería de la cocineta y el espacio requerido para los actuadores. Por lo tanto, se reemplazó el tubo de circulación del gas para proporcionar el espacio necesario para el accionamiento de los servomotores. Para transmitir el movimiento de los servos hacia las válvulas de las hornillas, se fabricaron dos pequeños acoples,

asegurando el ajuste necesario para evitar que los servomotores se vean forzados, descentrados o se pierda la fuerza necesaria para cumplir su objetivo. Seguidamente, se configuró una red local tomando en consideración las IP's fijas en los dispositivos ESP DevKit Go32, la Raspberry y la PC de pruebas; para ello, se empleó un router como extensor de señal, la topología empleada fue de "árbol", con un rango de IP's, clase C y su máscara de red correspondiente, facilitando la comunicación y el funcionamiento del protocolo MQTT; así como, el flujo de información entre los elementos del sistema (Ver figura 2.). Mientras que, el Broker MQTT y la base de datos fueron instalados en la RaspberryPi 3b+, como servidor central y distribuyendo la información hacia Firebase Real Time Database. Por último, se desarrolló la aplicación móvil en MitAppInventory 2, a fin de que permitiese controlar de manera remota el accionar del cierre de las hornillas además de recibir las notificaciones del estado de la llama; así como, también los valores de las lecturas de los sensores MQ-5 en tiempo real. El acceso a esta aplicación mantiene la seguridad para su uso mediante el Ingreso/Registro por correo electrónico, de tal forma que, son usuarios registrados quienes la pueden manipular.

Figura 2

Diagrama de conexiones del proyecto



Nota. Se muestra el flujo de datos y las interconexiones entre los diferentes componentes. Fuente el autor, año 2024.

Para la implementación del sistema, se tomó en consideración aspectos como la calibración de sensor MQ-5, empleando la siguiente formula:

$$Suma_{Total} = \sum_{i=0}^{número\ de\ lecturas-1} lecturas[i] \quad (1)$$

$$Promedio_{lecturas} = \frac{Suma_{Total}}{Número\ de\ lecturas} \quad (2)$$

Al aplicar las fórmulas, empleando código en Arduino IDE, se obtuvieron lecturas promedio de 622 partículas por millón (ppm) en condiciones libres de GLP, volviéndose un factor de corrección. Por otra parte, el rango inferior de detección de la hoja de datos del sensor MQ-5 establecido en 300 ppm, sirvió límite para notificación de fuga de gas y cierre automático de las hornillas. Por lo tanto, la suma de los dos valores dio como resultado un umbral de 922 ppm.

En cuanto al cálculo del torque de los servomotores:

El torque (T) se calcula como:

$$T = F \times r \quad (3)$$

Donde:

F = Fuerza aplicada (en Newtons).

r = Distancia del brazo del servo al punto de aplicación de la fuerza (en metros).

$$T = 5N \times 0.03 = 0.15 Nm$$

Puesto que el servo MG996R tiene un torque nominal de 0.92Nm, se constata que es adecuado para esta aplicación.

Potencia Total del Sistema

$$P = V \times I \quad (4)$$

$$P_{Total} = P_1 + P_2 + P_n \quad (5)$$

Sensor MQ-5:

$$P = V \times I = 5V \times 0.15A = 0.75W \quad (6)$$

Sensor KY-026:

$$P = V * I = 5V * 0.02A = 0.1W \quad (7)$$

ESP32:

$$P = V * I = 3.3 V * 0.1A = 0.33W \quad (8)$$

Servomotor MG996R (considerado bajo carga completa):

$$P = V * I = 6V * 1.2A = 7.2W \quad (9)$$

Por lo tanto, la Potencia total, incluidos los dos servos sería:

$$P_{Total} = 0.75W + 0.33W + (7.2W * 2) + (0.1W * 2) = 15.50W \quad (10)$$

Para el ancho de banda necesario se consideran valores promedio de un string, de int o float en 8 bytes; y que, la cabecera de un mensaje de MQTT puede tener de 2 a 5 bytes; entonces se estima:

Para el sensor MQ-5:

Nombre del tópico = 10 bytes

Valor = 8 bytes

Sobrecarga del protocolo¹ = 2 bytes

Tenemos:

$$10bytes + 8bytes + 2bytes = 20bytes \quad (11)$$

Para los sensores KY-026:

Nombre del tópico = 12 bytes

Valor = 8 bytes

Sobrecarga del protocolo = 2 bytes

Tenemos:

¹ Entiéndase como la variación en el nivel de Calidad de servicio (QoS), configuración de conexión persistente o múltiples mensajes simultáneos.

$$12bytes + 8bytes + 2bytes = 22bytes \quad (12)$$

Para los servos MG996R:

Nombre del tópic = 12 bytes

Valor = 3 bytes

Sobrecarga del protocolo = 2 bytes

Tenemos:

$$12bytes + 3bytes + 2bytes = 17bytes \quad (13)$$

En total:

$$20bytes + (22bytes * 2) + (17bytes * 2) = 98bytes \quad (14)$$

La frecuencia de transmisión por cada segundo implica un ciclo; es decir, 1Hz. Entonces, el ancho de banda por segundo será:

$$Total_{bytes} * \frac{8bits}{byte} * f_{Transmisión} \quad (15)$$

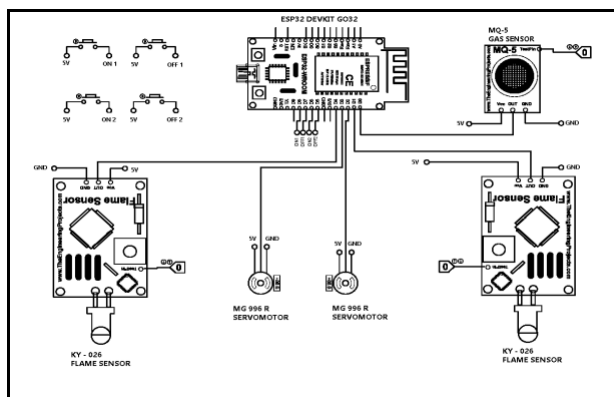
$$98 bytes * \frac{8bits}{byte} * 1Hz = 784 bits/s \quad (16)$$

Esto permite manejar múltiples sensores y actuadores dentro de una red local estándar, puesto que en redes locales con MQTT y WiFi, se espera una latencia típica inferior a 100 ms. Sin embargo, esto implica una dependencia de la red WiFi, cuya aplicabilidad se ve limitada en áreas de poca cobertura o entornos rurales; es por ello que, se puede considerar alternativas como el uso de redes LoRaWAN por su bajo consumo energético y gran alcance (hasta 15km en áreas rurales), aunque su latencia es superior a la de WiFi. Así también, las redes Mesh son otra opción a considerar, puesto que permiten alta fiabilidad, debido a la redundancia y resiliencia que ofrece la composición de varios nodos y su acceso central, que pueden actuar en bandas 2.4GHz y 5GHz, con tecnologías de WiFi 5 y WiFi6. Estas dos opciones amplían la aplicabilidad en distintos contextos geográficos y socioeconómicos. Con base en la literatura para concentraciones habituales de GLP y metano, se estima la distancia ideal entre 0.75 y 1 m, de la cocineta para el MQ-5; y, el rango de detección de 20 a 30 cm, para el KY-026,

considerando que es necesario situarse alejados de fuentes de calor intenso y corrientes de aire para prevenir errores en las lecturas del sensor de gas. En cuanto a la capacidad del ESP32 DevKit ¡GO!32, éste puede manejar múltiples dispositivos (sensores, actuadores) en función del número de pines GPIO disponibles y del método de conectividad; por tanto, brinda una mejor escalabilidad y su memoria permite manejar conexiones MQTT simultáneas, pudiendo soportar las conexiones requeridas por el sistema (Ver figura 3). Especificaciones técnicas ESP32 DevKit ¡GO!32: Módulo ESP32-WROOM-32, 38 pines, Conector USB tipo C., Dispone de un LED en GPIO2 para pruebas, Corriente en modo sleep inferior a 5 uA., Frecuencia de reloj de 80 MHz a 240 MHz., Conectividad WiFi: 802.11 b/g/n., Conectividad Bluetooth: v4.2 BR/EDR y BLE., Interfaz SD, Ethernet, PWM, UART, SPI, I2S e I2C., Utiliza el conversor USB-Serial CH340., Modos de operación: STA / AP / STA+AP., Compatible con Arduino IDE, Micro Python, Visual Studio Code., Dimensiones aproximadas: 55x27 mm.

Figura 3

Diagrama de conexiones de los elementos electrónicos.



Nota. La imagen representa la conexión de los sensores MQ-5 y KY-026 a la placa de desarrollo ESP32 DevKit Go32; así como, los servomotores MG996R y sus pulsantes. (Proteus Software) Fuente: el Autor 2024.

La configuración del sistema propuesto demuestra que, sus costos son asequibles y se los detalla en la Tabla 1. Cálculo de Costos.

Tabla 1.

Cálculo de costos de ejecución del proyecto

Recurso	Cantidad	Precio por unidad	Precio Total
Raspberry Pi 3 Kit Pro	1	\$ 100,00	\$ 100
ESP Dev Kit Go32	1	\$ 11,00	\$ 11

MQ-5	2	\$ 6,75	\$ 14
KY-026	2	\$ 3,00	\$ 6
Servomotor MG996R	2	\$ 13,00	\$ 26
Piloto de encendido	1	\$ 17,00	\$ 17
Tubo de hierro (30 cm)	1	\$ 5,00	\$ 5
Válvulas de gas	2	\$ 5,00	\$ 10
Pulsador	1	\$ 0,50	\$ 1
Cable	4	\$ 1,25	\$ 5
Router D-Link N300	1	\$ 19,00	\$ 19
Cocineta	1	\$ 10,00	\$ 10
Soldadura	1	\$ 10,00	\$ 10
Cemento epóxico	2	\$ 3,00	\$ 6
Soportes	2	\$ 3,00	\$ 6
Varios	1	\$ 10,00	\$ 10
Implementación (120 horas)	80	\$ 2,50	\$ 200
Total	-	-	\$ 453

Nota. Fuente: el autor. 2025

IV. RESULTADOS

Las calibraciones de los sensores MQ-5 se ajustaron en función de los 100 valores tomados del monitor serial, obteniendo una sensibilidad ideal entre 900 y 950 ppm; bajo esos parámetros de las 33 lecturas realizadas, 32 dieron valores positivos demostrando una eficacia del 97%, en la identificación de GLP, logrando el resultado deseado sobre la detección de fugas de GLP en las hornillas, con un costo del proyecto de \$453, en relación a Guamán et al. (2020) que realizaron un diseño de un sistema de control para la detección y prevención de fugas de gas (G.L.P), en el cantón La Maná, con un presupuesto de \$349,60, que incluye notificación mediante llamadas, mensajes de texto y un panel de visualización directa de valores. Así también, Vilañez et al. (2019), en su implementación de un prototipo de sistema de seguridad doméstico basado en WPAN para una red IoT, propusieron un costo del prototipo de \$643,25, en el cual la detección de gases es solo una parte del enfoque del proyecto; sin embargo, utiliza un aparataje similar al de los sistemas anteriormente mencionados. Existen también prototipos enfocados a la detección de gas natural, como lo indica Coqueco (2023), con un costo aproximado de proyecto de \$821,21. Todos estos proyectos han reafirmado la efectividad de este tipo de sistemas por valores superiores al 90 %, llegando incluso a considerarse una efectividad del 100 %, como lo señala Arias (2023) en su implementación Sistema de monitoreo y alerta de fuga de gas licuado de petróleo dentro de un domicilio para evitar accidentes debido a su concentración.

El sensor KY-026, de las 25 pruebas realizadas, 24 fueron correctas, mostrando una eficacia de del 96% en la identificación de hornillas encendidas a una distancia de hasta 20 cm. De tal modo que,

$$IC = p \pm Z * \sqrt{\frac{p(1-p)}{n}} \quad (17)$$

Donde:

- P = proporción de éxito (0.96)
- Z = es el valor Z para un nivel de confianza (1.96 para el 95%)
- n = número de repeticiones (25)

$$IC = 0.96 \pm 1.96 * \sqrt{\frac{0.96(1-0.96)}{25}} \quad (18)$$

$$IC = 0.96 \pm 0.0768 \quad (19)$$

Obteniendo el intervalo de Confianza del 95%, entre [0.8832, 1.0368] o [88.32%, 100%].

En cuanto al tiempo de respuesta, el sistema mostró una gran consistencia en las 25 repeticiones realizadas. La media del tiempo de reacción fue de 2 segundos aproximadamente, con una variación en el rango de 1.8 a 2.2 segundos por prueba. El cálculo, según la **fórmula 17** demuestra que, con un 95% de confianza, el tiempo de respuesta promedio real del sensor se encuentra en el rango de 1.95 a 2.05 segundos.

Figura 4

Tiempo de respuesta del sistema.



Nota. La imagen muestra las mediciones del tiempo entre la detención y el cierre de la hornilla. Fuente el autor, año 2024.

Este resultado valida las afirmaciones originales y proporciona un respaldo cuantitativo a la alta precisión y consistencia del sensor. De esta manera, se redujeron las alarmas falsas desde que se dio la detección del gas hasta que se cerraron las válvulas; además, la modificación del conducto de gas de la cocineta resultó correcta ajustándose al giro de los servomotores; del mismo modo, se calibró la graduación del giro entre 0° y 154°, para la primera hornilla; y, de 0° a 135°, para la segunda; en cuanto al flujo en Node-RED, se cumplió con el objetivo de sincronizar información, monitorear y permitir el cierre de las hornillas; también transmitió en tiempo real entre sensores, el dashboard y Firebase. De igual forma, permitió almacenar los eventos más importantes en la base de datos local. Por otra parte, la aplicación móvil respondió según lo esperado permitiendo el cierre de las hornillas, el monitoreo y recepción de alertas. De esta manera, se confirmó la fiabilidad de las comunicaciones mediante el protocolo MQTT, pues se logró una transmisión de datos aproximada al 100% de efectividad, en una red local estable con una latencia promedio de 64ms; esto aseguró respuestas rápidas en la detección de gas y cierre de válvulas, gracias a la conexión de fibra óptica de 250 megas.

V. CONCLUSIONES

La implementación del sistema resultó innovadora y opción de bajo costo y eficaz considerando un ambiente estable, lo que puede generar una la reducción de los riesgos asociados a las fugas de GLP en cocinas, otorgando la capacidad de reaccionar de forma inmediata y permitiendo operarlo de manera remota, lo que incrementa de manera significativa la seguridad en ambientes residenciales y su posible adaptación en cualquier entorno doméstico. Sin embargo, al haberse probado en un entorno estable, los resultados obtenidos podrían no reflejar completamente las condiciones reales en diversos contextos domésticos. Asimismo, las variaciones en el diseño de las cocinas, los materiales utilizados en la construcción y los sistemas de ventilación pueden influir en la exactitud de los sensores y en el

desempeño del sistema. Por ello, se recomienda para estudios futuros el efectuar ensayos en un rango más diverso de entornos domésticos para lograr una validación más robusta del sistema e inclusive considerar otros tipos de sensores como los de humedad o detección de humo y, además, implementar algoritmos de corrección que permitan anticipar posibles fugas de gas antes de que ocurran. Por otra parte, a pesar de que el monitoreo y el control a distancia contribuyen significativamente a la seguridad en el hogar, la necesidad de una conexión WiFi estable continúa siendo un factor crítico, lo que podría convertirse en una limitación en áreas con acceso restringido a una red. Para mitigar este inconveniente, se podría integrar en futuras investigaciones tecnologías de comunicación alternativas como LoRaWAN o redes mesh, que aseguren redundancia y mayor tolerancia a fallos. Esto ampliaría la aplicabilidad del sistema a contextos rurales y socioeconómicamente diversos brindando una conexión más segura en zonas con baja cobertura e integrar fuentes de energía renovable para alimentar el sistema, favoreciendo su sostenibilidad. De la misma manera, es importante considerar el correcto aislamiento en las instalaciones eléctricas - electrónicas en la cocina, puesto que pueden generar que se detengan o que haya bloqueos de los elementos del sistema; esto incluye la presencia de otros dispositivos electrónicos en la cocina, como microondas, licuadoras o extractores de aire que podría causar interferencias electromagnéticas que afecten la comunicación entre los sensores y el controlador, lo cual podría resultar en lecturas incorrectas o fallos en la automatización del cierre de las hornillas; por lo tanto, es necesario en investigaciones futuras trabajar en cómo aislar este tipo de interferencias a fin de evitar el mal funcionamiento del sistema.

Finalmente, si bien es cierto el sistema de detección de fugas de gas GLP mostró su validez y eficiencia inclusive en la respuesta automática, aspectos como la durabilidad y el mantenimiento de los sensores y actuadores podrían influir significativamente en la fiabilidad del sistema a lo largo del tiempo, razón por la cual futuras investigaciones podrían orientarse hacia estudios temporales que permitan medir el desgaste de los dispositivos y la periodicidad requerida para su mantenimiento y calibración, puesto que este enfoque no fue considerado en el presente proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AIGLP. (2020, noviembre). Benchmark del mercado de GLP envasado en América Latina. Recuperado de https://aiglp.org/src/uploads/2020/11/aiglp_espanhol_site.pdf
- Ashton, K. (2009, junio 22). That 'internet of things' thing. RFID Journal. <https://www.rfidjournal.com/expert-views/that-internet-of-things-thing/73881/>

- Arias Espinel, E. D. (2023). *Sistema de monitoreo y alerta de fuga de gas licuado de petróleo dentro de un domicilio para evitar accidentes debido a su concentración* [Tesis de pregrado, Universidad Técnica del Norte]. Recuperado de <https://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/14773>
- Arroyo, R., & Angulo, J. (2022). La domótica como aplicación de eficiencia energética en Ecuador. *GICOS*, 7(4), 170–186. <https://doi.org/10.53766/GICOS/2022.07.04.11>
- El Barkani, M., Benamar, N., Talei, H., & Bagaa, M. (2024). Gas leakage detection using tiny machine learning. *Electronics*, 13(23), 4768. <https://doi.org/10.3390/electronics13234768>
- Bayılmış, C., Ebleme, M. A., Çavuşoğlu, Ü., Küçük, K., & Sevin, A. (2022). A survey on communication protocols and performance evaluations for Internet of Things. *Digital Communications and Networks*, 8(6), 1094–1104. <https://doi.org/10.1016/j.dcan.2022.03.013>
- Benemérito Cuerpo de Bomberos Voluntarios de Cuenca. (2024). Informe rendición de cuentas 2023. Recuperado el 9 de diciembre de 2024, de <https://bomberos.gob.ec/rendicion/2023/FASE4/INFORMERC2023FINAL.pdf>
- Bomberos explican los peligros a los que se expone la familia al tener un GLP en su hogar – Secretaría Nacional de Gestión de Riesgos. (s.f.). Gob.ec. Recuperado el 9 de diciembre de 2024, de <https://www.gestionderiesgos.gob.ec/bomberos-explican-los-peligros-a-los-que-se-expone-la-familia-al-tener-un-glp-en-su-hogar/>
- Buitrón Ruiz, D. F. (2022). *Arquitecturas y modelos de referencia para sistemas IoT: Estado del arte de las arquitecturas para sistemas IoT*. [Tesis de licenciatura, Escuela Politécnica Nacional]. Repositorio institucional de la EPN. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/23075>
- Chafla, W. A., & Álava, N. S. (2024). Automatización de un horno industrial a gas con PLC y su monitoreo a distancia. Universidad Politécnica Salesiana. Recuperado el 9 de diciembre de 2024, de <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/27761>
- Coqueco Medina, Y. S. (2023). *Diseño e implementación de un prototipo de detección de fuga de gas natural, de uso doméstico* [Trabajo de grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Repositorio Institucional UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/58016>
- Salhi, L., Silverston, T., Yamazaki, T., & Miyoshi, T. (2019). Early detection system for gas leakage and fire in smart home using machine learning. 2019 IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE), 1–6. <https://doi.org/10.1109/ICCE.2019.00006>
- García Bernal, N., & Argüello Verbanaz, S. (2021). Mercado del gas en América Latina. Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. Recuperado de

https://obtienearchivo.bcn.cl/obtienearchivo?id=repositorio%2F10221%2F32763%2F1%2FBCN___Mercado_del_gas_en_Ame__rica_Latina.pdf

- García, J., & Romero, H. (2019). Análisis de la distribución de gas licuado de petróleo (GLP) en áreas rurales. *Revista de Energía y Medio Ambiente*, 25(2), 123–136. <https://doi.org/10.1016/j.renma.2019.04.007>
- González Domínguez, J. C. (2023). Dispositivo IoT a través del protocolo MQTT [Trabajo de fin de grado, Universidad de La Laguna]. Repositorio institucional de la Universidad de La Laguna. <http://riull.ull.es/xmlui/handle/915/33333>
- Guaman Bajaña Denis Miguel, Toaquiza Vega Italo Moises, (2020); Diseño de un sistema de control en la detección y prevención de fuga de gas (G.L.P) en el Cantón La Maná. UTC. La Maná. 107 p.
- Hernández, K., & Quishpe, L. (2023). Sistema de seguridad autónomo para la detección de fugas de gas GLP en un área residencial. Repositorio institucional de la Universidad Politécnica Salesiana. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/24503>
- Hernández, A., & Pérez, F. (2021). Evaluación de sistemas de distribución de gas en zonas urbanas y rurales: Comparativa de costos y eficiencia. *Ingeniería de Energía*, 34(4), 567–578. <https://doi.org/10.1016/j.ingen.2021.05.003B>
- I. K. N. Trisnawan, A. N. Jati, N. Istiqomah and I. Wasisto, "Detection of Gas Leaks Using The MQ-2 Gas Sensor on the Autonomous Mobile Sensor," 2019 International Conference on Computer, Control, Informatics and its Applications (IC3INA), Tangerang, Indonesia, 2019, pp. 177-180, doi: 10.1109/IC3INA48034.2019.8949597. keywords: {Gas detectors;Simultaneous localization and mapping;Laser radar;Sensitivity;C languages;Mobile sensor;gas leak;MQ-2},
- Jahan, S., Talukdar, S., Islam, M. M., Azmir, M. M., & Saleque, A. M. (2019). Development of smart cooking stove: Harvesting energy from the heat, gas leakage detection and IoT based notification system. *International Conference on Robotics, Electrical and Signal Processing Techniques*. <https://doi.org/10.1109/ICRESE.2019.00028>
- Jin, R., Wu, P., Ho, J. K., Wang, X., & Han, C. (2018). Five-year epidemiology of liquefied petroleum gas-related burns. *Burns*, 44(1), 210–217. <https://doi.org/10.1016/j.burns.2017.05.011>
- Millan, C. (2016). *Aprenda rápidamente a programar*. Vol. 1, pp. 3–4.
- Minerva, R., Biru, A., & Rotondi, D. (2015). Towards a definition of the Internet of Things (IoT). *IEEE IoT Initiative*.

[https://iot.ieee.org/images/files/pdf/IEEE_IoT_Towards_Definition_Internet::contentReference\[oaicite:17\]{index=17}](https://iot.ieee.org/images/files/pdf/IEEE_IoT_Towards_Definition_Internet::contentReference[oaicite:17]{index=17})

- Okokpujie, I., Avwunu, O., Akande, S., Dada, O., Musa, A., & Agbemuko, D. (2024). Development and evaluation of a MQ-5 sensor-based condition monitoring system for in-situ pipeline leak detection. *Instrumentation Measure Métrologie*, 23(1), 1–11. <https://doi.org/10.18280/i2m.230101>
- Pinzón Castañeda, S. (2021). Domótica: genealogía del concepto e integración con ambientes naturales. *#ashtag*, (8), 43–54. <https://doi.org/10.52143/2346139X.n8.2016>
- Silva, A., Contreras, R., & Barrandeguy, M. (2022). Riesgo por fugas accidentales de gas licuado de petróleo hacia trabajadores y comunidad en las ciudades de Nacimiento, Cabrero, La Laja y Mulchén (Chile). *Recuperado de* <https://revistas.ucsc.cl/index.php/oyp/article/download/1757/1163/4298>
- Tipantiza Pacheco, F. J. (2022). Implementación de un prototipo de sistema de alerta por detección de llama [Tesis de licenciatura, Escuela Politécnica Nacional]. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/23075>
- Vilañez Uvidia, Daniel Alexander. (2019). Implementación de un prototipo de sistema de seguridad doméstico basado en WPAN para una red IoT. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba.
- Yahaya, S. Z., Mohd Zailani, M. N., Che Soh, Z. H., & Ahmad, K. A. (2020, octubre 13). IoT based system for monitoring and control of gas leaking. *IEEE Conference Publication*. <https://ieeexplore.ieee.org/document/9398384>
- Shelke, D., Khule, H., Jadhav, P., Aher, Y., Gondkar, S., & Pardeshi, D. (2023). Smart MQ6 gas detector based on IoT. En *2023 7th International Conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud) (I-SMAC)* (pp. 1–6). IEEE. <https://doi.org/10.1109/I-SMAC58438.2023.10290324>
- Zalazar, M. (2023, noviembre 22). Censo 2022: cuántos argentinos tienen acceso a gas natural, cloacas y vivienda propia. *Infobae*. <https://www.infobae.com/economia/2023/11/22/censo-2022-cuantos-argentinos-tienen-acceso-a-gas-natural-cloacas-y-vivienda-propia/>

Trastornos hipertensivos del embarazo y morbilidad materna: reporte de un caso.

Hypertensive disorders of pregnancy and maternal morbidity and mortality: a case report.

Daniel Mateo Martínez Herrera ¹ , Eduardo Manzano Choco ²  , Claudia Pamela Loja Siguenza ³ 
daniel.martinez@es.uazuay.edu.ec, eduardo.manzano@es.uazuay.edu.ec, claudia.loja@es.uazuay.edu.ec
¹Universidad del Azuay, Cuenca, Ecuador.

DOI 10.36500/atenas.4.004

Resumen

Los trastornos hipertensivos del embarazo (THE) constituyen una de las principales causas de morbilidad materna a nivel mundial y también en Ecuador. Estos trastornos se asocian con un incremento del riesgo de complicaciones cardiovasculares, renales y metabólicas a largo plazo. Metodología: Se realizó un estudio descriptivo, tipo reporte de caso, acompañado de una revisión narrativa de la literatura. La búsqueda se efectuó en PubMed, Scopus y SciELO, incluyendo artículos publicados entre 2015–2025, en inglés y español. Se seleccionaron estudios observacionales, revisiones sistemáticas y meta análisis que abordaran las complicaciones cardiovasculares, metabólicas y neurológicas posteriores a los THE. Se excluyeron reportes duplicados y cartas al editor. Resultados: El caso clínico corresponde a una mujer de 37 años, con antecedente obstétrico desfavorable, diagnosticada previamente de preeclampsia severa, quien posteriormente desarrolló hipertensión arterial crónica y síndrome coronario agudo. La revisión bibliográfica mostró que los THE se asocian con mayor riesgo de hipertensión crónica, enfermedad renal terminal, miocardiopatías isquémicas y eventos cerebrovasculares. Discusión y Conclusiones: El análisis del caso, en concordancia con la literatura revisada, confirma la relevancia de los THE como predictores de enfermedad cardiovascular y metabólica en etapas posteriores de la vida. Se recomienda un seguimiento clínico estrecho, la implementación de programas de control cardiovascular y estrategias de prevención dirigidas a mujeres con antecedentes de THE.

Abstract

Hypertensive disorders of pregnancy (HDP) are among the leading causes of maternal morbidity and mortality worldwide, including in Ecuador. These disorders are associated with an increased long-term risk of cardiovascular, renal, and metabolic complications. Methods: We conducted a descriptive case report accompanied by a narrative literature review. Searches were performed in PubMed, Scopus, and SciELO for articles published between 2015 and 2025 in English and Spanish. We included observational studies, systematic reviews, and meta-analyses addressing cardiovascular, metabolic, and neurological complications following HDP. Duplicate reports and letters to the editor were excluded. Results: The clinical case concerns a 37-year-old woman with an unfavorable obstetric history and prior diagnosis of severe preeclampsia, who subsequently developed chronic arterial hypertension and acute coronary syndrome. The literature review showed that HDP are associated with higher risk of chronic hypertension, end-stage renal disease, ischemic cardiomyopathies, and cerebrovascular events. Discussion and Conclusions: Analysis of the case, consistent with the reviewed literature, confirms the relevance of HDP as predictors of cardiovascular and metabolic disease later in life. Close clinical follow-up is recommended, along with the implementation of cardiovascular risk management programs and preventive strategies targeting women with a history of HDP.

Palabras clave: Hipertensión inducida por el embarazo, Preeclampsia, Morbilidad materna, Enfermedades cardiovasculares, Enfermedad renal crónica.

Keywords: *Pregnancy-Induced Hypertension, Preeclampsia, Maternal morbidity, Cardiovascular diseases, Chronic Kidney Disease.*

I. INTRODUCCIÓN

Durante los últimos años, los trastornos hipertensivos del embarazo (THE) han adquirido una relevancia crucial como una de las principales causas de morbilidad y mortalidad materna en el ámbito obstétrico a nivel mundial. Se estima que afectan entre el 5% y el 10% de todas las gestaciones (World Health Organization, 2021). En América Latina, representan aproximadamente el 14% de las muertes maternas (Gutiérrez et al., 2023). En Ecuador, constituyen cerca del 27% de las causas de mortalidad materna, según datos del Ministerio de Salud Pública (MSP, 2022) y del Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC, 2023), consolidándose como un problema prioritario en la agenda sanitaria nacional.

De acuerdo con las guías internacionales (American College of Obstetricians and Gynecologists, 2020), los THE se definen como un grupo de entidades caracterizadas por la elevación de la presión arterial sistólica ≥ 140 mmHg y/o diastólica ≥ 90 mmHg, diagnosticadas en distintos momentos de la gestación o en el puerperio. Este espectro incluye la hipertensión gestacional, la preeclampsia, la eclampsia, el síndrome de HELLP y la hipertensión crónica, cada una con particularidades clínicas y pronósticas.

La fisiopatología se relaciona con un proceso anómalo de placentación acompañado de hipoxia placentaria, disfunción endotelial materna y una respuesta inflamatoria sistémica exacerbada, que condicionan daño multiorgánico y predisposición a complicaciones agudas y crónicas (ACOG, 2020).

En este contexto, diversos estudios han documentado las repercusiones a largo plazo de los THE. Estas secuelas se agrupan principalmente en tres dimensiones: cardiovasculares, metabólicas-renales y cerebrovasculares.

1. Riesgo cardiovascular

Álvarez et al. (2017), en su trabajo titulado Trastornos hipertensivos en el embarazo: repercusión a largo plazo en la salud cardiovascular de la mujer, describieron que las mujeres con hipertensión durante la gestación tienen un riesgo relativo de entre 2,3 a 11 veces más de presentar hipertensión arterial crónica, 10 veces mayor probabilidad de enfermedad renal terminal y 2 veces

mayor de ictus e insuficiencia cardíaca, en comparación con aquellas que tuvieron un embarazo sin complicaciones.

Stuart et al. (2018), en su estudio *Hypertensive Disorders of Pregnancy and Maternal Cardiovascular Disease Risk Factor Development: An Observational Cohort Study*, realizaron un seguimiento a 58.671 participantes, de las cuales el 9,2% experimentaron hipertensión inducida por el embarazo. Al final del seguimiento, el 33,3% de estas mujeres había desarrollado hipertensión crónica, el 6,4% diabetes mellitus tipo 2 y el 55,6% hipercolesterolemia, confirmando que los THE son predictores importantes de enfermedad cardiovascular a largo plazo.

En la misma línea, Behrens et al. (2016) publicaron el estudio *Association Between Hypertensive Disorders of Pregnancy and Later Risk of Cardiomyopathy*, en el que se analizaron 76.108 pacientes, con antecedentes de THE. Se concluyó que estas mujeres tuvieron un incremento pequeño pero significativo del riesgo de miocardiopatía, luego de cinco meses después del parto, en comparación con aquellas sin antecedentes de la enfermedad.

2. Riesgo metabólico y renal

La repercusión metabólica y renal de los THE ha sido ampliamente investigada. Dall'Asta et al. (2021) publicaron una revisión sistemática titulada *Cardiovascular events following pregnancies complicated by preeclampsia with emphasis on the comparison between early and late onset forms: a systematic review and meta-analysis*, que incluyó 73 estudios. Los autores concluyeron que la preeclampsia aumenta de forma significativa el riesgo de hipertensión crónica, diabetes mellitus tipo 2, síndrome metabólico y dislipidemias a 10 años. Además, señalaron que las pacientes con preeclampsia de inicio temprano presentaban una mayor carga de morbilidad en comparación con las de inicio tardío. Estos resultados coinciden con lo reportado por Álvarez et al. (2017), quienes también encontraron un riesgo diez veces mayor de enfermedad renal terminal en mujeres con antecedentes de THE, confirmando la asociación entre esta condición y la progresión hacia enfermedad renal crónica.

3. Riesgo cerebrovascular

En el ámbito neurológico, Brohan et al. (2023) publicaron el estudio Hypertensive disorders of pregnancy and long-term risk of maternal stroke—a systematic review and meta-analysis, con el objetivo de determinar la relación entre los distintos tipos de THE y los eventos cerebrovasculares. Los resultados mostraron que la preeclampsia y la hipertensión gestacional se asociaron más fuertemente con el accidente cerebrovascular (ACV) hemorrágico; mientras que, la hipertensión crónica presentó una asociación más significativa con el ACV isquémico.

En este marco, surge la pregunta central: ¿cuáles son las principales complicaciones cardiovasculares, metabólicas y neurológicas a largo plazo en mujeres con antecedentes de THE? Para responderla se presenta el caso de una paciente con antecedente de preeclampsia severa, posterior desarrollo de hipertensión crónica y síndrome coronario agudo, acompañado de una revisión narrativa de la literatura reciente.

II. MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un estudio descriptivo, tipo reporte de caso, acompañado de una revisión narrativa de la literatura. El caso corresponde a una paciente de 37 años, cursando su tercer embarazo, con grupo sanguíneo ORh+, con antecedentes obstétricos desfavorables. Los datos clínicos, antropométricos, de laboratorio y complementarios fueron obtenidos de la historia clínica institucional, garantizando el anonimato y la confidencialidad de la paciente.

La revisión bibliográfica se efectuó en las bases de datos PubMed, Scopus y SciELO, considerando artículos publicados entre 2015 y 2025, en inglés y español. Se emplearon descriptores MeSH/DeCS como Pregnancy-Induced, Hypertension, Preeclampsia, Maternal Morbidity y Cardiovascular Diseases. Se incluyeron estudios observacionales, revisiones sistemáticas y metaanálisis que analizarán complicaciones posteriores a los trastornos hipertensivos del embarazo, excluyéndose reportes duplicados, cartas al editor, estudios con información incompleta o irrelevante para el objetivo planteado y aquellos no realizados en poblaciones no gestantes. La información se analizó mediante síntesis narrativa, agrupando los hallazgos en tres dimensiones principales: riesgo cardiovascular, riesgo

metabólico/renal y riesgo cerebrovascular, los cuales se contrastaron con la evolución clínica de la paciente.

III. RESULTADOS

Caso clínico: Mujer de 37 años, grupo sanguíneo ORh+, fumadora pasiva, con antecedente obstétrico desfavorable (una gesta previa con óbito fetal a las 26 semanas y otra con diagnóstico de preeclampsia severa y cesárea a las 34 semanas) cursando su tercer embarazo. **Enfermedad actual:** paciente acude a consulta por presentar cefalea frontal pulsátil, desde hace 2 meses aproximadamente. Refiere que la intensidad ha progresado poco a poco, en este tiempo, desde un 3/10 hasta 6/10, en escala EVA. Además, refiere dolor torácico, tipo opresivo, de intensidad 3/10, de 2 horas de evolución, irradiado hacia el epigastrio. Tomó omeprazol 40 mg hace una hora, sin mejoría de la molestia. **Examen físico:** Presión arterial de primera toma: 148/95 mmHg; y, segunda toma (15 minutos después de la primera): 144/90 mmHg, frecuencia cardiaca 98 latidos por minuto. Peso: 78 kg; talla:156 cm; IMC: 32.05 kg/m². Resto de hallazgos relevantes. **Resultados de laboratorio:** (ver Tabla 1).

Tabla 1
Resultados de laboratorio

Parámetro	Valor obtenido
Biometría hemática:	
Leucocitos	9.360/mm ³
Neutrófilos	65%
Linfocitos	38%
Hemoglobina	13 g/dl
Hematocrito	42%
Plaquetas	250.000/mm ³
Química sanguínea:	
Glucosa	96 mg/dl
Úrea	17 mg/dl
Creatinina	1,2 mg/dl

TGO	54 U/L
TGP	58 U/L

Nota. Datos obtenidos de la historia clínica institucional, anonimizados para preservar la confidencialidad de la paciente.

Electrocardiograma: Supradesnivel del segmento ST, en derivaciones V3 y V4.

Evolución: La paciente fue ingresada para intervención endovascular y manejo de síndrome coronario agudo tipo STEMI. Recibió tratamiento inicial, con antiagregantes plaquetarios, anticoagulación y monitorización en unidad coronaria. Además, se estableció el diagnóstico de hipertensión arterial crónica y obesidad grado I, indicándose seguimiento estrecho en consulta externa de cardiología y medicina interna.

IV. DISCUSIÓN

Trastornos hipertensivos en el embarazo:

A nivel mundial, los trastornos hipertensivos relacionados al embarazo afectan al 5 a 10% de las gestantes en el mundo y son la causa más frecuente de morbilidad perinatal, neonatal y materna (Múnera et al., 2021). En América Latina, afectan al 8,3% de las mujeres embarazadas, representando una complicación grave para su salud y siendo responsable del 14% de las muertes maternas. (Gutiérrez et al., 2023). En Ecuador, representan aproximadamente el 27% de la mortalidad materna, lo que los posiciona como un problema prioritario de salud pública (MSP, 2022; INEC, 2023).

En el caso clínico presentado, una paciente con antecedente de preeclampsia severa evolucionó hacia hipertensión arterial crónica y síndrome coronario agudo. Este desenlace coincide con lo descrito por Álvarez et al. (2017), quienes demostraron que las mujeres con antecedentes de THE presentan entre 2,3 y 11 veces más riesgo de hipertensión crónica, además de una probabilidad significativamente mayor de enfermedad renal terminal e ictus. Del mismo modo, Stuart et al. (2018) evidenciaron en un estudio de cohorte que estas pacientes desarrollan con mayor frecuencia hipertensión crónica, diabetes tipo 2 e hipercolesterolemia, lo que aumenta su riesgo cardiovascular global.

En relación con las complicaciones cardiovasculares, el caso reportado se alinea con lo señalado por Behrens et al. (2016), quienes documentaron un incremento significativo en el riesgo de miocardiopatías, en mujeres con antecedentes de THE. Asimismo, Brohan et al. (2023) confirmaron la

asociación de la preeclampsia y la hipertensión gestacional con eventos cerebrovasculares, en especial hemorrágicos; mientras que, la hipertensión crónica se relaciona más con el accidente cerebrovascular isquémico. Aunque en nuestra paciente no se evidenciaron complicaciones neurológicas ni renales, la literatura revisada enfatiza la importancia de un seguimiento integral que contemple estas posibles secuelas.

Pronóstico:

La evidencia muestra que la recurrencia de los THE es cercana al 20%. La preeclampsia presenta la mayor probabilidad de recurrencia (13,8%), seguida de la hipertensión gestacional (8,6%) y del síndrome de HELLP (0,2%) (van Oostwaard et al., 2015). Además, el antecedente de preeclampsia predispone en gestaciones posteriores a restricción del crecimiento intrauterino, parto prematuro, desprendimiento placentario y muerte fetal (Palatnik et al., 2016). En el contexto de nuestra paciente, con edad materna avanzada y antecedentes obstétricos desfavorables, estos riesgos deben considerarse de manera prioritaria.

Comparativa con el caso clínico:

Los factores de riesgo observados en la paciente (edad >35 años, antecedentes de preeclampsia, obesidad, óbito fetal previo y hábitos tóxicos) coinciden con los descritos en la literatura como predictores de complicaciones a largo plazo. Dall'Asta et al. (2021) establecieron que la presencia de preeclampsia de inicio temprano y factores como obesidad o hábitos nocivos duplican o incluso triplican el riesgo de hipertensión crónica, diabetes tipo 2 y síndrome metabólico, en el seguimiento a diez años. De manera similar, Stuart et al. (2018) identificaron un incremento de riesgo de hipercolesterolemia, lo que podría haber favorecido en nuestra paciente la evolución hacia un síndrome coronario agudo.

Aporte del caso:

Este reporte constituye una contribución contextualizada al escenario ecuatoriano, donde los THE son una de las principales causas de mortalidad materna; sin embargo, la literatura sobre sus repercusiones a largo plazo, sigue siendo limitada. El caso descrito ilustra cómo las secuelas

cardiovasculares pueden manifestarse poco tiempo después del evento obstétrico, resaltando la urgencia de integrar programas de vigilancia posparto en el sistema de salud ecuatoriano.

Limitaciones:

Se reconoce que este estudio se basa en un único caso clínico y en una revisión narrativa, lo que limita la generalización de los hallazgos. No obstante, su fortaleza radica en la integración de la evidencia científica actual con la práctica clínica local, aportando un marco de referencia relevante para el diseño de estrategias de prevención y seguimiento en la región.

V. CONCLUSIONES

Los trastornos hipertensivos del embarazo (THE) representan una condición obstétrica con importantes repercusiones, a largo plazo, sobre la salud materna. El caso clínico presentado evidencia cómo una paciente con antecedente de preeclampsia severa evolucionó hacia hipertensión arterial crónica y síndrome coronario agudo, confirmando que los THE constituyen un factor predictor de enfermedad cardiovascular en etapas posteriores de la vida. La revisión de la literatura respalda que las mujeres con antecedentes de THE presentan un riesgo significativamente mayor de hipertensión crónica, enfermedad renal, complicaciones metabólicas y eventos cerebrovasculares, en comparación con la población general. Estos hallazgos resaltan la necesidad de integrar el seguimiento postparto en las políticas de salud pública, con énfasis en programas de control cardiovascular, prevención secundaria y promoción de estilos de vida saludables.

En el contexto ecuatoriano, donde los THE representan una proporción considerable de la mortalidad materna, la integración de protocolos de seguimiento que incorporen monitoreo de la presión arterial, perfil metabólico y evaluación del riesgo cardiovascular global constituyen una medida esencial para reducir las complicaciones y mejorar la salud. Asimismo, resulta prioritario fomentar la educación a la paciente sobre la importancia del control médico posterior al embarazo.

Como línea futura de investigación, se sugiere desarrollar estudios en población latinoamericana que permitan cuantificar con mayor precisión la carga de enfermedad cardiovascular y metabólica, asociada a los THE y evaluar la efectividad de estrategias preventivas adaptadas a este contexto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American College of Obstetricians and Gynecologists. (2020). Gestational hypertension and preeclampsia: ACOG practice bulletin, number 222. *Obstetrics & Gynecology*, 135(6), e237–e260. <https://doi.org/10.1097/AOG.0000000000003891>
- Álvarez-Álvarez, B., Martell-Claros, N., Abad-Cardiel, M., & García-Donaire, J. A. (2017). Trastornos hipertensivos en el embarazo: Repercusión a largo plazo en la salud cardiovascular de la mujer. *Hipertensión y Riesgo Vascular*, 34(2), 85–92. <https://doi.org/10.1016/j.hipert.2016.11.003>
- Behrens, I., Basit, S., Lykke, J. A., Ranthe, M. F., Wohlfahrt, J., Bundgaard, H., Melbye, M., & Boyd, H. A. (2016). Association between hypertensive disorders of pregnancy and later risk of cardiomyopathy. *JAMA*, 315(10), 1026–1033. <https://doi.org/10.1001/jama.2016.1869>
- Brohan, M. P., Daly, F. P., Kelly, L., McCarthy, F. P., Khashan, A. S., Kublickiene, K., & Barrett, P. M. (2023). Hypertensive disorders of pregnancy and long-term risk of maternal stroke: A systematic review and meta-analysis. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 229(3), 248–268. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2023.03.034>
- Dall'Asta, A., D'Antonio, F., Saccone, G., Buca, D., Mastantuoni, E., Liberati, M., Flacco, M. E., Frusca, T., & Ghi, T. (2021). Cardiovascular events following pregnancy complicated by pre-eclampsia with emphasis on comparison between early- and late-onset forms: Systematic review and meta-analysis. *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology*, 57(5), 698–709. <https://doi.org/10.1002/uog.22107>
- Gutiérrez-Rivera, M. A., López-López, A. E., & Durán-Pincay, Y. E. (2023). Hipertensión asociada a pacientes gestantes a nivel de Latinoamérica. *MQRInvestigar*, 7(1), 1510–1524. <https://doi.org/10.56048/MQR20225.7.1.2023.1510-1524>
- Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC). (2023). Estadísticas vitales: Nacimientos y defunciones 2022. Quito: INEC. <https://www.ecuadorencifras.gob.ec>
- Ministerio de Salud Pública (MSP). (2022). Boletín de mortalidad materna en Ecuador 2022. Quito: MSP. <https://www.salud.gob.ec>
- Múnera, A., Muñoz, E., & Ibarra, J. (2021). Hipertensión arterial y embarazo. *Revista Colombiana de Cardiología*, 28(1), 56–62. <https://doi.org/10.1016/j.rccar.2020.07.009>
- Palatnik, A., Grobman, W. A., & Miller, E. S. (2016). Is a history of preeclampsia associated with an increased risk of a small-for-gestational-age infant in a future pregnancy? *American Journal of Obstetrics & Gynecology*, 215(3), 355.e1–355.e6. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2016.03.01>

- Stuart, J., Tanz, L., Missmer, S., Rimm, E., Spiegelman, D., James-Todd, T., & Rich-Edwards, J. (2018). Hypertensive disorders of pregnancy and maternal cardiovascular disease risk factor development: An observational cohort study. *Annals of Internal Medicine*, 169(3), 224–232. <https://doi.org/10.7326/M17-2740>
- Van Oostwaard, M. F., Langenveld, J., Schuit, E., Papatsonis, D. N., Brown, M. A., Byaruhanga, R. N., Bhattacharya, S., Campbell, D. M., Chappell, L. C., Chiaffarino, F., Crippa, I., Facchinetti, F., Ferrazzani, S., Ferrazzi, E., Figueiró-Filho, E. A., Gaugler-Senden, I. P., Haavaldsen, C., Lykke, J. A., Mbah, A. K., Oliveira, V. M., ... Ganzevoort, W. (2015). Recurrence of hypertensive disorders of pregnancy: An individual patient data meta-analysis. *American Journal of Obstetrics and Gynecology*, 212(5), 624.e1–624.e17. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2015.01.009>
- World Health Organization. (2021). WHO recommendations for prevention and treatment of pre-eclampsia and eclampsia. Geneva: WHO. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241548337>

El núcleo esencial de los derechos colectivos.

The essential core of collective rights.

Hector Eduardo Tapia Tapia  0000-0003-1763-8302, Jéssica Marisol Vera Carrera²  0000-0001-7229-5205
hector.tapia@ucacue.edu.ec, jessica.veracrr@uanl.edu.mx,

¹Universidad católica de Cuenca, Azuay/Cuenca, Ecuador.
²Universidad Autónoma de Nuevo León, Nuevo León, México.

DOI 10.36500/atenas.4.005

Resumen

En el presente trabajo, se busca analizar cuáles son los derechos colectivos que amparan a los pueblos, comunidades y nacionalidades, mismos que son una consecuencia de una ardua lucha por la reivindicación de los mismos. Es de anotar que, a más del reconocimiento de los derechos colectivos es indispensable buscar su núcleo esencial, con la finalidad de que sean reconocidos, protegidos y fortalecidos.

Los derechos colectivos son una conquista importante de los pueblos, comunidades y nacionalidades; y, son importantes para su protección y desarrollo. El reconocimiento y protección del núcleo esencial de estos derechos es fundamental para garantizar su plena realización.

En caso de que existan una vulneración del derecho colectivo, el juzgador debe protegerlo, a través de un análisis basado en la búsqueda de su núcleo esencial. Éste, es el conjunto de elementos que son indispensables para su existencia y realización.

Abstract

This paper aims to analyze the collective rights that protect peoples, communities, and nationalities, which have emerged as the result of a long-standing struggle for the recognition of their rights. It is important to note that, beyond the mere acknowledgment of collective rights, it is essential to identify their core elements to ensure that they are recognized, protected, and strengthened.

Collective rights represent a significant achievement for peoples, communities, and nationalities, and they are fundamental for their protection and development. Recognizing and safeguarding the essential core of these rights is crucial to guarantee their full realization.

In cases of violations of collective rights, the adjudicator must protect them through an analysis focused on identifying their essential core. The essential core of a collective right comprises the set of elements that are indispensable for its existence and effective realization.

Palabras Claves – Derechos colectivos, Núcleo esencial, Pueblos y nacionalidades, Protección jurídica, Reivindicación
Keywords – Collective rights, Essential core, Peoples and nationalities, Legal protection, Vindication.

I. INTRODUCCIÓN

Los derechos humanos individuales se centran en la protección de los derechos de los individuos, independientemente de su grupo social o cultural. Sin embargo, estos derechos pueden no ser suficientes para proteger los intereses de las comunidades que viven en forma colectiva.

Los derechos colectivos protegen los intereses de los pueblos indígenas, las comunidades locales y otras minorías. Éstos, reconocen que las comunidades tienen derechos que van más allá de su concepción individual. Los derechos colectivos son importantes porque protegen los derechos de las comunidades más vulnerables, su supervivencia y recursos naturales; es porque las comunidades que viven en forma colectiva tienen una estrecha relación con el medioambiente, la sostenibilidad ambiental; además, porque éstos son importantes, ya que protegen la diversidad cultural, tradiciones e identidad comunitaria; y por último, su protección permite a estas comunidades mantener su control sobre los recursos naturales de forma sostenible.

El núcleo esencial de los derechos colectivos es el conjunto de elementos que son indispensables para su existencia y ejercicio. La protección del núcleo esencial es fundamental para garantizar la supervivencia y el desarrollo de los pueblos y comunidades. Sin dicho núcleo, los derechos colectivos serían ineficaces y los pueblos y comunidades estarían expuestos a la discriminación, la explotación y la destrucción de su cultura y su medioambiente.

Su determinación es una tarea compleja que requiere del análisis de los diferentes elementos que componen cada derecho. Este análisis debe tener en cuenta las características específicas de las comunidades y las circunstancias concretas en las que se ejercen.

II. MARCO TEÓRICO

EL NÚCLEO ESENCIAL

El concepto de “núcleo esencial” de un derecho fundamental se refiere a la parte central e indispensable de ese derecho, sin el cual su ejercicio no tendría sentido y se vería afectada la dignidad y la capacidad de desarrollo de una persona como ser humano. La Corte Constitucional de Colombia (1995), en su sentencia No. T-336/95 indica que *El núcleo esencial del derecho fundamental es el minimum de la dignidad racional, sin cuyo reconocimiento el hombre no puede vivir o desarrollarse como ser humano*. Esta noción resalta la importancia de proteger y preservar los aspectos

fundamentales de los derechos fundamentales, ya que éstos son esenciales para garantizar la dignidad y el bienestar de las personas.

En otras palabras, el núcleo esencial de un derecho fundamental representa su parte más importante, que no debe ser violada o restringida de manera que impida a una persona vivir con dignidad o desarrollarse como individuo. Los sistemas legales suelen reconocer la importancia de salvar este núcleo esencial, incluso cuando puedan existir restricciones legítimas a los derechos en determinadas circunstancias.

Proteger el núcleo esencial de los derechos fundamentales es primordial para garantizar la promoción y protección de los derechos humanos en una sociedad y asegurar que las personas puedan vivir con dignidad y desarrollarse plenamente.

LOS DERECHOS DE LAS COMUNIDADES, PUEBLOS Y NACIONALIDADES.

Son un conjunto de derechos que no se ejercen a nivel individual; sino que, son aplicables a un colectivo o grupo social en su conjunto. Douglas Quintero (2017), indica que *Los derechos colectivos son un conjunto de derechos específicos y especiales, cuyo titular no es un individuo, como es el caso de los derechos individuales, sino un colectivo o grupo social*. Por lo tanto, los derechos colectivos pueden estar destinados a proteger los intereses, la cultura, la identidad y otros aspectos fundamentales de comunidades, pueblos indígenas, minorías étnicas, grupos religiosos, entre otros.

Estos derechos son una parte importante del derecho internacional y buscan garantizar que los colectivos o grupos no sean discriminados o marginados en función de su identidad cultural, étnica, religiosa o cualquier otro atributo colectivo. Los derechos colectivos desempeñan un papel fundamental en la protección y preservación de la identidad cultural, las prácticas tradicionales de conservación de las tierras comunitarias y la forma tradicional de organización de los pueblos que han sido históricamente diferenciados y que a menudo han experimentado actos de racismo y discriminación.

Los derechos colectivos reconocen que no se puede garantizar el ejercicio completo de los derechos humanos individuales en situaciones en las que existe discriminación sistemática y marginación. Por ello, con acertada claridad Douglas Quintero (2017), manifiesta que “*Los Derechos Colectivos garantizan el desarrollo y preservación de la identidad cultural, las prácticas tradicionales*

de conservación de las tierras comunitarias y la forma tradicional de organización de los pueblos, cultural e históricamente diferenciados”. Por lo tanto, se establecen para proteger y empoderar a estos colectivos, permitiéndoles preservar su identidad cultural, sus tierras tradicionales y su forma de vida; y, promoviendo su participación y autorrealización en la sociedad.

Al proteger y promover los derechos colectivos, se busca corregir las injusticias históricas y crear un entorno en el que todos los individuos, incluidos aquellos que pertenecen a colectivos marginados, puedan disfrutar plenamente de sus derechos humanos.

Los pueblos indígenas: La comunidad internacional reconoce la importancia de proteger los derechos de los pueblos indígenas y ha establecido normas y acuerdos internacionales para garantizar su preservación y empoderamiento. En el caso ecuatoriano existen las siguientes nacionalidades: Chachis, Epera, Tsáchila, Zapara, Shuar, Shiwiar, Secoya, Siona, Andoa, Achuar, Waorani, Cofan, Awa, entre otras.

Los montubios: Son un grupo cultural que se ha desarrollado en la región costera de Ecuador y que tiene raíces históricas en la mezcla de diversas culturas y grupos étnicos, incluyendo nativos, negros, mestizos y españoles. Su identidad cultural y sus tradiciones se han forjado a lo largo de la historia y reflejan una mezcla única de influencias.

Los afrodescendientes: Los afroecuatorianos son los descendientes de los esclavos africanos que fueron llevados a América durante el período de la esclavitud. Su presencia en lo que hoy es Ecuador, data desde hace más de 500 años, incluso antes de que existiera la República del Ecuador como tal, cuando la región era parte de la Real Audiencia de Quito.

Los cholos: El pueblo cholo es un colectivo humano originario de la región litoral del Ecuador y es el descendiente directo de las sociedades prehispánicas que habitaron esta área geográfica. Esta población se extiende por varias provincias costeras del Ecuador, incluyendo Manabí, Santa Elena, Guayas, Los Ríos y El Oro.

DERECHOS COLECTIVOS: DERECHO A LA IDENTIDAD.

La identidad es un concepto fundamental que se refiere a las características propias que distinguen a una persona o grupo de otras personas o grupos. La identidad puede ser individual,

relacionada con la percepción de uno mismo; y, también, puede ser colectiva, relacionada con la percepción de pertenencia a un grupo o comunidad.

Para Gonzalo Aguilar (2006) “Estos pueblos reivindican el derecho a definirse ellos mismos a través de la autodefinición y del autor reconocimiento”. El reconocimiento de la auto identificación como un “elemento definidor decisivo” es esencial para que los pueblos indígenas participen en la determinación de sus propios derechos y en la toma de decisiones que les afectan.

Negar a las poblaciones indígenas el derecho a definirse a sí mismas sería una limitación a su libertad y autodeterminación; por ello, con meridiana claridad Gonzalo Aguilar (2006), manifiesta que: *El reconocimiento de sus derechos de grupo implica el respeto de su identidad étnica, libremente determinada por ellos mismos*. Al respetar la auto identificación y el auto reconocimiento, se reconoce su diversidad étnica y cultural; y, se les otorga el derecho a ser diferentes y a vivir de acuerdo con sus propias tradiciones y cosmovisiones.

En el núcleo esencial de derechos a la identidad de las comunidades, pueblos, nacionalidades lo encontramos:

Pertenencia étnica: La pertenencia étnica se refiere a la identificación y afiliación de una persona a un grupo étnico específico. Para Eduardo Terren (2002): *La etnicidad es un criterio de pertenencia basado en un conjunto de ideas, símbolos y sentimientos constantemente recreados y redefinidos en la práctica cotidiana*”. La pertenencia étnica se basa en la auto identificación de una persona como miembro de un grupo étnico particular debido a su ascendencia, herencia cultural y sentido de pertenencia a ese grupo.

Identidad cultural: La identidad cultural está compuesta por un conjunto de características que distinguen a un grupo social, comunidad o pueblo de otros, se manifiesta cuando las personas dentro de un grupo se reconocen y se identifican entre sí como miembros de ese grupo. Los valores y creencias son componentes fundamentales de la identidad cultural.

Saberes ancestrales: Los saberes ancestrales se refieren a los conocimientos y prácticas tradicionales que son transmitidos de generación en generación dentro de una comunidad o grupo cultural específico. Para Atahualpa Oviedo Freire (2011) “*Los saberes ancestrales o tradicionales también han sido y se los representa desde una visión “culturalista”, con rasgos esencialistas o*

fundamentalistas”. Estos saberes se han desarrollado a lo largo de muchas generaciones y están arraigados en la historia y la experiencia de una comunidad en particular.

Estos saberes ancestrales son valiosos no solo para las comunidades que los poseen; sino también, para la humanidad en su conjunto, ya que a menudo ofrecen perspectivas únicas sobre la relación entre las personas y su entorno; así como, soluciones a desafíos contemporáneos, como la conservación del medio ambiente y la atención médica natural.

Forma de organización social: Estas organizaciones se crean con el propósito de promover y preservar la cultura, tradiciones, intereses y bienestar de un grupo étnico específico. Suelen estar compuestas por individuos que comparten una herencia cultural común, lengua, religión o una combinación de estos elementos. Las organizaciones étnicas pueden tener una variedad de objetivos, que incluyen la preservación cultural, la promoción de los derechos y el bienestar, el fomento de la comunidad, la educación y concienciación; y, la solidaridad y apoyo mutuo.

DERECHOS COLECTIVOS: DERECHO A NO SER OBJETO DE RACISMO.

El racismo es una ideología, actitud o comportamiento que se basa en la creencia de que ciertas razas son inherentemente superiores o inferiores a otras. Para Judith Salgado (2004) *“Más grave aún es que la discriminación, el racismo y la xenofobia sean parte de la vivencia cotidiana de millones de seres humanos en el mundo actual”*. El racismo es la manifestación de intolerancia más elevado que puede existir entre las relaciones interpersonales de la humanidad. Es un odio visceral a otra persona o grupo de personas por motivos étnicos, especialmente.

Para comprender mejor este derecho, debemos partir de la conceptualización de la “cláusula de no discriminación”, que significa el respetar y garantizar los derechos que estén en análisis en un momento determinado. El derecho a no ser objeto de racismo consiste en ser aceptado en el entorno en que se encuentre y a tener las mismas oportunidades que los demás, sin prejuicios de ningún tipo. Al núcleo esencial lo encontramos en:

Tolerancia: La tolerancia consiste en encontrar armonía en la diferencia; implica no solo reconocer la diversidad; sino también, fomentar un ambiente donde esta diversidad se valore y se considere como un factor enriquecedor, en lugar de ser motivo. Como indica Natalia Vozzi (2011): *“La tolerancia consiste en la armonía en la diferencia”*. La tolerancia hacia la diversidad racial y étnica

implica aceptar, respetar y valorar a todas las personas, independientemente de su origen o características raciales.

No discriminación: La no discriminación por motivos étnicos implica tratar a todos los individuos con igualdad, justicia y dignidad, sin importar su ascendencia, raza o cultura, es decir basa en el reconocimiento y la valoración de la diversidad étnica como un aspecto enriquecedor de la sociedad. Reconocer y valorar la diversidad étnica implica también la apreciación de las diferentes culturas y tradiciones, promoviendo un ambiente inclusivo que celebre las diferencias y fomente el entendimiento mutuo.

Respeto: El respeto a la diversidad étnica se refiere a reconocer, valorar y apreciar las diferencias culturales, tradiciones, idiomas, costumbres y formas de vida de los distintos grupos étnicos dentro de una sociedad. Para Mariano Fernández Eguita (2001) *“Implica aceptar la cultura, cualesquiera que sea su origen y su forma”*. Por lo expuesto, se debe aceptar y entender que existen múltiples identidades étnicas y que cada una de ellas aporta riqueza y variedad, a la sociedad en su conjunto.

DERECHOS COLECTIVOS: DERECHO A LOS CONOCIMIENTOS COLECTIVOS.

Los conocimientos colectivos se refieren al conjunto de saberes, información, experiencias y entendimientos que son compartidos y acumulados por un grupo o comunidad en particular. Para Herrera Vázquez y Rodríguez Yunta (2004) los derechos colectivos son *“todo el conjunto de conocimientos de un pueblo, su visión del mundo y su explicación del orden del universo”*. Los conocimientos colectivos ancestrales se refieren a la acumulación de saberes, técnicas, prácticas y tradiciones transmitidas de generación en generación dentro de una comunidad o grupo social, a lo largo del tiempo. Para el Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos (2016) *“Estos conocimientos tradicionales pueden referirse a aspectos ecológicos, climáticos, agrícolas, medicinales, artísticos, artesanales, pesqueros, de caza, entre otros, mismos que han sido desarrollados a partir de la estrecha relación de los seres humanos con el territorio y la naturaleza”*. Estos conocimientos se basan en la experiencia acumulada durante períodos extensos y están arraigados en la historia y la cultura de ese grupo específico.

Para comprender el derecho a los conocimientos colectivos de los pueblos y nacionalidades, se lo tiene que buscar en el núcleo esencial:

La etnomatemática: La etnomatemática es el estudio de las matemáticas en el contexto de diferentes culturas. Para Tatiana E. Vergara y Verónica Albanese (2017) “*Se trata de un enfoque interdisciplinario que abarca la antropología, la educación matemática, la historia de las matemáticas y la filosofía de las matemáticas*”, mismos que podemos resumirlos en etno, que significa pueblo; es decir, una relación con los pueblos; Mathema, conocimiento o comprensión; es decir, explicar, aprender, conocer; y, Ticas; son los modos, estilos, técnicas. En resumen, son las formas de pensar, de hacer y comunicar, de los diversos grupos socioculturales.

La ecología de saberes: La ecología de saberes es un enfoque epistemológico que propone un diálogo entre los diferentes saberes, incluyendo los saberes científicos, los tradicionales y los populares. Este diálogo se basa en el respeto por la diversidad cultural y el reconocimiento de la validez de todos los saberes. Según Tatiana E. Vergara y Verónica Albanese (2017) “*La ecología de saberes asume que las interacciones entre seres humanos y con la naturaleza suponen más de una forma de conocimiento*”. Este diálogo se basa en el respeto por la diversidad cultural y el reconocimiento de la validez de todos los saberes.

DERECHOS COLECTIVOS: DERECHO A LA PROPIEDAD IMPRESCRIPTIBLE DE LAS TIERRAS COMUNITARIAS.

El derecho a la propiedad imprescriptible de las tierras comunitarias se refiere al reconocimiento legal y protección de la propiedad colectiva sobre ciertas tierras por parte de comunidades indígenas, tribales o campesinas. Este derecho implica que estas comunidades tienen el derecho inherente y permanente a poseer, ocupar y usar estas tierras de acuerdo con sus tradiciones, prácticas culturales y necesidades de subsistencia; y que, este derecho no puede ser arrebatado por terceros a lo largo del tiempo (es decir, no puede ser adquirido por prescripción).

La propiedad imprescriptible de las tierras comunitarias significa que las comunidades tienen la garantía legal de conservar y preservar sus territorios ancestrales, lo que les permite continuar con sus prácticas culturales, mantener su relación con la tierra y los recursos naturales; y, asegurar su subsistencia, sin el temor de perder sus tierras. por prescripción u otros medios legales. El núcleo esencial sería:

Demarcación y titularización: La demarcación y titulación de tierras comunitarias se refiere al proceso mediante el cual se delimitan y se otorgan títulos de propiedad legal a las tierras que son tradicionalmente utilizadas y ocupadas por comunidades indígenas, tribales o campesinas.

Para Eliana Funes la demarcación y titularización comprende (2018) *“La condición dominial que ostente dicho territorio demarcado, tendiente a la efectiva instrumentación del reconocimiento constitucional de la posesión y propiedad comunitaria”*. La demarcación implica la delimitación geográfica precisa de los territorios que las comunidades han ocupado y utilizado históricamente. Por otro lado, la titularización implica la entrega de títulos de propiedad legales a las comunidades sobre esas tierras demarcadas. Al núcleo esencial lo encontramos:

Uso de los recursos naturales: El uso de los recursos naturales en tierras comunitarias se refiere a la manera en que las comunidades indígenas, tribales o campesinas utilizan y gestionan los recursos naturales presentes en sus territorios para satisfacer sus necesidades de subsistencia, culturales, económicas y sociales. Como indica Anne Deruyttere (2013) *“El derecho a la tierra y los recursos naturales no se refiere a la tierra sólo como medio de producción y sustento económico sino, lo que es más importante, como territorio que define el espacio cultural y social necesario para la sobrevivencia física y cultural del grupo”*.

Participación en una consulta previa: La participación en una consulta previa e informada es un proceso mediante el cual se busca obtener el consentimiento y la opinión de comunidades indígenas, tribales u otros grupos étnicos sobre decisiones o proyectos que puedan afectar directamente sus derechos, tierras, recursos naturales o formas de vida. Como indican Roger Merino y Carlos Quizhpe (2018) Es el *“Proceso de “diálogo” entre el Estado y los pueblos (sin intervención de las empresas) mediante el cual el Estado consulta a los pueblos respecto de su opinión sobre dispositivos legales o administrativos que puedan afectar derechos colectivos indígenas”*.

DERECHO COLECTIVO: DERECHO A LA CONSULTA PREVIA.

El derecho a la consulta previa es un principio fundamental reconocido en el ámbito internacional y en muchos sistemas jurídicos nacionales. Respecto del derecho a la consulta previa la Comisión Nacional de los Derechos Humanos de México, (2016) *“Es el derecho de participación de los pueblos indígenas en situaciones que impliquen una afectación a ellos y a sus derechos”*. Se refiere al derecho de ciertos grupos, especialmente comunidades indígenas, tribales o afrodescendientes, a ser

consultados de manera significativa y de buena fe antes de que se tomen decisiones o se realicen acciones que puedan afectar directamente sus derechos, territorios o recursos.

En el caso de Ecuador, la consulta previa está consagrada en la Constitución y en leyes específicas que reconocen los derechos de las comunidades indígenas, afroecuatorianas y montubias sobre sus territorios. Este proceso de consulta debe realizarse antes de emprender proyectos, políticas o actividades que puedan impactar sus derechos colectivos, culturales, sociales o territoriales. Al núcleo esencial lo encontramos:

Consulta precedente: La consulta debe ser realizada a la comunidad – Indígena, montubia, chola o afroecuatoriana-, antes de emprender proyectos, normativos, político o actividades que puedan impactar sus derechos colectivos, culturales, sociales o territoriales. Como indica Mena y Hinestroza (2014) *“La comunidad se prepara con información y donde se concierta la forma como se va a realizar la consulta”*

Consulta libre: Implica asegurar que estos grupos tengan la oportunidad de participar en decisiones que puedan impactar sus vidas, culturas, territorios y recursos; y que, dicha participación sea libre de coerción o presiones externas. Hanna (2013), señala que *“Libre significa que no debe existir coacción, intimidación o manipulación por las compañías o gobiernos, y si una comunidad dice ‘no’ no debe haber represalias”*.

Consulta informada: Es un proceso en el que se asegura que las comunidades afectadas por decisiones, proyectos o políticas tengan acceso a toda la información relevante y necesaria de manera comprensible y transparente. Este proceso es fundamental en el contexto de la consulta previa a comunidades indígenas, afrodescendientes y otras comunidades tradicionales. La Organización de las Naciones Unidas (2011), al respecto indica que *“Los pueblos indígenas deben disponer de tiempo suficiente para realizar su propio proceso de adopción de decisiones y participar en las decisiones tomadas en consonancia con sus prácticas culturales y sociales”*

Consulta pertinente: En el contexto de los derechos de los pueblos indígenas y comunidades tradicionales, una consulta se considera pertinente cuando se lleva a cabo de manera adecuada y oportuna, abordando temas específicos que puedan afectar los derechos, territorios, recursos o aspectos culturales de estas comunidades. Al decir de Gloria Amparo Rodríguez (2011) las consultas deben

“Deben permitir identificar diversos intereses y visiones” es decir los temas deben ser pertinentes para la comunidad”.

DERECHOS COLECTIVOS: DERECHO A LA BIODIVERSIDAD Y ENTORNO FAMILIAR.

La diversidad biológica de los territorios en que se asientan las comunidades, pueblos y nacionalidad indígenas- serranía y oriente-; así como, los territorios donde se asientan mayoritariamente el pueblo montubio -campo de la costa-, el pueblo cholo -rivers de los mares-; y, el pueblo afrodescendiente -Esmeraldas y Chota, especialmente-, hace que pensemos en que estos pueblos tienen una biodiversidad que les pertenece y que, partiendo de ello, se transforma en su entorno familiar. Según la Comisión de Derechos Humanos de México (2016) señala que *“La biodiversidad, también conocida como diversidad biológica, comprende todas las formas de vida existentes, es decir, la variabilidad de organismos vivos”*

El entorno familiar se refiere al grupo de personas que comparten un lazo emocional, ya sea por vínculos biológicos, adoptivos o de otro tipo y que conviven juntas, formando un ambiente de afecto, cuidado y protección mutua. Este grupo puede incluir padres, hijos, hermanos, abuelos u otros parientes que residen en el mismo hogar o mantienen una conexión estrecha y afectuosa, independientemente de la estructura específica de la familia. El núcleo esencial lo encontramos:

Valor biodiverso: Hace referencia al conjunto de beneficios y la importancia intrínseca que posee la diversidad biológica en un ecosistema determinado. La biodiversidad se refiere a la variedad de formas de vida existentes, incluyendo la diversidad de especies de plantas, animales, microorganismos y los ecosistemas donde viven. Para Marisol Aguilera y Juan Silva (1997) *“Comprende la diversidad genética, que se refiere a la variación heredable (de los genes) dentro y entre poblaciones de organismos; la diversidad de especies y la diversidad de los ecosistemas”*.

Bienestar y equilibrio biósfero: El bienestar biósfero se relaciona estrechamente con la salud y la prosperidad general de la biósfera; es decir, del conjunto de ecosistemas y formas de vida en el planeta Tierra. El equilibrio biosféro implica un estado en el que los diferentes componentes de la biósfera, como los ecosistemas, la diversidad biológica, los ciclos biogeoquímicos y otros procesos naturales, se mantienen en un estado de relativa estabilidad dinámica. Al respecto Voigt (1987),

manifiesta: *“Este equilibrio es lábil, y oscila en torno a una situación media en tanto en cuanto no se modifiquen por completo las condiciones del medio ambiente”*

Capital natural: Este concepto se utiliza para resaltar la importancia de los recursos naturales como una forma de capital, similar al capital financiero o humano. El capital natural proporciona una amplia gama de beneficios y servicios, conocidos como servicios ecosistémicos, que son vitales para el bienestar humano y el funcionamiento de la sociedad. Para Gómez-Baggethun (2008) *“El capital natural engloba todos aquellos procesos e interacciones del funcionamiento del ecosistema que determinan su integridad y resiliencia ecológica”*.

DERECHOS COLECTIVOS: DERECHO A LA ORGANIZACIÓN SOCIAL PROPIA.

Este derecho reconoce la autonomía y la capacidad de autodeterminación de estos grupos para establecer y mantener sus propias instituciones sociales, políticas, culturales y económicas dentro de sus comunidades. Incluye el derecho a tomar decisiones internas, administrar recursos naturales, preservar y desarrollar sus identidades culturales y mantener su forma de vida tradicional. Al respecto, la Constitución de la República del Ecuador (2008) indica que este derecho se basa en *“Conservar y desarrollar sus propias formas de convivencia y organización social y de la generación de autoridad, en sus propios territorios”*.

Una característica común entre los pueblos indígenas es su deseo de preservar sus tradiciones y formas de vida y a menudo buscan ser representados por líderes y organizaciones tradicionales que son distintas de las estructuras de poder de la sociedad o cultura dominante. Este derecho se fundamenta en el respeto a la diversidad cultural y busca proteger la integridad de las comunidades, garantizando su participación en la toma de decisiones que afectan sus vidas y entornos. El núcleo esencial está en:

Organización comunitaria: La organización comunitaria se refiere al proceso mediante el cual los miembros de una comunidad se unen y se organizan para trabajar en conjunto, identificar y abordar problemas o necesidades comunes; así como, para promover el bienestar y el desarrollo de su comunidad en general. Para Stocel, Sinigui & Rojas (2013) *“La organización propone diferentes procesos de formación en el manejo territorial, la conformación de cabildos indígenas y la proyección comunitaria”*.

La autoridad comunitaria: La autoridad comunitaria se refiere a la figura o estructura de liderazgo existente dentro de una comunidad que tiene la responsabilidad de representar, dirigir o tomar decisiones en nombre del colectivo. Aguilar y Medina (2013) plantea que *“La concepción de autoridad comunitaria guarda una visión colectiva de autoridad representada en espacios ampliados como la asamblea”*. Esta autoridad puede variar en su naturaleza y alcance dependiendo de la cultura, tradiciones y sistemas de gobierno propios de cada comunidad.

La decisión comunitaria: La decisión en las comunidades se toman por mayoría simple; las autoridades comunitarias una vez que someten a deliberación un tema determinado y consideran que está suficientemente analizado someten a votación en la asamblea comunitaria. Según Aguilar y Medina (2013) *“Se toman decisiones mediante acuerdos, ahí no hay mayorías ni minorías”*.

Obligatorio cumplimiento: Los integrantes de la asamblea comunitaria y todos los que pertenezcan a la comunidad hayan o no participado en la deliberación, tiene la obligación de acatar y cumplir la resolución tomada.

DERECHOS COLECTIVOS: DERECHO A UNA EDUCACIÓN INTERCULTURAL BILINGÜE.

La educación bilingüe es un tipo de educación que se imparte en dos lenguas; generalmente, una lengua materna y una segunda lengua. El objetivo de la educación bilingüe es que los estudiantes sean competentes en ambas lenguas y que puedan usarlas para comunicarse y aprender en una variedad de contextos. López y Kuper (1999), indica que *La educación bilingüe recibe ahora la denominación de intercultural para referirse explícitamente a la dimensión cultural del proceso educativo y a un aprendizaje significativo social y culturalmente situado*. El núcleo esencial lo encontramos:

La interculturalidad: La interculturalidad es el proceso de comunicación e interacción entre personas o grupos con identidades culturales específicas diferentes, donde no se permite que las ideas y acciones de una persona o grupo cultural esté por encima del otro, favoreciendo en todo momento el diálogo, la concertación y, con ello, la integración y convivencia enriquecida entre culturas.

El bilingüismo: Se basa en el reconocimiento de la diversidad cultural y lingüística de los pueblos indígenas y afrodescendientes; busca que los niños y niñas de estos pueblos tengan acceso a una educación de calidad que les permita desarrollar su identidad y cultura; al mismo tiempo, que

adquieren las competencias necesarias para participar plenamente en la sociedad. Para Alberto Cornejo (2008) *“Educación Intercultural Bilingüe busca promover, valorar y recuperar las diferentes culturas y lenguas de las nacionalidades y pueblos indígenas”*.

Respeto a los conocimientos ancestrales: Este conocimiento es una fuente de sabiduría y resiliencia para los pueblos indígenas y también puede ser de gran valor para la sociedad en general: i) utilización de sus lenguas y tradiciones, y a practicar sus religiones; ii) Aprender los conocimientos ancestrales es aprender sobre ellos.

DERECHOS COLECTIVOS: DERECHO A TENER SUS PROPIOS MEDIOS DE COMUNICACIÓN.

Se basa en el derecho a la libertad de expresión, que es un derecho humano fundamental. Los medios de comunicación son una herramienta esencial para la expresión y la difusión de información; son particularmente importantes para los pueblos indígenas que a menudo enfrentan discriminación y exclusión. Su núcleo esencial está en: Promover la comprensión intercultural; es decir, que los medios de comunicación pueden ayudar a promover la comprensión entre los pueblos y la sociedad en general; y en defender los derechos de los pueblos: Los medios de comunicación pueden ayudar a defender los derechos de los pueblos indígenas, informando sobre las violaciones de derechos y abogando por el cambio.

DERECHOS COLECTIVOS: DERECHO A LA VESTIMENTA, SÍMBOLOS Y EMBLEMAS IDENTITARIOS.

La importancia de este derecho radica en que permite a los pueblos y nacionalidades expresar su identidad cultural y sus valores. La vestimenta, símbolos y emblemas son elementos que forman parte de la cultura de estos pueblos; les permiten transmitir su historia, sus creencias y sus tradiciones a las generaciones futuras. Para Barth, (1976) *“El significado de portar esta vestimenta es parte de un proceso de autoadscripción y de adscripción por los otros”*. El núcleo esencial sería:

La expresión de su identidad: La expresión de la identidad cultural de los pueblos a través de la vestimenta, los símbolos y los emblemas es un derecho fundamental. Ayuda a los pueblos a reafirmar su identidad cultural y a transmitir su historia, sus creencias y sus tradiciones a las generaciones futuras.

Construcción de una sociedad intercultural, mismos que se traducen en ayudar a promover el conocimiento y el respeto de las diferentes culturas; ayudar a promover el diálogo y la interacción entre personas de diferentes culturas; y, en ayudar a promover la igualdad y la justicia social.

DERECHOS COLECTIVOS: DERECHO A NO SER REMPLAZADOS DE SUS TIERRAS ANCESTRALES.

Los pueblos, comunidades y nacionalidades tienen una relación especial con sus tierras y territorios ancestrales. Estas tierras son fundamentales para su identidad cultural, su modo de vida y su bienestar económico. La tierra está vinculada a su modo de vida basada en la dignidad y autonomía.

Protección: La protección está basada en el reconocimiento legal de los derechos de los pueblos indígenas sobre sus tierras ancestrales; así como, en la creación de mecanismos para que los pueblos indígenas participen en la toma de decisiones sobre sus tierras ancestrales; y, por último, en la protección de las tierras ancestrales de la apropiación ilegal, la contaminación y la destrucción.

Reconocimiento: El reconocimiento de las tierras ancestrales es el proceso de reconocer los derechos de los pueblos ancestrales sobre sus tierras y territorios tradicionales, mismos que se traducen cuando los gobiernos reconocen legalmente los derechos de los pueblos a través de la Constitución o leyes sobre la materia.

DERECHOS COLECTIVOS: DERECHO PROPIO O CONSUETUDINARIO.

El derecho propio o consuetudinario es un sistema jurídico dinámico que se adapta a las necesidades cambiantes de la comunidad. El derecho propio o consuetudinario se basa en la idea de que la comunidad tiene un papel importante en la aplicación de la ley. Los líderes tradicionales, como los ancianos o los jefes, son responsables de interpretar y aplicar las normas consuetudinarias. Para la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (2004) *“El Derecho consuetudinario es un conjunto de costumbres, prácticas y creencias que los pueblos indígenas y las comunidades locales aceptan como normas de conducta obligatorias y que forma parte intrínseca de sus sistemas sociales y económicos y su forma de vida. Su núcleo esencial sería:*

La costumbre y tradición: La costumbre es una práctica o comportamiento que se ha seguido durante mucho tiempo y que se considera obligatorio. La tradición es una creencia o práctica que se transmite de generación en generación.

La oralidad: Las normas y principios del derecho propio o consuetudinario se transmiten de generación en generación a través de la palabra oral, facilitando la transmisión de las normas y principios consuetudinarios, preservando su cultura y la identidad.

La gobernanza: Este sistema de gobernanza refleja la cultura y la forma de vida de los pueblos y les permite gobernarse a sí mismos y administrar sus propias tierras y recursos, plasmados en reflejar la cultura y la forma de vida de los pueblos; proteger los derechos de los pueblos; y la contribución a la diversidad cultural.

III. METODOLOGÍA Y CÁLCULOS

En el presente trabajo, se utilizó la metodología de análisis documental, el mismo que se basó en autores claves; es decir, el análisis crítico a los documentos teóricos escogidos. Se examinaron las propuestas indicadas en la discusión, por tener una influencia en este campo de estudio y por ser representativas; el análisis se lo realizó a partir de las dimensiones de críticas recibidas, aplicación en la práctica y la conceptualización.

Tabla 1.

Elementos clave de la metodología documental según Bowen (2009)

ASPECTO	DESCRIPCIÓN
Definición	El análisis documental es una técnica cualitativa que implica la revisión sistemática y la interpretación de documentos, con el fin de generar conocimiento.
Tipo de investigación	Cualitativa; aunque puede complementar estudios mixtos o cuantitativos como fuente secundaria.
Fuentes documentales	Documentos públicos (informes, actas), privados (cartas, diarios), institucionales, artículos científicos, literatura técnica y bases legales.

Propósito	Comprender fenómenos, desarrollar categorías analíticas, generar hipótesis o construir teoría (como en la teoría fundamentada).
Etapas del análisis	1. Recolección de documentos 2. Evaluación de autenticidad y relevancia 3. Codificación 4. Análisis de contenido 5. Interpretación crítica
Técnicas utilizadas	Codificación temática, análisis de contenido, triangulación con otras técnicas (como entrevistas u observación).
Ventajas	Accesible, económico, permite el análisis retrospectivo, no intrusivo, útil para estudios históricos o teóricos.
Limitaciones	Posible sesgo en los documentos, necesidad de evaluar la credibilidad, interpretación subjetiva del investigador.
Ejemplo de aplicación	Análisis de políticas públicas, mediante la revisión de normativas y planes institucionales archivados.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Tabla 2.

Síntesis de estudio de revisión bibliográfica

AUTOR Y AÑO	PROPÓSITO	RESULTADO	HALLAZGO
Josefina Aguilar / Angel Mejia- 2013	Evidenciar la vigencia de la organización política de origen ancestral, como las que perviven en las nacionalidades y pueblos, basadas en una visión colectiva de la comunidad, considerando que ahí desarrollan el ejercicio de autoridad tomando como principio el consenso comunal a través del diálogo, en contraposición a la democracia representativa que promueve únicamente el fortalecimiento del individuo – ciudadano	El planteamiento de los desafíos de la plurinacionalidad, como una condición jurídica práctica anterior a la interculturalidad, constituye el pilar fundamental para fortalecer las formas propias orgánicas de los pueblos y nacionalidades	En la participación comunitaria no cabe la imposición de las mayorías frente a las minorías, el diálogo es el mecanismo para lograr el consenso
Organización Mundial de la Propiedad Intelectual- 2016	Al considerar la relación entre las leyes y prácticas consuetudinarias y las leyes convencionales de P.I. pueden plantearse cuestiones similares, así como al decidir las formas	La protección efectiva de los conocimientos tradicionales no puede asegurarse únicamente a escala internacional	Para la protección de los conocimientos tradicionales es crucial adoptar leyes y elaborar políticas que capaciten a los pueblos indígenas y

adecuadas de protección de los conocimientos tradicionales contra su uso y apropiación indebidos.

las comunidades locales a ejercer el control sobre sus conocimientos tradicionales con arreglo al Derecho consuetudinario

Marisela Mena
Valencia/
LIsneider
Hinestroza
Cuesta- 2014

La consulta previa es un derecho y un mecanismo de participación de los grupos étnicos, sin embargo, no es eficaz, ni constituye un medio adecuado para proteger los derechos constitucionales de comunidades

A través de la consulta se generan espacios de participación real y efectiva de las comunidades negras, para que puedan concertar sobre las medidas necesarias para mitigar los impactos negativos que se den con la ejecución de una obra, proyecto o actividad en sus territorios.

La consulta previa no es un mecanismo eficaz de protección de los derechos de las minorías étnicas en el departamento del Chocó, en gran parte por la escasa participación que se brinda a las comunidades en el proceso

Eduardo Terren-
2002

Comprender bien la dinámica de la etnicidad y elaborar un modelo teórico de su funcionamiento que sea empíricamente contrastable es uno de los retos inexorables de la sociología de las relaciones

Tras el primer giro experimentado en este campo con el abandono del paradigma biológico de la raza, se impone ahora profundizar en un segundo giro que obligue a abandonar las

Más allá del debate entre las visiones primordialista e instrumentalista de la identidad étnica, este trabajo presenta una serie de reflexiones en torno

étnicas	visiones esencialistas de la etnicidad y a forjar visiones más complejas de los fenómenos ligados a la reproducción cultural de los grupos minoritarios.	a la necesidad de que el análisis sociológico de los fenómenos ligados a la pertenencia étnica asuma una visión de la dinámica cultural y de la formación de la identidad que permita una concepción más compleja y multidimensional del funcionamiento de la etnicidad.
---------	--	--

Mariano Fernandez-2001	La institución escolar, nacida con fines asimilacionistas, se enfrenta ahora al reto de responder a la multiculturalidad, una vez que pasamos de la asimilación a la tolerancia y de ésta al reconocimiento.	En contra del tópico nacionalista romántico, el camino no va de la cultura a la nación sino más bien el revés.	El sistema educativo afronta hoy el reto de ofrecer la mejor educación, desde el respeto y el reconocimiento, a los que tienen por lengua materna la del lugar y a los que no, a minorías largamente ignoradas y ahora repentinamente incorporadas a marchas forzadas y a inmigrantes de
---------------------------	--	--	--

segunda generación
que proceden de
entornos
radicalmente
distintos en sus
condiciones
materiales de
existencia, su modo
de vida y su visión
del mundo

Eliana Funes- 2018	La escasa cantidad de comunidades con relevamiento territorial y las limitaciones de éste como herramienta en la defensa de sus derechos nos llevan a cuestionar la política estatal en la materia.	Se parte del supuesto de que el Estado realiza limitadas concesiones a los grupos dominados en pos de conservar la dominación política a largo plazo, evitando poner en juego la estructura de poder	Las tomas de posición del Estado y las repercusiones en su interior darán como resultado un proceso contradictorio que solo en contadas ocasiones garantizará el derecho a la propiedad comunitaria indígena de la tierra
-----------------------	---	--	---

E. Gómez- Baggethun/ R. de Groot- 2008	La naturaleza es a la vez fuente de recursos y sumidero de los residuos generados por el sistema	La buena salud de la economía y el bienestar humano están en el largo plazo supeditados al mantenimiento de la	Conceptos como el capital natural o las funciones y servicios de los ecosistemas están jugando un
--	--	--	---

económico integridad y la papel fundamental
resiliencia de los en la articulación de
ecosistemas que la una nueva forma de
engloban. entender la
economía.

Gonzalo Aguilar - 2006 Una de las cuestiones Pueblos indígenas y El derecho a la
claves en el proceso de minorías lingüísticas, identidad cultural es
reconocimiento de los étnicas, religiosas o el eje sobre el cual se
derechos de los pueblos nacionales, todos ellos articulan las
indígenas, tanto a nivel reivindican sus demandas de estos
internacional como a nivel derechos identitarios, grupos.
interno, es la facultad de los cuales son
estos pueblos a la eminentemente
autoidentificación, la cual culturales.
representa una
manifestación particular de
un principio mayor
relacionado con el derecho
a la identidad cultural.

V. CONCLUSIONES

El ejercicio pleno de los derechos colectivos es un proceso complejo que requiere el compromiso de todos los actores de la sociedad. Los derechos colectivos pertenecen a grupos de personas, como los pueblos indígenas, las comunidades afrodescendientes, los montubios y el pueblo cholo. Estos derechos son importantes porque protegen la identidad, la cultura y los intereses de los grupos colectivos.

Además, son importantes para los pueblos indígenas, las comunidades afrodescendientes, los montubios y el pueblo cholo porque les permiten:

i) Mantener su identidad y cultura; los derechos colectivos protegen la cultura y las tradiciones de los pueblos indígenas, las comunidades afrodescendientes, los montubios y el pueblo cholo. Esto les permite mantener su sentido de pertenencia y orgullo;

ii) Acceder a la tierra y los recursos naturales; los derechos colectivos garantizan que los pueblos indígenas, las comunidades afrodescendientes, los montubios y el pueblo cholo puedan acceder y controlar sus tierras y recursos naturales. Esto les permite mantener su sustento y su forma de vida; y,

iii) Participar en la vida política; los derechos colectivos permiten que los pueblos indígenas, las comunidades afrodescendientes, los montubios y el pueblo cholo participen plenamente en la vida política de la sociedad. Esto les permite defender sus derechos e intereses.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguilar, J. & Medina, A. (2013). *Organización política de los pueblos indígenas del Ecuador frente a la democracia*. Quito: Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

Aguilar Cavallo, G. (2006). La aspiración indígena a la propia identidad. *Universum*.

Aguilera, M. & Silva, J. (1997). Especies y Biodiversidad. *Interciencia*, Pag. 1.

Barth, F. (1976). *Los grupos étnicos y sus fronteras. La organización de las diferencias culturales*. México: Fondo de Cultura Económica.

Bowen, G. (2009). Document analysis as a qualitative research method. *Qualitative Research Journal*, 9(2), 27–40. <https://doi.org/10.3316/QRJ0902027>

Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación. (2016). *Registro Oficial Suplemento 899 de 9 de diciembre de 2016*. República del Ecuador. <https://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/Codigo-Organico-Economia-Social-de-los-Conosimientos.pdf>

Constitución de la República del Ecuador. (2008). *Registro Oficial No. 449 de 20 de octubre de 2008*. República del Ecuador. <https://www.asambleanacional.gob.ec/es/leyes-aprobadas>

- Comisión Nacional de Derechos Humanos. (2016). *Biodiversidad y derechos humanos*. México.
- Comisión Nacional de los Derechos Humanos. (2016). *La consulta previa, libre, informada, de buena fe y culturalmente adecuada: Pueblos indígenas, derechos humanos y el papel de las empresas*. México.
- Cornejo, A. (2008). Educación Intercultural Bilingüe en el Ecuador: La propuesta educativa y su proceso. *Alteridad- Revista de Educación*.
- Corte Constitucional de Colombia. (1995). *Sentencia No. T-336/95*. Bogotá.
- Deruyttere, A. (2013). *Pueblos indígenas, recursos naturales y desarrollo con identidad: Riesgos y oportunidades en tiempos de globalización*. https://indigenasdf.org.mx/wp-content/uploads/2013/04/desarrollo_con_identidad.pdf
- Fernández Enguita, M. (2001). La educación intercultural en la sociedad multicultural. *Educación en tiempos inciertos*, Pág. 3.
- Funes Poblete, E. (2018). Tierras Comunitarias Warpes, Tomas de posición y repercusiones en el proceso de la política estatal en la provincia de San Juan. *Redalyc.org*, Pag. 275-303.
- Gómez-Baggethun, E. (2008). Capital natural y funciones de los ecosistemas: explorando las bases ecológicas de la economía. *Ecosistemas: Revista científica de ecología y medio ambiente*, Pag. 3.
- Hanna, P. (2013). Human rights, Indigenous peoples and the concept of Free, Prior and Informed Consent. <https://doi.org/10.1080/14615517.2013.780373>.
- Herrera Vásquez, S. & Rodríguez Yunta, E. (2004). Etnoconocimiento en Latinoamérica: Apropiación de recursos genéticos y bioética. *Redalyc.Or*, 181-190.
- Lopez, L. & Kuper, W. (1999). La educación intercultural bilingüe en América Latina: Balance y prospectivas. *Revista Iberoamericana*, No. 20.
- Mena, M. & Hinestroza, N. (2014). Eficacia de la consulta previa en el trámite de licencias ambientales en el departamento del Chocó 2006-2011. *Civilizar No. 14*, Pág. 12.

- Merino, R & Quizhpe, C. (2018). *Consulta previa y participación ciudadana en proyectos extractivos. Los límites de la gobernanza ambiental*. Lima: Universidad del Pacífico: Escuela de Gestión Pública.
- Organización de las Naciones Unidas. (2011). *Estudio sobre los pueblos indígenas y el derecho a participar en la adopción de decisiones*. Consejo de Derechos Humanos.
- Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (2004). El Derecho Consuetudinario y los conocimientos tradicionales. *Secretaría de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual*. <https://www.wipo.int/edocs/pubdocs/es/wipo-pub-rn2023-5-7-es-customary-law-and-traditional-knowledge.pdf>
- Oviedo Freire, A. (2011). *Que es el Sumak Kawsay. Mas allá del capitalismo y el socialismo. Camino alternativo al desarrollo. Una propuesta para los indignados y demás desencantados de todo de todo el mundo*. Quito: Sumaka Editores.
- Rodríguez, G. (2011). La consulta previa en medidas legislativas: Perspectivas desde la Jurisprudencia Constitucional. *Verba Iuris*, Pág. 13.
- Quintero, D. (2017). *Los derechos colectivos en Ecuador*. Quito: Cordinadora Andina de los Derechos Humanos- CADHU.
- Terren, E. (2002). *La etnicidad y sus formas: Aproximación a un modelo complejo de la pertenencia étnica*. Buenos Aires: Universidad la Coruña: Departamento de Sociología.
- Salgado, J. (2004). *Globalización, migración y derechos humanos*. Quito: Universidad Andina Simoó Bolívar/ Unión Europea/ Agencia Suiza para el Desarrollo/ Abya-Yala.
- Stocel, A., Sinigui, S. & Rojas, (2013). *La licenciatura en Pedagogía de la Madre Tierra*. Antioquia: Grupo de Investigación DIVERSER.
- Vergara, T & Albanese, V. (2017). Repensar la enseñanza de las ciencias en la educación intercultural bilingüe: ¿un nuevo modelo de enseñanza? *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 5054.
- Voigt, J. (1987). *La destrucción del equilibrio biológico*. Madrid: Alianza Editorial.

Vozzi, N. (2011). La tolerancia y el problema del racismo en la sociedad contemporánea: Una repuesta limitada para las sociedades pluriculturales. VIII Jornadas de Investigación en Filosofía (pág. 5). La Plata: Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación.

Prototipo de Detección de Emociones con Inteligencia Artificial

Emotion Detection Prototype with Artificial Intelligence

J.D. Morocho Fernández¹[ID 0009-0007-9809-3426](#), D. R. Guzmán,²[ID 0009-0006-2522-8898](#), L.A. Morocho Sumba³[ID 0009-0001-6662-5703](#), L.M.Calle Crespo⁴[ID 0000-0001-9643-6789](#)
david.guzman.est@tecazuay.edu.ec, jonnathan.morocho.est@tecazuay.edu.ec, luis.morocho.est@tecazuay.edu.ec,
lorena.calle@tecazuay.edu.ec

¹²³⁴Instituto Tecnológico Superior del Azuay, Cuenca/Azuay, Ecuador

DOI 10.36500/atenas.4.006

<i>Resumen</i> Resumen: Este paper describe el desarrollo de un prototipo inteligente diseñado para detectar emociones en tiempo real mediante técnicas de Deep Learning, con el objetivo de contribuir al bienestar emocional de los usuarios. El sistema analiza expresiones faciales captadas por una cámara para identificar emociones como felicidad, tristeza, ira, miedo, sorpresa y asco. Los resultados se almacenan en una base de datos, junto con actividades realizadas por el usuario, lo que permite estudiar la relación entre emociones y contexto diario (hora, día y actividad). El prototipo utiliza herramientas como TensorFlow, Keras, OpenCV y DeepFace para el procesamiento y análisis de imágenes; además, de una base de datos MySQL y un dashboard interactivo en Power BI para la visualización de resultados. Entre sus aportes destaca la recomendación automática de música personalizada según la emoción detectada, lo que refuerza el vínculo entre estado emocional y música. En este contexto, el modelo fue entrenado con bases de datos públicas y registros propios, a través de la aplicación de técnicas de balanceo de clases (SMOTE), normalización de datos y redes neuronales con IA. Se obtuvo una precisión promedio del 40%, con mejores resultados en emociones como “sorpresa” y “felicidad”. La validación realizada por expertos en psicología y tecnología evidenció un 75% de efectividad en las recomendaciones musicales propuestas por el sistema.	<i>Abstract</i> Abstract: This paper presents the development of an intelligent prototype designed to detect emotions in real time using deep learning techniques, with the aim of contributing to users’ emotional well-being. The system analyzes facial expressions captured by a camera to identify emotions such as happiness, sadness, anger, fear, surprise, and disgust. The results are stored in a database alongside user activities, enabling the study of relationships between emotions and daily context (time, day, and activity). The prototype employs tools such as TensorFlow, Keras, OpenCV, and DeepFace for image processing and analysis, as well as a MySQL database and an interactive Power BI dashboard for results visualization. A notable feature is the automatic recommendation of personalized music based on the detected emotion, reinforcing the connection between emotional state and music. The model was trained using public datasets and proprietary records, applying class balancing techniques (SMOTE), data normalization, and artificial neural networks. An average accuracy of 40% was achieved, with higher performance for emotions such as “surprise” and “happiness.” Validation by experts in psychology and technology indicated a 75% effectiveness in the system’s music recommendations.
--	--

Palabras Claves – Emociones, Psicología, Biometría, Inteligencia Artificial, Aprendizaje Profundo, Base de Datos
Keywords – Emotions, Psychology, Biometry, Artificial Intelligence, Deep Learning, Databases

I. INTRODUCCIÓN

El reconocimiento de emociones ha cobrado relevancia en los últimos años debido a su impacto en múltiples ámbitos, como la toma de decisiones, la interacción social y el bienestar emocional. En la era digital, la integración de la inteligencia artificial en este campo ofrece nuevas oportunidades para el análisis y comprensión de los estados emocionales, con aplicaciones en áreas como la psicología, la educación y el entretenimiento. En este contexto, un prototipo capaz de detectar emociones y recomendar música personalizada podría mejorar la experiencia del usuario al adaptar la música a su estado de ánimo.

La relación entre música y emociones ha sido estudiada desde la antigüedad. Hace más de 2500 años, Pitágoras utilizaba escalas y acordes específicos para inducir el equilibrio mental, recomendando melodías para armonizar estados emocionales adversos. Aristóteles observó que ciertos ritmos y melodías fortalecen cuerpo y espíritu; mientras que, Platón comparaba la música con la gimnasia para el alma. En la modernidad, Descartes sostuvo que la música tenía como propósito complacer y provocar emociones (Schweppe & Schweppe, 2010). Estas reflexiones evidencian cómo la música ha sido utilizada históricamente como un mecanismo para modular el estado anímico de las personas.

El presente trabajo propone el desarrollo de un detector de emociones basado en técnicas de Deep Learning, capaz de analizar expresiones faciales en tiempo real para identificar emociones predominantes y su distribución. Este prototipo incorpora una base de datos para almacenar los resultados obtenidos y relacionarlos con actividades específicas reportadas por los usuarios. Su implementación no solo permite estudiar el impacto emocional en la vida diaria; sino que, también abre la posibilidad de integrar aplicaciones innovadoras, como sistemas de recomendación musical personalizados.

Los sistemas de recomendación son herramientas que generan sugerencias basadas en las preferencias y experiencias de los usuarios. En este sentido, la combinación de reconocimiento facial con algoritmos de recomendación musical podría proporcionar una experiencia más personalizada y significativa.

El objetivo principal de este proyecto fue desarrollar una herramienta capaz de identificar patrones emocionales en tiempo real y explorar sus implicaciones en actividades cotidianas, lo que contribuye a un bienestar emocional más profundo. Como objetivo secundario, se busca analizar cómo la música puede influir en la regulación emocional al adaptarse a los estados de ánimo detectados.

La hipótesis de este estudio plantea que es posible identificar emociones a partir del análisis de expresiones faciales y que dicha información, complementada con datos sobre las actividades personales de los individuos, puede ser aplicada al desarrollo de sistemas orientados a promover el bienestar emocional. Para ello, se emplean algoritmos de aprendizaje profundo en el procesamiento de imágenes faciales, junto con una base de datos estructurada que permite almacenar y analizar la información recopilada de manera eficiente.

Bajo esta hipótesis surge la pregunta de investigación ¿En qué medida la identificación automática de emociones mediante el análisis de expresiones faciales, apoyada en el contexto de las actividades personales de los usuarios, puede contribuir al diseño de sistemas que fomenten el bienestar emocional?

En este contexto, se consideran como variables independientes las expresiones faciales detectadas a través de algoritmos de aprendizaje profundo y los datos relacionados con las actividades personales de los usuarios. La variable con la que se pretende responder la pregunta es la emoción identificada.

Este enfoque no solo facilita la identificación de emociones; sino que, también establece una conexión directa con las actividades específicas de los usuarios, lo que representa una innovación en el campo del reconocimiento emocional. Finalmente, este artículo analiza los posibles alcances y aplicaciones sociales de esta tecnología.

II. MARCO TEÓRICO

En la fase inicial del proyecto se llevó a cabo una revisión teórica para poder identificar las emociones; según Ekman (2003) quien propone las siguientes emociones: felicidad, tristeza, ira, miedo, sorpresa y asco, argumenta que son universales y se expresan de forma similar a través de expresiones faciales en todas las culturas humanas, la detección de emociones y la influencia que la música puede ejercer sobre el estado anímico de los individuos. Diversos estudios respaldan que la música desempeña un papel esencial en la vida cotidiana, no solo como forma de entretenimiento, sino como medio expresivo que permite manifestar y modificar emociones.

De acuerdo con Fernández (2019), la música posee un valor significativo tanto a nivel individual como social. No solo transmite emociones; sino que, también comunica significados profundos, representa valores culturales y tiene la capacidad de recrear experiencias emocionales. En palabras del autor, la música forma parte intrínseca de la existencia humana y puede concebirse como una entidad dinámica con la capacidad de influir en la vida emocional de las personas (p. 27).

Este potencial emocional y comunicativo de la música ha sido aprovechado por la musicoterapia, una disciplina terapéutica que utiliza la música como herramienta para facilitar el desarrollo personal. Según la Federación Mundial de Musicoterapia (1996), esta práctica busca fortalecer habilidades latentes o recuperar funciones deterioradas en los individuos, a través del fomento de su integración, tanto a nivel emocional como social.

Tecnología y herramientas

Durante la etapa de desarrollo del prototipo, se identificaron y seleccionaron diversas herramientas y bibliotecas mediante búsquedas en línea y revisión de literatura técnica. A continuación, se describen las principales tecnologías utilizadas.

TensorFlow: es una biblioteca de código abierto desarrollada por Google que proporciona diversas herramientas para la creación y entrenamiento de modelos de aprendizaje automático a gran escala (TensorFlow, 2023). Por su parte, **Keras** es una API de alto nivel que funciona sobre TensorFlow, utilizada en este prototipo para facilitar la construcción y entrenamiento de redes neuronales de forma más sencilla y rápida (Keras, 2023).

NumPy (Numerical Python): es una biblioteca esencial para la computación científica en Python, que ofrece estructuras de datos eficientes, principalmente arreglos multidimensionales, junto con una variedad de herramientas matemáticas especializadas, incluyendo funciones de álgebra lineal, que facilitan el procesamiento y análisis numérico avanzado (Harris et al., 2020).

PIL: es una biblioteca que ofrece soporte para una gran variedad de formatos de imagen, lo que permite abrir, modificar y guardar archivos de forma sencilla. Esta herramienta resulta fundamental para el procesamiento de imágenes en tareas relacionadas con visión computacional y análisis visual (Pillow, 2024).

Matplotlib: es una biblioteca de Python destinada a la generación de gráficos bidimensionales, que permite representar y analizar visualmente conjuntos de datos de forma clara y precisa. Gracias a su estructura flexible y altamente configurable, se ha convertido en una herramienta fundamental en tareas de investigación, exploración de datos y desarrollo de soluciones científicas (Matplotlib, 2024).

Mysql.connector: es un conector oficial de Python para conectarse a bases de datos MySQL. Permite ejecutar sentencias SQL desde un script Python.

Deepface: es una biblioteca de código abierto desarrollada en Python para el reconocimiento facial y el análisis de atributos faciales como edad, género, emociones y etnia. Integra múltiples modelos preentrenados de aprendizaje profundo, lo que permite realizar análisis faciales de forma eficiente y con mínima configuración, lo que facilita su incorporación en aplicaciones de visión computacional (Serengil & Ozpinar, 2020; Serengil, 2024).

Streamlit: es una biblioteca de Python diseñada para simplificar el desarrollo de aplicaciones web interactivas; especialmente, orientadas a la visualización de datos y la implementación de modelos de aprendizaje automático en entornos de ciencia de datos (Streamlit, 2024).

OpenCV: es una biblioteca de visión por computadora que permite el procesamiento de imágenes y vídeos, siendo ampliamente utilizada en tareas como detección de objetos (OpenCV, 2024). En el presente proyecto, resulta fundamental para la identificación y manipulación de rostros durante el análisis emocional.

III. METODOLOGÍA Y CÁLCULOS

La metodología utilizada en el desarrollo del presente proyecto se basa en un enfoque cuantitativo, aplicado y experimental, orientado a la construcción de un prototipo funcional de detección de emociones en tiempo real. Con el fin de responder a las preguntas de investigación planteadas, se diseñó una metodología estructurada en cinco fases principales. Cada una de estas fases está alineada con una o más preguntas de investigación (Research Questions, RQ), lo que permite abordar de forma sistemática el desarrollo e implementación del prototipo de detección de emociones y su vínculo con la música. La estructura propuesta se muestra en la Figura 1 y se detalla a continuación:

Figura 1

Arquitectura del Proyecto



Nota. La figura muestra la arquitectura general del sistema desarrollado, dividido en cinco etapas.

Fase 1: se aplicó la recopilación de datos, lo cual se relaciona con la pregunta de investigación RQ1, ¿Cómo se diseñó el dataset para el prototipo de detección de emociones?

El primer paso en la arquitectura fue la recolección de un conjunto de datos desde la plataforma web Kaglee, donde se descargó un dataset en el que las imágenes estaban divididas según sus emociones. Una vez recopiladas, las imágenes fueron clasificadas según la emoción más prominente,

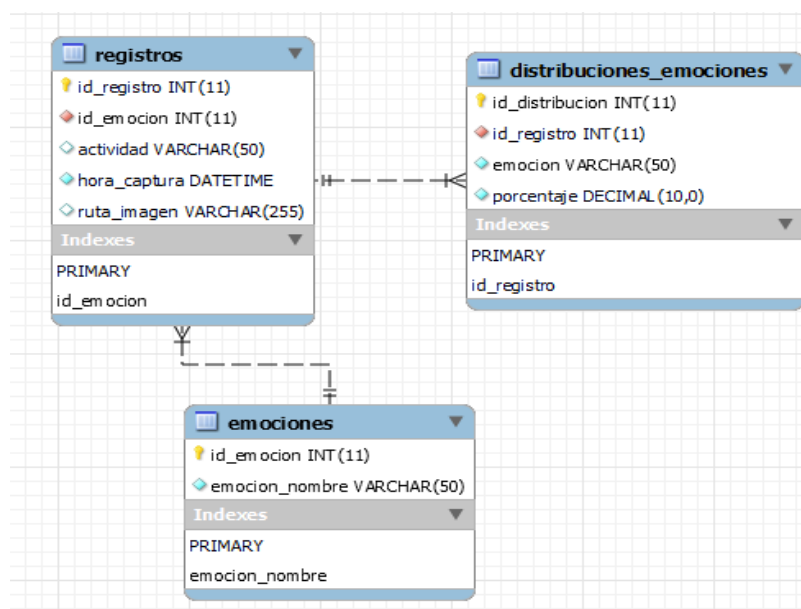
seguida de las demás emociones presentes en cada imagen. Este proceso facilitó la creación de la base de datos y optimizó el etiquetado para su posterior utilización.

Fase 2: se procede con la creación de la base de datos utilizando MySQL. Esta es una base de datos relacional, la cual fue elegida por su capacidad de integrarse eficientemente con la aplicación de detección de emociones. Se empleó el lenguaje SQL para estructurar, asegurando que cumpliera con los principios de normalización para optimizar su diseño y evitar redundancias.

La base de datos se llamó “detector emociones” que engloba tres tablas principales que se muestra a continuación:

Figura 2

Modelo Relacional



Nota. Se muestra la estructura de la base de datos utilizada en el prototipo de detección de emociones, compuesta por tres tablas principales.

A. Tabla de emociones (emociones)

Esta tabla almacena las emociones disponibles, identificadas por un ID único. Cada emoción se registra en el campo **emocion_nombre**, el mismo que sirve para evitar duplicados.

B. Tabla de registros (registros)

Esta tabla guarda información sobre las imágenes procesadas, asociando cada registro a una emoción específica mediante una clave foránea (`id_emocion`). También incluye información adicional como la actividad registrada, la hora de captura (por defecto, la hora actual) y la ruta donde se encuentra la imagen.

C. Tabla de distribuciones emocionales (distribuciones_emociones)

Esta tabla almacena las probabilidades de las emociones detectadas en cada imagen. Cada registro está vinculado a la tabla **registros** mediante una clave foránea (`id_registro`). También incluye el porcentaje correspondiente a cada emoción.

Fase 3: se diseñó la aplicación “Detección de emociones”, la cual va relacionada con la pregunta de investigación RQ2, ¿Qué técnicas se utilizan para el reconocimiento de emociones?

En esta fase, se desarrolló la aplicación en Visual Studio Code utilizando el lenguaje de programación Python, con el objetivo de detectar las emociones faciales en tiempo real de los usuarios. La solución combina técnicas de procesamiento de imágenes con algoritmos de inteligencia artificial basados en aprendizaje profundo. El flujo del proceso se detalla a continuación:

Captura de rostro

La función `procesar_emociones` constituye la función principal del prototipo de análisis emocional de imágenes en el aplicativo desarrollado. Su propósito es detectar rostros humanos en un fotograma de imagen proporcionado y, a partir de estos, realizar un análisis de emociones utilizando el modelo DeepFace.

Esto se logra mediante un modelo pre entrenado, basado en un clasificador Haar Cascade, el cual convierte el fotograma de formato BGR a escala de grises, ya que este formato es requerido para el análisis emocional.

Análisis emocional

Una vez identificado el rostro, se extrae la región relevante de la imagen y se analiza con el modelo DeepFace. Este modelo, basado en redes neuronales profundas, es capaz de identificar emociones humanas a partir de características faciales. Las emociones identificables abarcan felicidad, tristeza, enojo, sorpresa, miedo y asco. DeepFace genera una distribución porcentual que indica la intensidad relativa de cada emoción.

Visualización de resultados

Los resultados del análisis se presentan al usuario mediante:

- La emoción dominante, acompañada de un emoji representativo.

- Un gráfico circular para ilustrar la distribución porcentual de las emociones detectadas, brindando una representación detallada del panorama emocional general.

Almacenamiento de Resultados

Con el objetivo de conservar un registro de los análisis realizados a cada usuario y su información correspondiente, se almacena en una base de datos MySQL, tanto la emoción dominante; así como, la distribución emocional, actividad; además, de la fecha y hora. Esta tarea se realiza mediante la función `guardar_en_mysql()`, lo que permite disponer, posteriormente, de los datos necesarios para un análisis poblacional.

Interacción con música

Relacionado con la pregunta de investigación RQ3, ¿Cuál es el impacto de la música en los estados de ánimo?

Se implementó una funcionalidad que sugiere una playlist personalizada en función de la emoción dominante detectada por el prototipo; la aplicación sugiere una playlist que ayuda a mejorar el estado emocional del usuario. Esta recomendación se genera automáticamente tras el análisis facial y se presenta al usuario mediante un enlace directo a una plataforma de streaming Spotify.

Entrenamiento del algoritmo

Para el entrenamiento del modelo de Deep Learning, se utilizaron los datos almacenados previamente en la base de datos relacional, diseñada específicamente para la aplicación de detección de emociones. Esta base de datos almacena registros detallados de los análisis efectuados, incluyendo datos sobre las emociones identificadas, la actividad realizada por los usuarios, la hora del registro y otros datos relevantes.

Para la preparación del conjunto de entrenamiento, se ejecutó una consulta SQL diseñada para extraer únicamente los campos relevantes para el modelo. Los datos obtenidos a través de esta consulta incluyen:

r.actividad: La actividad que la persona estaba realizando al momento del análisis.

r.hora_captura: la hora exacta en la que se capturó la imagen y se detectó la emoción.

e.emocion_nombre: la hora exacta en la que se capturó la imagen y se identificó la emoción.

Procesamiento de datos Temporales

Como parte del procesamiento previo al entrenamiento del modelo de Deep Learning, se aplicaron transformaciones a las variables temporales con el objetivo de facilitar su interpretación por parte del algoritmo.

Transformación de la hora del día

La hora en que fue capturada la emoción se representó en formato circular, para conservar la naturaleza cíclica del tiempo (por ejemplo, las 23:00 y las 00:00 están próximas entre sí). Para ello, se aplicaron funciones trigonométricas de seno y coseno de la hora normalizada, por medio de la generación de dos nuevas variables:

$$hora_sin = \sin(2\pi * hora/24) \quad (1)$$

$$hora_cos = \cos(2\pi * hora/24) \quad (2)$$

Día de la semana:

Se transformó el día de la semana a valores numéricos comprendidos entre 0 y 6, donde:

0 = Lunes, a 6 = Domingo.

Mes del año:

El mes fue convertido a su correspondiente valor numérico (1 para enero, 2 para febrero, ..., 12 para diciembre), permitiendo así identificar variaciones estacionales en los estados emocionales.

Identificación de fin de semana:

Se añadió una variable binaria denominada `fin_de_semana`, la cual toma el valor 1, si el día corresponde a sábado (5) o domingo (6); y, 0 en caso contrario. Esto permitió evaluar si las emociones varían en función de si es un día laboral o de descanso.

Procesamiento de Datos Categóricos

Para preparar las variables categóricas se utilizó la técnica de codificación de etiquetas (Label Encoding) mediante la clase `LabelEncoder` de la librería `scikit-learn`.

Se aplicó esta transformación a las siguientes variables:

`actividad`: describe la acción realizada por el usuario en el momento del análisis emocional.

`emocion_nombre`: representa la emoción dominante detectada por el modelo `DeepFace`.

Dado que estas variables estaban en formato de texto, el `LabelEncoder` permitió convertir cada categoría en un valor numérico entero.

Selección de Variables Predictoras y variable objetivo

Para el entrenamiento del modelo de Deep Learning, se definió un conjunto de variables predictoras (X) y una variable objetivo (y), que representa la emoción dominante que se desea predecir.

Las variables predictoras seleccionadas fueron:

actividad: codificada numéricamente, representa la acción realizada por el usuario.

hora_sin y hora_cos: transformación de la hora en componentes circulares para representar la naturaleza cíclica del tiempo.

dia_semana: número del día de la semana, donde lunes = 0 y domingo = 6.

mes: número del mes del año (1 al 12).

fin_de_semana: variable binaria que indica si el día corresponde a un fin de semana (1) o no (0).

La variable objetivo y, que se desea predecir, corresponde a la emoción dominante detectada en cada registro. Esta separación entre variables independientes y la variable dependiente es esencial para entrenar el modelo.

Escalado de Características

Normalizamos las variables predictoras para asegurar que todas las características tuvieran una escala comparable y evitar que algunas dominen el entrenamiento debido a sus valores numéricos. Para ello, se utilizó la técnica de escalado estándar, mediante la clase `StandardScaler`.

Balanceo de clases con SMOTE

Durante la exploración inicial de los datos, se identificó un desbalance en las clases emocionales; es decir, algunas emociones estaban representadas con muchos más registros que otras. Esta situación puede provocar que el modelo de Deep Learning aprenda un sesgo hacia la clase mayoritaria, lo que reduce su capacidad para predecir correctamente emociones menos frecuentes.

Para abordar este problema, se utilizó la técnica SMOTE (Synthetic Minority Over-sampling Technique), que genera ejemplos sintéticos para las clases minoritarias mediante interpolación de registros reales. Esto mejora el equilibrio en la distribución de clases sin duplicar datos, lo que resulta en un mejor rendimiento y generalización del modelo.

División de Entrenamiento y Prueba

Para evaluar el rendimiento del modelo de forma objetiva, se dividió el conjunto de datos balanceado en dos subconjuntos:

80% de los datos, se utilizaron para entrenar el modelo (X_{train} , y_{train}).

20%, se reservaron para evaluar su rendimiento (X_{test} , y_{test}).

Creación de la Red Neuronal Artificial ANN

El modelo de clasificación fue diseñado usando Keras, como una red neuronal secuencial compuesta por tres capas ocultas densamente conectadas. El objetivo del modelo es predecir la emoción dominante del usuario en función de variables contextuales.

La división se realizó de manera estratificada utilizando `train_test_split` de `sklearn`, lo que garantiza que las proporciones de las clases se mantuvieran en ambos subconjuntos, lo que evita sesgos durante la evaluación.

Características clave del Modelo

Capas ocultas: Tres capas densas con 128, 64 y 32 neuronas, respectivamente.

Función de activación: Se utilizó LeakyReLU, que permite el paso de un pequeño gradiente cuando la unidad no se activa.

Batch Normalization: Mejora la estabilidad y acelera el proceso de entrenamiento al normalizar la salida de cada capa.

Dropout (30%): Se aplicó después de cada capa para prevenir el sobreajuste (overfitting), asegurando mejor generalización.

Capa de salida: Utiliza activación softmax para predecir la probabilidad de cada emoción, siendo adecuada para un problema de clasificación multiclase.

Análisis personalizado, mediante un Dashboard

Como último paso en la metodología de nuestro proyecto, se desarrolló un dashboard personalizado en Power BI para visualizar y analizar los registros de emociones capturados por la aplicación. Este dashboard permite a los usuarios explorar los datos de manera interactiva y obtener información valiosa sobre las emociones detectadas.

Recopilación de Datos

Se registran las emociones detectadas, junto con marcas de tiempo y otras métricas relevantes, en una base de datos estructurada para facilitar su análisis.

Integración con Power BI

Mediante una integración directa, entre la base de datos y Power BI, se agiliza la importación de los datos esenciales para los gráficos interactivos:

Diseño del Dashboard

Se elabora un diseño intuitivo que incluye gráficos interactivos, como líneas de tiempo y gráficos de barras, para representar la evolución y frecuencia de las emociones a lo largo del tiempo.

Se implementan filtros que permiten a los usuarios segmentar los datos por períodos específicos o tipos de emociones, mejorando la experiencia de análisis.

Análisis Visual

El dashboard proporciona una representación visual clara de los datos, lo que facilita la identificación de patrones y tendencias emocionales, crucial para la toma de decisiones informadas.

Actualización Continua

Se integra un sistema de actualización automática para garantizar que el dashboard refleje siempre los datos más recientes, manteniendo su relevancia y utilidad en el tiempo.

Este enfoque final no solo mejora la comprensión de los datos recopilados; sino que, también potencia la capacidad de los usuarios para realizar análisis profundos y tomar decisiones basadas en información emocional precisa.

Valoración del prototipo

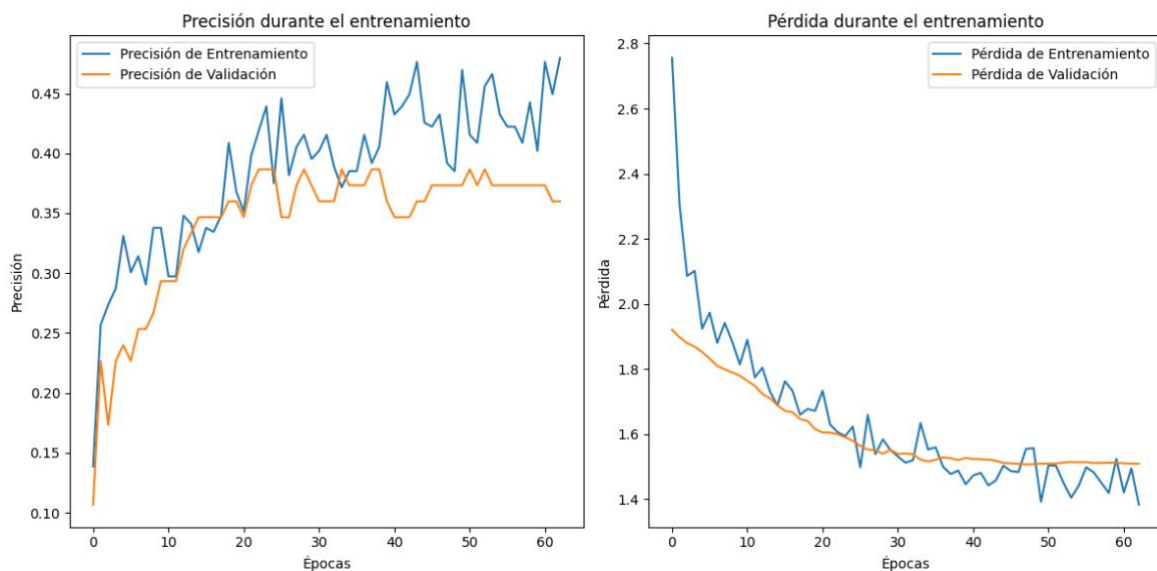
Con la finalidad de determinar la efectividad del prototipo desarrollado para la detección de emociones, se ha llevado a cabo un proceso de validación utilizando un conjunto de datos previamente etiquetado y no visto por el modelo. Esta evaluación permite analizar el desempeño del sistema mediante métricas estándar en clasificación multiclase, como la precisión por clase, la matriz de confusión y la evolución de precisión/pérdida durante el entrenamiento.

Se ilustra el comportamiento del modelo durante el proceso de entrenamiento, mostrando la evolución de la precisión y la pérdida, tanto en los datos de entrenamiento; así como, de validación. Se

evidencia una mejora progresiva hasta estabilizarse alrededor de la época 50, donde el modelo alcanza una precisión de validación de aproximadamente 0.40, consolidando así su aprendizaje, sin indicios severos de sobreajuste.

Figura 3

Evolución de la precisión y pérdida durante el entrenamiento del modelo

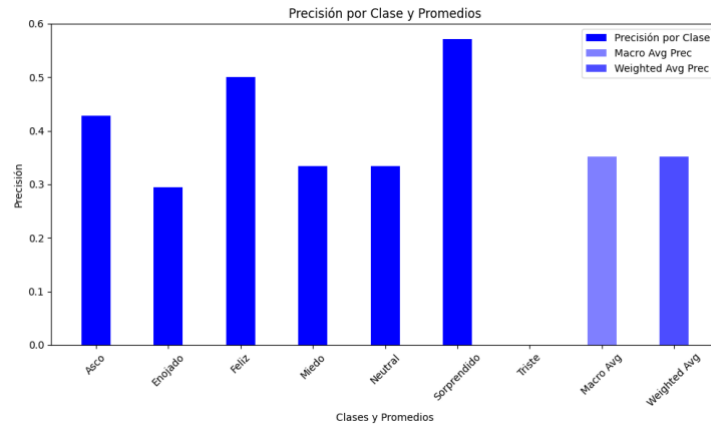


Nota. Se observa el rendimiento del modelo en entrenamiento y validación por épocas.

Como segundo lugar se muestra la precisión alcanzada por el modelo para cada una de las emociones. Se observa que la emoción "Sorprendido", obtuvo la mayor precisión (aproximadamente, 0.58), seguida de "Feliz" (0.50) y "Asco" (0.43). Por otro lado, emociones como "Enojado" y "Triste" presentaron niveles de precisión relativamente más bajos, lo cual puede estar relacionado con la similitud en patrones faciales o el desbalance en el conjunto de entrenamiento. Además, se incluye el macro promedio (0.35) y el promedio ponderado (0.35) de precisión, como referencia general del rendimiento del modelo.

Figura 4

Precisión por clase y promedios en la detección de emociones.

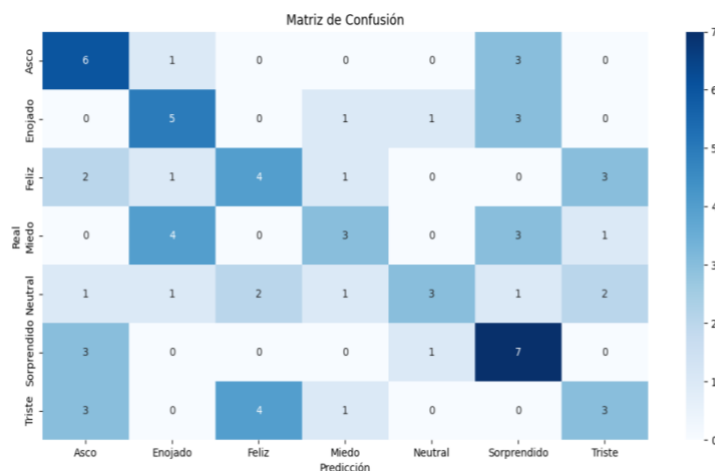


Nota. Se visualiza la precisión alcanzada para cada emoción y los promedios macro y ponderado.

A continuación, la matriz de confusión, en donde se puede observar la distribución de las predicciones realizadas por el modelo en relación con las clases reales. Este análisis permite identificar con mayor claridad las emociones que tienden a ser confundidas entre sí, como es el caso de "Triste" con "Feliz"; o, "Miedo" con "Enojado", lo cual evidencia la necesidad de seguir afinando el sistema para mejorar su capacidad discriminativa.

Figura 5

Matriz de confusión del modelo de detección de emociones



Nota. Muestra aciertos y errores en la predicción por clase, según los valores reales.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se evaluó el prototipo con un grupo de cinco expertos en psicología y tecnología. Los resultados evidenciaron un 75% de efectividad en la precisión de las recomendaciones musicales basadas en emociones detectadas. Todos los participantes firmaron un consentimiento informado por escrito, en el cual autorizaron el uso de los datos recopilados con fines académicos, investigativos y de publicación. Dicho proceso cuenta con la aprobación del Instituto Superior Tecnológico Universitario del Azuay, lo que garantiza la validez y transparencia del procedimiento. Asimismo, los expertos coincidieron en que el prototipo posee un alto potencial de aplicación cotidiana, dado que permite establecer una correlación entre la actividad realizada y el estado emocional, además de confirmar que la música influye directamente en el estado de ánimo del usuario.

Las observaciones específicas de los expertos fueron:

Psicólogo experto, Cristian Quezada: resaltó la importancia de explorar métodos alternativos para detectar emociones en personas que no manifiestan expresiones faciales claras, lo que sugiere una futura línea de investigación para mejorar la sensibilidad del sistema.

Psicóloga experta, María Paz Machado: enfatizó la necesidad de explicar claramente el objetivo y fin de la actividad al usuario antes de utilizar el prototipo, para mejorar la disposición emocional y el contexto de interpretación.

V. CONCLUSIONES

En un mundo donde las emociones tienen varias aristas y poder identificarlas resulta esencial para proporcionar una experiencia personalizada y significativa, este prototipo permitió demostrar que la actividad tiene un efecto inmediato en el estado de ánimo de las personas. A futuro, esto puede contribuir para comprender mejor las emociones en relación con el entorno y, de esta manera, encontrar soluciones efectivas como la música.

La música provoca una reacción significativa en la generación de sentimientos, emociones y diversas respuestas. Por ello, desarrollar mecanismos de recomendaciones musicales basadas en emociones representa un avance en la forma en que las personas se relacionan con la música y cómo

esta puede influir positivamente en el estado de ánimo individual, lo cual constituye un aporte valioso para la salud mental.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Fernández Poncela, A. M. (2019). La autorregulación emocional de las juventudes a través de la música. *ESCENA. Revista de las Artes*, 79(1), 25–58. <https://doi.org/10.1109/LSP.2016.2603342>
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT Press. <https://www.deeplearningbook.org/>
- Harris, C. R., Millman, K. J., van der Walt, S. J., Gommers, R., Virtanen, P., Cournapeau, D., Wieser, E., Taylor, J., Berg, S., Smith, N. J., Kern, R., Picus, M., Hoyer, S., van Kerkwijk, M. H., Brett, M., Haldane, A., Del Río, J. F., Wiebe, M., Peterson, P., ... Oliphant, T. E. (2020). Array programming with NumPy. *Nature*, 585(7825), 357–362. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2649-2>
- Kacti, M. N. (2019). Music therapy in clinical psychology. En V. V. R. V. D. K. (Ed.), *Psychology and clinical therapy: Therapeutic interventions through music* (pp. 75–92). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813574-7.00007-5>
- Kaggle. (s. f.). Facial emotion recognition dataset. Kaggle. <https://www.kaggle.com/datasets/msambare/fer2013>
- Keras. (2023, 10 de julio). Keras documentation: Introduction to Keras for engineers. Keras. Recuperado el 1 de diciembre de 2024, de https://keras.io/getting_started/intro_to_keras_for_engineers/
- Martín de Diego, I., Serrano, A., Conde, C., & Cabello, E. (2006). Técnicas de reconocimiento automático de emociones. *Teoría de la Educación: Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 7(2), 92–106. <https://gedos.usal.es/handle/10366/56524>
- Matplotlib. (2024). Matplotlib documentation — Matplotlib 3.10.3 documentation. Matplotlib. Recuperado el 1 de diciembre de 2024, de <https://matplotlib.org/stable/>
- OpenCV. (2024). About OpenCV. <https://opencv.org/about/>
- Pillow. (2024). Pillow (PIL Fork) 11.2.1 documentation. Recuperado el 1 de diciembre de 2024, de <https://pillow.readthedocs.io/en/stable/>

- Rojas Espinoza, T., & Mármol Córdoba, M. F. (2024). Inteligencia artificial y su impacto en los entornos de educación superior del Ecuador. *ATENAS Revista Científica Técnica y Tecnológica*, 3(1). <https://doi.org/10.36500/atenas.3.001>
- Serengil, S., & Ozpinar, A. (2020). LightFace: A hybrid deep face recognition framework. En 2020 Innovations in Intelligent Systems and Applications Conference (ASYU) (pp. 23–27). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ASYU50717.2020.9259802>
- Streamlit. (2024). Streamlit documentation. <https://docs.streamlit.io/>
- TensorFlow. (2023, 2 de marzo). Guide. TensorFlow. Recuperado el 1 de diciembre de 2024, de <https://www.tensorflow.org/guide>
- Zhang, K., Zhang, Z., Li, Z., & Qiao, Y. (2016). Joint face detection and alignment using multitask cascaded convolutional networks. *IEEE Signal Processing Letters*, 23(10), 1499–1503. <https://doi.org/10.1109/LSP.2016.2603342>

Sistema de parqueadero inteligente TecAzuay
TecAzuay Smart Parking System

Jonnathan Berrezueta ¹[ID 0009-0007-1601-8909](#), Francisco López ²[ID 0009-0001-0077-9857](#), Edison Morocho ³[ID 0009-0008-5609-8381](#), Priscila Bernal ⁴[ID 0009-0007-7823-5570](#)
Jonnathan.berrezueta.est@tecazuay.edu.ec, francisco.lopez.est@tecazuay.edu.ec, edisson.morocho.est@tecazuay.edu.ec, priscila.bernal@tecazuay.edu.ec

¹²³⁴Instituto Tecnológico Superior del Azuay, Azuay/Cuenca, Ecuador.

DOI 10.36500/atenas.4.007

Resumen

Este artículo presenta el desarrollo de un sistema inteligente para optimizar la gestión del estacionamiento en el Instituto Superior Tecnológico del Azuay. El objetivo principal es reducir el tiempo que estudiantes y docentes invierten en buscar un espacio libre, mediante el uso de tecnologías como sensores y algoritmos en Python para la detección y monitoreo de la ocupación en tiempo real. La metodología se basó en un enfoque de desarrollo ágil, dividiendo el proyecto en fases: captura de imagen y preprocesamiento, detección de espacios de estacionamiento, interfaz de usuario web, procesamiento y manipulación de rectángulos; y, cambio de cámaras y configuración. Los resultados demostraron que el sistema permite una identificación precisa y eficiente de espacios libres, mejorando significativamente la experiencia de los usuarios y reduciendo la congestión vehicular. Este trabajo evidencia el potencial de la tecnología para resolver problemas cotidianos en entornos educativos.

Abstract

This article presents the development of an intelligent system designed to optimize parking management at the Instituto Superior Tecnológico del Azuay. The primary objective is to reduce the time that students and faculty spend searching for available parking spaces through the implementation of technologies such as sensors and Python-based algorithms for real-time occupancy detection and monitoring. The methodology employed an agile development approach, dividing the project into distinct phases: image capture and preprocessing, parking space detection, web-based user interface development, rectangle processing and manipulation, camera switching, and system configuration. Results demonstrate that the system enables precise and efficient identification of available spaces, significantly enhancing user experience and reducing vehicular congestion. This work highlights the potential of technology to address practical challenges in educational environments.

Palabras Claves – estacionamiento; gestión inteligente; optimización vehicular; tecnología educativa; Python
Keywords – parking; intelligent management; vehicular optimization; educational technology; Python

I. INTRODUCCIÓN

En el Instituto Superior Tecnológico del Azuay, el estacionamiento es un recurso crítico que enfrenta problemas de uso ineficiente; especialmente, en horarios pico. Estudiantes y docentes pierden valioso tiempo buscando espacios disponibles, lo que genera congestión vehicular y estrés. En este

contexto, surge la necesidad de implementar un sistema inteligente que optimice la gestión del estacionamiento, facilitando la identificación de espacios libres mediante tecnología avanzada.

Para el desarrollo de este sistema, se emplearon herramientas como *OpenCV*, una librería de código abierto para el procesamiento de imágenes en tiempo real; esto permitió identificar los espacios libres del estacionamiento y *PHP*, que nos permite, junto con *MySQL*, gestionar la base de datos. Además, se utilizó *Bootstrap* que es un framework de desarrollo web de código abierto y *jQuery* una biblioteca de JavaScript, rápida y popular en la interfaz web, para garantizar una experiencia de usuario dinámica y accesible.

La metodología aplicada en este proyecto se basa en el uso de imágenes por procesamiento computacional para la detección de espacios de estacionamiento. El sistema captura imágenes en tiempo real mediante cámaras instaladas en el mismo; preprocesa los datos y detecta los espacios ocupados y libres, con algoritmos especializados. Posteriormente, esta información es almacenada en una base de datos y visualizada en una interfaz web accesible para los usuarios, permitiéndoles conocer la disponibilidad en tiempo real.

Cabe recalcar que, el sistema fue probado mediante una maqueta a escala, diseñada con base en la infraestructura del Instituto; para la implementación física de este prototipo, se debería contar con los recursos económicos por parte de la Institución. Los resultados descritos corresponden a las pruebas realizadas en este entorno de simulación.

Este trabajo no solo aborda una problemática práctica; sino que, también fomenta el uso de tecnología innovadora dentro del TecAzuay, posicionándose como un referente en soluciones tecnológicas educativas.

II. MARCO TEÓRICO

El crecimiento del personal estudiantil con automotores y la limitada infraestructura de estacionamiento en la Institución ha generado una necesidad de un sistema eficiente de gestión vehicular. Con la problemática ya expuesta, los sistemas de parqueaderos inteligentes surgen como una solución innovadora y tecnológica para gestionar y optimizar el uso de los espacios del estacionamiento institucional y reducir los tiempos de búsqueda de lugares disponibles.

El sistema de estacionamiento inteligente integra cámaras y un software para el monitoreo en tiempo real; mediante una interfaz gráfica muestra los espacios disponibles en el estacionamiento para una mejor gestión, lo cual contribuye a la sostenibilidad del medio ambiente reduciendo la emisión del CO₂, por el tiempo extenso en la búsqueda de un espacio (Kaplan & Haenlein, 2019).

Con la visión artificial que nos permite extraer información significativa de imágenes o secuencias de videos, la herramienta **OpenCV** permite identificar patrones, colores y formas, lo cual nos permite saber si un espacio del estacionamiento está libre u ocupado aumentando así la precisión en tiempo real (Imagina Formación, s.f.).

Python es un lenguaje de programación utilizado en el desarrollo de soluciones basadas en inteligencia artificial, gracias a su simplicidad y disponibilidad de librerías como OpenCV, NumPy y TensorFlow. Gracias a la flexibilidad que posee el lenguaje lo hace ideal para prototipos inteligentes, como los implementados en este proyecto.

El uso de tecnologías para crear páginas web como HTML, PHP, Bootstrap y jQuery nos permiten desarrollar interfaces dinámicas y responsivas. Estas herramientas facilitan la interacción en tiempo real y la visualización con el sistema, mejorando la accesibilidad de la solución propuesta en el proyecto. (MDN, 2025).

La gestión de los datos es clave para los sistemas inteligentes. El uso de MySQL, como gestor de base de datos, nos permite almacenar y consultar de manera eficiente la información sobre los espacios del estacionamiento, configuraciones del sistema y los usuarios registrados, integrándose con las tecnologías frontend y backend (Arsys, 2025)

Gracias a diversos estudios en sistemas similares, se ha demostrado la viabilidad de estos en la gestión de los espacios de estacionamiento. Un ejemplo, es la Universidad Técnica del Norte de Quito que desarrolló un prototipo basado en la visión artificial para la detección de los espacios libres del estacionamiento, como resultado obtuvieron altos niveles de precisión en su detección.

El sistema de monitoreo de vehículos que utilizan deep learning y filtros de seguimiento que construyó (Amato et al, 2019), publicado en arXiv, es uno de los ejemplos de investigación que ha llamado la atención internacionalmente por su innovación. Su sistema era capaz de competir, en términos de precisión, con tecnologías comerciales que aplican el uso de sensores físicos. Sin embargo, su costo era mucho más bajo y su escalabilidad, sobre todo, en áreas urbanas, era considerablemente mayor.

El uso de las tecnologías para optimizar la ejecución de tareas en actividades humanas es una de las herramientas más poderosas hasta la fecha. Así, esta fusión de antecedentes proporcionó el fundamento sobre la aplicación de tecnología de este sistema, al entorno del TecAzuay que en esta investigación se la fundamentó a una maqueta de esta institución educativa, justificando que podrían ser implementadas soluciones eficaces, tanto a nivel nacional como internacional. (Amato et al, 2019).

III. METODOLOGÍA Y CÁLCULOS

El desarrollo del sistema se basó en procesamiento de imágenes computacional siguiendo un enfoque ágil, para la gestión del estacionamiento, con el objetivo de asegurar la implementación modular, flexible y validable. Se estructuraron las siguientes etapas:

Captura de imagen y preprocesamiento

Se emplea la librería *OpenCV* que nos ayuda a procesar imágenes en tiempo real, ya que podemos visualizar la simulación empleada en la maqueta de los parqueaderos del Instituto. Gracias a su uso, esta maqueta fue realizada a escala real con un estudio previo de la estructura arquitectónica. Las etapas del preprocesamiento incluyeron:

- Conversión de escala de grises, que ayuda para que la captura sea más rápida y eficiente.
- Aplicación de umbral adaptativo, para distinguir las áreas ocupadas.

Figura 1

Captura del parqueadero



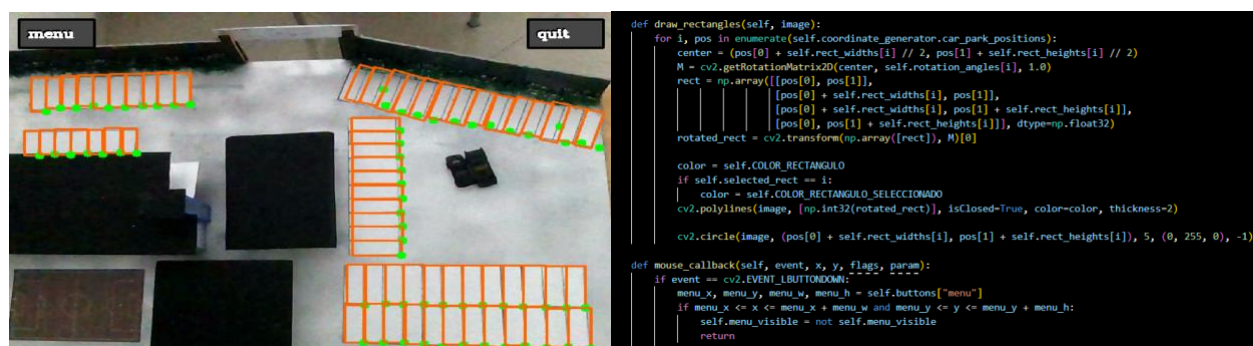
Nota. Estudio del Instituto; con esta referencia, se creó la maqueta.

Mapeo de espacios del estacionamiento

La implementación de algoritmos mapea las áreas que forman parte del estacionamiento, tomando en cuenta, la edición en tiempo real de tamaño, ángulo en el que se encuentra, entre otros factores para identificar los espacios de estacionamiento; este apartado cuenta con un menú de edición desplegable que indica su respectivo uso, para guardarlo en un archivo json y que éste se pueda cargar de manera correcta para -a continuación- determinar si está ocupado o no un espacio en función de los patrones detectados.

Figura 2

Editor de Sensores



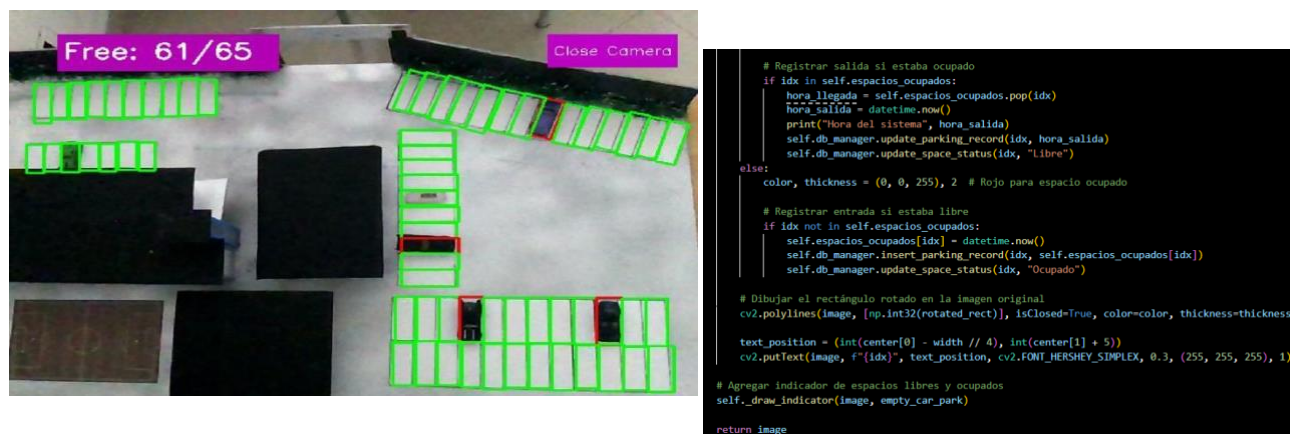
Nota. Editor de sensores para su respectiva ubicación en los espacios de estacionamiento

Detección de espacios de estacionamiento

La implementación de algoritmos de procesamiento de imágenes computacional identifica áreas de estacionamiento ocupadas y libres en la imagen capturada; para cada región, el sistema detecta y determina si está ocupado en función de los patrones detectados, para luego hacer el envío respectivo de cada patrón detectado a la base y presentarse respectivamente en la interfaz web al usuario final.

Figura 3

Sensores ubicados en los espacios



Nota. Sensores ubicados en los espacios correspondientes para la detección de vehículos

Integración con base de datos

Se emplea MySQL, el gestor de bases de datos para la creación de la misma, la cual está dividida en tres tablas, las cuales se organizan de la siguiente manera:

Parking_spaces

Esta representa los espacios disponibles del parqueadero

-Id: identificador único del espacio

-Nombre: número del espacio

Parking_records

Almacena los registros del uso de los espacios del parqueadero

- Id: identificador único del registro
- Parking_spaces_id: clave foránea, que referencia la tabla Parking_spaces
- Hora_llegada: hora de llegada del vehículo
- Hora_salida: hora de salida del vehículo
- Duración: tiempo de uso del espacio

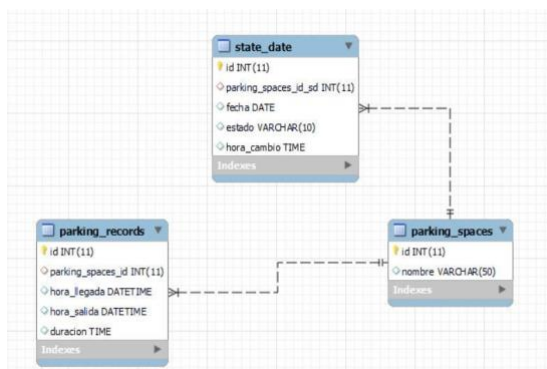
State_date

Guarda el estado del espacio del parqueadero, en un momento específico.

- Id: identificador único del estado
- Parking_spaces_id: clave foránea que referencia a Parking_spaces
- Fecha: fecha del cambio del estado
- Estado: el estado del espacio
- Hora_cambio: hora exacta del cambio del estado

Figura 4

Base de datos



Nota. Estructura de la base de datos

Interfaz de usuario web

Desarrollo de una página web, utilizando *HTML* con *jQuery*, para mostrar el estado de los espacios en tiempo real, mediante la página, la cual muestra los distintos datos de la base vinculada. La tabla de los datos se actualiza automáticamente cada 2 segundos, mediante llamadas AJAX, en un script desarrollado en PHP.

Figura 5

Interfaz de la página web



Disponibilidad de Espacios de Estacionamiento

Predicción del Próximo Espacio Libre

El próximo espacio en liberarse será el espacio 43.

Estado General

Libres: 15

Ocupados: 50

Total: 65

Espacio	Estado	Hora Estado	Descripción
1	Ocupado	09:18:17	Hora desde que está ocupado
2	Ocupado	09:18:19	Hora desde que está ocupado
3	Libre	09:18:20	Hora desde que se desocupó
4	Libre	09:18:21	Hora desde que se desocupó
5	Ocupado	09:18:21	Hora desde que está ocupado
6	Libre	09:18:23	Hora desde que se desocupó
7	Libre	09:18:25	Hora desde que se desocupó
8	Ocupado	09:18:27	Hora desde que está ocupado
9	Ocupado	09:19:59	Hora desde que está ocupado
10	Ocupado	09:19:59	Hora desde que está ocupado
11	Ocupado	09:18:46	Hora desde que está ocupado
12	Ocupado	09:18:47	Hora desde que está ocupado

Nota. Interfaz web del sistema

Cambio de cámaras y configuración del sistema

El sistema permite el cambio en tiempo real entre cámaras, mediante un menú desplegable. Las configuraciones se almacenan en un archivo JSON, para la persistencia entre sesiones del programa.

Requerimientos para implementación del sistema

- Computadora portátil o mini PC: aprox. \$500 - \$800 USD.
- Cámara de seguridad, con soporte infrarrojo para visión nocturna: aprox. \$60 - \$150 USD.
- Soportes y montaje para cámaras: aprox. \$20 USD, por unidad ocupada.
- Conexión a red eléctrica strapless y una red Wifi (El costo puede variar dependiendo de las cámaras implementadas y el plan que ofrezca la empresa de preferencia).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos han demostrado que nuestra herramienta ha logrado cumplir su función de reducir el tiempo de búsqueda de un espacio libre, ayudando así al usuario a tener una mejor experiencia al llegar a la Institución, lo que demuestra que la tecnología basada en procesamiento de imágenes computacional, nos puede ayudar a solucionar problemas cotidianos de manera eficiente.

Los resultados demuestran la viabilidad de implementar un sistema inteligente de estacionamiento en entornos educativos. Comparado con estudios previos, este sistema se destaca por su enfoque personalizado y bajo costo de implementación. Sin embargo, su dependencia de hardware específico limita su aplicación en otros contextos sin adaptaciones adicionales.

Los resultados obtenidos incluyen:

Identificación precisa de espacios libres: Con una tasa de precisión del 95%, en pruebas controladas.

Reducción del tiempo de búsqueda: Un 40% menos de tiempo promedio, para encontrar un espacio disponible.

Una de las implicaciones clave de este sistema es su potencial para ser replicado en otras instituciones educativas con características similares. También plantea preguntas importantes sobre la integración de soluciones tecnológicas en infraestructura existente y la aceptación por parte de los usuarios.

V. CONCLUSIONES

El sistema desarrollado cumple con el objetivo de optimizar la gestión del estacionamiento en el TecAzuay, lo que mejora la experiencia del usuario y reduce la congestión vehicular, lo cual contribuye a ahorrar tiempo al no tener que dar tantas vueltas, lo que mejora también la movilidad dentro del campus; esto contribuye a disminuir el uso de combustible y, por ende, la contaminación. Entre las limitaciones del estudio está la simulación de sensores; por lo que, se recomienda probar el sistema con hardware real en futuras investigaciones, ya que como se mencionó, el proyecto fue implementado como un prototipo mediante el uso de una maqueta a escala real; sin embargo, no ha sido implementado de manera física en el Instituto debido a que no se cuenta con los recursos económicos respectivos. Además, a futuro, sería beneficioso explorar la integración de tecnologías adicionales, como aplicaciones móviles y notificaciones en tiempo real, para una experiencia aún más fluida.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amin, S., & Kumar, R. (2023). A review on PHP programming language. *International Journal of Research Publication and Reviews*, 4(3), 1841–1845.
https://www.researchgate.net/publication/371166635_A_Review_on_PHP_Programming_Language
- Gupta, M., & Verma, A. (2024). MySQL: Database design for performance and scalability. *International Journal of Research Publication and Reviews*, 5(3), 121–129.
<https://ijrpr.com/uploads/V5ISSUE3/IJRPR24422.pdf>
- Kaur, R., & Sharma, D. (2023). Semantic web development using HTML5: Accessibility and usability perspectives. *Journal of Web Engineering*, 22(4), 955–974.
<https://doi.org/10.13052/jwe1540-9589.2246>
- Singh, P., & Patel, R. (2021). IoT for smart environment monitoring based on Python: A review. *International Journal of Computer Applications*, 183(12), 15–23.
https://www.researchgate.net/publication/351958318_IoT_for_Smart_Environment_Monitoring_Based_on_Python_A_Review
- Chen, Y., Zhang, L., & Wang, H. (2022). Smart parking systems based on computer vision and deep learning: A comprehensive review. *IEEE Access*, 10, 45612–45629.
<https://doi.org/10.1109/ACCESS.2022.3166589>
- Morales, L., & González, F. (2022). Analysis of IDEs and their impact on software development productivity. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 13(8), 214–221. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2022.0130828>
- Ramesh, S., & Babu, K. (2021). Predictive modeling techniques in machine learning: A comprehensive review. *International Journal of Advanced Computer Research*, 11(53), 80–94.
<https://doi.org/10.19101/IJACR.2021.104012>
- Silva, D., & Almeida, R. (2023). Image processing using OpenCV and deep learning in Python: A survey. *Journal of Imaging*, 9(1), 12–26. <https://doi.org/10.3390/jimaging9010012>
- Martínez, C., & Fernández, L. (2022). Handling JSON data structures in Python for big data applications. *International Journal of Data Science and Analytics*, 14(2), 95–107.
<https://doi.org/10.1007/s41060-021-00279-4>
- Kaplan, A., & Haenlein, M. (2019). Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence. *Business Horizons*, 62(1), 15–25. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.08.004>
- Kumar, A., & Singh, J. (2022). Database security and privacy: Techniques and challenges. *Journal of Information Security and Applications*, 70, 103437. <https://doi.org/10.1016/j.jisa.2022.103437>

- Pilicita Garrido, A., Borja López, Y., & Gutiérrez Constante, G. (2020). Rendimiento de MariaDB y PostgreSQL. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*, 7(2), 9–16.
<https://doi.org/10.26423/rctu.v7i2.538>
- Bautista, V. R., Barreto Flores, A., Ayala Raggi, S. E., & Bautista López, V. E. (2021). Detección de lugares disponibles en un estacionamiento mediante visión artificial. *Revista Tecnológica ESPOL*, 34(2), 55–66. <https://doi.org/10.37812/rt.v34i2.1212>
- García, J., & Torres, P. (2023). Data types and structures in Python for scientific computing. *Journal of Computational Science Education*, 14(1), 32–45. <https://doi.org/10.22369/issn.2153-4136/14/1/5>

Elaboración de colantes orgánicos para construcción de maceteros biodegradables
Preparation of organic additives for the construction of biodegradable flower pots

Jorge Jacinto Cabrera Ortiz ¹, David Sarango Puma + ²,
jorge.cabrera@tecazuay.edu.ec, david.sarango@tecazuay.edu.ec.

¹²Instituto Superior Universitario Tecnológico del Azuay / Cuenca, Ecuador

DOI 10.36500/atenas.4.008

<i>Resumen</i> En la elaboración de colantes biodegradables de origen animal y vegetal para su aplicación en trabajos con madera —particularmente en elementos utilizados en la construcción— se resalta la importancia de analizar las propiedades físicas y químicas de los diferentes tipos de colantes, con el propósito de desarrollar maceteros sostenibles. Este estudio no abarca aspectos relacionados con la satisfacción del cliente ni con la responsabilidad corporativa, centrándose exclusivamente en la viabilidad técnica y ambiental del material. La investigación tuvo como objetivo determinar la biodegradabilidad del compuesto resultante de la mezcla entre materiales lignocelulósicos y colantes naturales; así como, su factibilidad para la fabricación de maceteros. Para la fase experimental, se modelaron y construyeron maceteros utilizando adhesivos de origen animal y vegetal, junto con residuos de mecanizado de madera (viruta sin distinción de especie). En cada macetero se sembró una planta ornamental, elegida indistintamente, con el fin de evaluar el comportamiento del material frente a las condiciones ambientales. El proceso de observación se realizó de manera periódica cada 15 días, registrando visualmente el avance de la degradación del material hasta su completa descomposición. Adicionalmente, se efectuaron análisis microscópicos, con el objetivo de identificar las especies de microorganismos responsables del proceso de biodegradación. Los resultados obtenidos permiten validar la hipótesis de que los colantes naturales, combinados con residuos de madera, constituyen una alternativa viable y ecológica para la fabricación de productos biodegradables, promoviendo prácticas sostenibles en la industria de la madera.	<i>Abstract</i> In the development of biodegradable adhesives of animal and plant origin for use in woodworking—particularly in elements used in construction—the importance of analyzing the physical and chemical properties of different types of adhesives is emphasized, with the aim of developing sustainable flowerpots. This study does not address aspects related to customer satisfaction or corporate responsibility, focusing exclusively on the technical and environmental feasibility of the material. The research aimed to determine the biodegradability of the compound resulting from the mixture of lignocellulosic materials and natural adhesives, as well as its feasibility for the manufacture of flowerpots. For the experimental phase, flowerpots were modeled and built using adhesives of animal and plant origin, together with wood machining residues (shavings without distinction of species). In each flowerpot, an ornamental plant was randomly selected and planted in order to evaluate the material’s behavior under environmental conditions. The observation process was carried out periodically every 15 days, visually recording the progress of material degradation until its complete decomposition. Additionally, microscopic analyses were conducted to identify the species of microorganisms responsible for the biodegradation process. The results obtained validate the hypothesis that natural adhesives, combined with wood residues, represent a viable and ecological alternative for the manufacture of biodegradable products, promoting sustainable practices in the wood industry.
---	---

Palabras Claves – colante, macetero, viruta aserrín, microscopio, biodegradación.
Keywords – glue, flower pot, sawdust shaving microscope, biodegradation

I. INTRODUCCIÓN

El problema global en el que se encuentra nuestro planeta como consecuencia de la deforestación y del aumento de gases de efecto invernadero nos obliga y nos compromete a considerar alternativas para la mejora de nuestro hábitat. En este contexto, se evaluó la posibilidad de desarrollar un producto biodegradable a partir de un residuo para reemplazar el uso de bandejas plásticas en las etapas de siembra y trasplante de plántulas de hortalizas, lo que evitaría la generación de grandes cantidades de desechos plásticos. Por su potencial comprobado en la elaboración de materiales compactados, las materias primas principales a ser utilizadas en la investigación son la viruta y el aserrín. Además, la alta producción de estos residuos en la región, su fácil recolección y la ubicación al granel genera un estado de proyección. Con base en estos antecedentes, se llevó a cabo un estudio orientado al desarrollo de macetas biodegradables a partir del colante animal o vegetal, en conjunto con el aserrín o la viruta, destinadas a la producción de plantas. El experimento se realizó en las áreas y laboratorios del Instituto Superior Universitario Tecnológico del Azuay, de la ciudad de Cuenca, Ecuador; y, se utilizaron el aserrín y la viruta generados en el taller de la carrera de Procesamiento Industrial de la Madera.

Para el proyecto se desarrollaron colantes y aglutinantes de tipo animal o vegetal utilizados ancestralmente para el pegado de muebles; el estudio busca determinar si son biodegradables, mediante ensayos de laboratorio y pruebas de campo. La amalgama endurecida de los colantes y los residuos de la madera seleccionados forman un material granulado o pulverizado que, al mezclarse con agua, experimenta transformaciones químicas de descomposición. El estudio no considera costos de elaboración, pues se pretende determinar una alternativa de maceteros biodegradables. Hay estudios experimentales que muestran que maceteros biodegradables hechos con residuos orgánicos y lignocelulósicos (p. ej. cartón, papel, fibra de coco, residuo textil, estiércol + aserrín) tienen resistencia mecánica suficiente para uso de plántulas y se degradan en suelo aportando materia orgánica. (ej.: Juanga-Labayen et al., MDPI 2021; fibra de coco y otras formulaciones). MDPI+1, Investigaciones prueban formulaciones diversas (papel+textil; estiércol+cáscara/ aserrín; residuos de hojas) y reportan que la mejor mezcla depende del objetivo: p. ej. mayor proporción de fibra mejora retención de agua; sin embargo, puede reducir resistencia mecánica; ciertas combinaciones (p. ej. 80% estiércol + 20% aserrín con aglutinantes naturales) dieron buen balance en pruebas físicas. (estudio USDA / Environmental Science & Pollution Research, 2022). US Forest Service.

Estudios de biodegradabilidad y emisiones (ensayos de pérdida de masa, CO₂ del suelo) muestran que algunas macetas fabricadas con residuos degradan rápidamente en suelo; y, aumentan la actividad microbiana y N inorgánico en el suelo; otras —sobre todo bioplásticos tipo PLA/PHA— necesitan condiciones específicas (compostaje industrial) para degradarse eficientemente. Resultado: no todas las alternativas “biodegradables” son iguales. MDPI+1. Las evaluaciones tipo Life Cycle Assessment (LCA) disponibles son mixtas: mientras que la sustitución de macetas plásticas por biopots reduce la problemática del residuo plástico en campo y la gestión final. Algunos estudios LCA señalan impactos ambientales asociados a la producción (uso de energía, insumos agrícolas para bioplásticos, transporte y necesidad de instalaciones de compostaje). En consecuencia, el beneficio neto ambiental depende del material, escala productiva y gestión de fin de vida. ResearchGate+1. Revisiones recientes y trabajos de síntesis recomiendan priorizar maceteros hechos con subproductos locales (residuos agrícolas, cartón, fibras) porque: (a) reducen residuos locales; (b) aportan nutrientes tras la degradación; y, (c) suelen requerir menos proceso industrial que bioplásticos, como PLA. Sin embargo, se requiere estandarizar pruebas de biodegradabilidad en suelo/compost para comparar resultados.

MARCO TEÓRICO

El Engrudo es un material adhesivo, el cual se emplea para pegar carteles, cartón, papel mache y en otras aplicaciones artesanales; lo consideran un material de fácil fabricación, de costo bajo y de larga conservación de propiedades. El aserrín es el conjunto de partículas o polvillo que se desprende de la mecanización, corte y aserrado de la madera de paneles, contrachapados y/o aglomerados; de la transformación de la madera también se produce la viruta que es un fragmento del material residual de la madera, con forma de espiral o lámina curva.

Un macetero biodegradable es un recipiente para plantas construido con materiales que se descomponen naturalmente en el medio ambiente (RestaurAmerica.org, 2022).

METODOLOGÍA Y CÁLCULOS

El presente estudio utiliza la metodología de investigación documental y experimental. Según Constantino (1993), la investigación experimental y documental incluye una serie de métodos y técnicas de búsqueda, procesamiento y almacenamiento de información de la observación investigativa y de documentos académicamente probados. Se recopiló, analizó y sistematizó la información existente en fuentes bibliográficas. El comparativo podemos observar en la tabla 1.

Etapas 1

En una primera etapa se elaboraron diferentes tipos de colantes de origen animal y vegetal, siguiendo un procedimiento ancestral que consiste en:

- Utilizar la técnica de cocción.
- Recolectar madera residuo de los aserríos o máquinas cortadoras de madera.
- Realizar la mezcla produciendo una amalgama del colante y los residuos.
- Elaborar los maceteros, con la ayuda de un molde.
- Secar al sol (el tiempo de secado dependerá del colante).
- Algunos se colocaron en el horno por 20 minutos, a 150 °C, para un macetero firme y rígido.
- Desmoldar.
- Sembrar una planta de tipo ornamental.

Etapas 2

En la segunda etapa, mediante observación, en el transcurso del tiempo se determinó la degradabilidad; este proceso consistió en:

- Ubicar las plantas en un lugar específico para observación, según el tipo de colante.
- Revisar la muestra cada 15 días.
- Realizar un levantamiento fotográfico cada 30 días, para verificar el avance de la biodegradación.

En la tercera etapa, la muestra se lleva al laboratorio para determinar su biodegradabilidad. El proceso es el siguiente:

- Presentar la nueva información de manera sistemática, coherente y suficientemente argumentada en un documento científico, adjunto a los hallazgos observados en el seguimiento experimental.

- Analizar, examinar y evaluar críticamente los hallazgos de la investigación, producto de visualización de un proceso de descomposición de las muestras en un ambiente controlado.
- Visualizar en el laboratorio, a nivel microscópico a 100x.
- Revisar documentos relevantes que permitan fortalecer la información sobre la temática.
- Generar estadísticas y fotografías del seguimiento.
- Determinar conclusiones.

Tabla 1.

Comparación de tipos de colantes para la elaboración de maceteros biodegradables

Tipo de Colante	Materiales principales	Procedimiento Resumido
Vegetal (Engrudo)	Harina, maicena, sal, vinagre, agua	Cocción de ingredientes a fuego medio hasta espesar. Reposo. Conservación en refrigeración.
Base de leche	Harina, azúcar, leche semidescremada, vinagre, bicarbonato	Mezcla cocida hasta homogeneidad. Reservado sin refrigeración inmediata.
Animal (Piel de pollo)	Piel de pollo, agua, vinagre, alcohol, aserrín	Cocción en olla de barro con leña. Licuado y cocción a baño maría. Conservación en frío.
Animal (Patas de pollo)	Patas de pollo, agua	Cocción prolongada, colado, reposo y refrigeración.
Animal (Hueso de res)	Hueso blanco de res, agua	Cocción en olla de presión, reducción del líquido, colado de gelatina. Moldeo con aserrín.

Nota. Los nombres de los colantes corresponden a su origen principal: vegetal, base de leche y animal, diferenciándose por el tipo de materia prima utilizada. Los procedimientos están resumidos y pueden variar según la fuente o adaptación práctica. Los ingredientes como agua (H₂O), vinagre (ácido acético) y alcohol (etanol) son de uso común en la preparación de adhesivos artesanales.

En la siguiente tabla 2, observamos las cantidades específicas de materiales para la elaboración de colantes.

Tabla 2.

Cantidades específicas de materiales para colantes orgánicos y ecológicos

Tipo de Colante	Ingredientes	Cantidades Utilizadas	Observaciones	Imagen Sugerida
Vegetal (Engrudo)	Harina	50 g / 1 taza	Base espesa, se cocina con agua	<i>Foto del macetero final + mezcla</i>
	Maicena	30 g / 2 cucharadas	Mejora la viscosidad	
	Sal	25 g / ½ taza	Conservante	
	Vinagre	30 ml (15 ml + 15 ml adicionales)	Acelera degradación orgánica	
	Agua	250 ml	Medio disolvente	
Base de leche	Harina	250 g / 1 taza	Da cuerpo al colante	<i>Foto del macetero desmoronado</i>
	Azúcar	15 ml / 1/3 taza	Endulzante, conserva humedad	
	Vinagre	15 ml / 1 cucharada	Estabilizante	
	Bicarbonato	30 g / 2 cucharadas	Reacción química no controlada	
	Leche semidescremada	1 taza	Genera base cremosa, demora en secar	
Animal (Piel de pollo)	Piel de pollo	2 libras	Fuente proteica gelatinosa	<i>Foto del colante líquido + macetero</i>
	Agua	½ jarra (~500 ml)	Cocción de base	
	Aserrín	Variable	Relleno para moldear	
	Vinagre	1 cucharada	Conserva y estabiliza	
	Alcohol	1 cucharada	Conserva y acelera secado	
Animal (Patas de pollo)	Patas de pollo	2 libras	Fuente de colágeno	<i>Foto del proceso en olla / colado</i>
	Agua	1 litro	Cocción prolongada	
Animal (Hueso de res)	Hueso blanco de res	4 libras	Base gelatinosa firme	<i>Foto del colado y moldeado final</i>
	Agua	2 litros	Cocción prolongada en olla de presión	
	Aserrín	4 tazas	Mezcla con colante para dar forma	

Nota. Las cantidades indicadas son aproximadas y pueden ajustarse según la textura deseada del colante o el tamaño del proyecto artesanal. Las imágenes sugeridas son ejemplos visuales que pueden incluir tanto el proceso como el resultado final (macetero elaborado con cada tipo de colante). Las unidades de medida se expresan en gramos (g), mililitros (ml), tazas (~250 ml) y libras (~454 g), siendo referencias caseras y prácticas.

Estadística del clima en donde se realizaron las pruebas

La variable clima no se consideró un factor determinante para el estudio, por lo que a continuación se mencionan la ubicación de la estación meteorológica y del punto de estudio.

Tabla 3.

Coordenadas geográficas del estudio

Tecnológico del Azuay		Estación Mariscal Lamar	
Coordenadas geográficas	latitud $\approx -2.8953^\circ$, longitud $\approx -78.9963^\circ$	Coordenadas geográficas	latitud -2.8833° longitud -78.9833°
Coordenadas WGS84	UTM: 17S	Coordenadas WGS84	UTM: 17S
	Este (X) $\approx 477,000$ m		Este (X): $\sim 476,900$ m
	Norte (Y) $\approx 6,800,000$ m		Norte (Y): $\sim 6,810,100$ m

Nota. Los datos estadísticos en el periodo de investigación fueron extraídos del INAMHI y estación Mariscal Lamar, considerada la más cercana al punto muestral; la página de referencia es www.tutiempo.net. El proyecto fue realizado en las Dirección: Av. Octavio Chacón 1-98 y Primera Transversal, Parque Industrial, Cuenca; Instituto Superior Tecnológico del Azuay.

Tabla 4.

Datos estadísticos del ambiente en el cual se desarrolló el estudio

2023 (Estación Mariscal Lamar)	2023-2024 (Otra estación de Cuenca, datos generales de clima)
Temperatura media anual: 16.6°C	Temperatura media anual: 14.8°C
Temperatura máxima media anual: 23.3°C	Temperatura máxima media anual: 22°C
Temperatura mínima media anual: 11.1°C	Temperatura mínima media anual: 8.4°C
Octubre 2024 (Mariscal Lamar)	Precipitación total anual: ~ 379.66 mm
Temperatura media en octubre-2024: 17.4°C	Días con lluvia: 113 días
Precipitación total en octubre-2024: 35.57 mm	
Humedad relativa promedio: 57.1 %	
Días con lluvia en octubre-2024: 11 días	

Nota. Los datos estadísticos del ambiente en el cual se desarrolló el estudio, obtenidos de la estación meteorológica Mariscal Lamar y de otra estación de referencia en la ciudad de Cuenca durante los años 2023 y 2024.

Estadística para biodegradación

Pérdida de masa durante incubación en suelo: muchos biopots muestran pérdidas de masa significativas en semanas–meses; algunos materiales (residuos vegetales) pueden perder 30–80% de masa, en 2–6 meses, en condiciones de campo/compost. Daegeun Ko, et.al (2023). CO_2 del suelo / respiración: aumento de la mineralización en suelos con biopots degradándose (indicador de descomposición microbiana). Daegeun Ko et.al (2023). Resistencia mecánica (ruptura/compresión): reportada en Newtons o kN; por ejemplo, algunas formulaciones de fibra de coco alcanzaron ~ 0.32 kN compresión;

y, 0.71 kN tracción, en pruebas de laboratorio (valores de referencia para seleccionar formulaciones) Briones Bermeo (2024).

SEGUIMIENTO DE LA EXPERIMENTACIÓN

Colante Vegetal

El macetero elaborado con el colante de origen vegetal conocido como engrudo resultó adecuado a su finalidad de ser resistente y biodegradable, brindando una opción para cultivar cualquier tipo de planta y luego ser trasplantada directamente a la tierra, siendo así, amigable con el medio ambiente.

Tabla 5.

Materiales y procedimiento para elaboración artesanal de un pegamento ecológico de origen vegetal

Materiales para elaborar pegamento casero	Procedimiento para la elaboración de pegamento casero ecológico
● 50 gramos o 1 taza de harina. ● 30 gramos o 2 cucharadas de maicena. ● 25 gramos o 1/2 de taza de sal. ● 15 ml o 1 cucharada de vinagre. ● 250 ml de agua. ● 30 ml o 2 cucharadas de vinagre blanco.	- Colocar en una olla las cantidades indicadas de azúcar y la harina, con 250 ml de agua. - Cocinar a fuego medio hasta que se forme una mezcla espesa. - Agrega el vinagre y dejarlo reposar por 10 minutos a temperatura ambiente. - Colocar la mezcla en un envase de vidrio y ponerlo en el refrigerador para que se conserve. - Elaboración de la amalgama mezclando el material (viruta o aserrín) y el colante. - Moldeado artesanal de la amalgama. (Figura 1)

Nota. Se muestra los materiales y pasos necesarios para la elaboración artesanal de un pegamento ecológico a base de productos naturales. El procedimiento describe la mezcla y cocción de los ingredientes hasta obtener una masa espesa, su conservación y posterior aplicación

Figura 1

Elaboración del colante de tipo vegetal



Nota. Se muestran las etapas del proceso de preparación del pegamento ecológico: mezcla de ingredientes secos, cocción de la mezcla hasta lograr una consistencia espesa y resultado final del colante de tipo vegetal.

Colante de base de leche

El colante fabricado con leche tomó más tiempo en secarse; esto, se debió a la pequeña cantidad de grasa que contiene la leche semidescremada utilizada en su elaboración; se espera que al utilizar leche descremada, el tiempo de secado disminuya. Al contener cierta cantidad de yeso, se esperaba que se solidifique de igual manera que el macetero elaborado con engrudo; sin embargo, no resultó así debido a que se desmoronó al momento de intentar agilizar su proceso de secado; por lo tanto, se concluye que este colante no cumplió con las expectativas. En la elaboración del colante de leche se colocó una cantidad de bicarbonato extra a la requerida, lo cual pudo haber repercutido en los resultados. Además, se estima que el tiempo de secado pudo haber sido superior. Este colante se elaboró de la siguiente manera:

Tabla 6.

Materiales y procedimiento para elaboración artesanal de un pegamento ecológico de origen animal(leche)

Materiales para elaborar pegamento casero a base de leche	Procedimiento para la elaboración de pegamento casero ecológico de leche (Figura 2)
● 250 gramos o 1 taza de harina. ● 15 ml o 1/3 de taza de azúcar. ● 15 ml o 1 cucharada de vinagre. ● 30 gramos o 2 cucharadas de bicarbonato. ● 1 taza de leche semidescremada.	- Colocar en una olla las cantidades indicadas de azúcar, harina y leche. - Mezclar. - Colocar el recipiente en la estufa a fuego medio, hasta conseguir una mezcla homogénea. - Retirar del fuego. - Reservar.

Nota. Detalla los materiales y pasos para elaborar un pegamento ecológico de origen animal a base de leche. El procedimiento incluye la mezcla y cocción de ingredientes naturales como harina, azúcar, vinagre y leche hasta obtener una textura homogénea.

Figura 2

Elaboración del colante de tipo animal(leche)



Notas. El proceso de preparación del pegamento ecológico a base de leche: mezcla inicial de ingredientes, cocción del producto para lograr la consistencia adecuada y aplicación final del colante en un soporte vegetal.

En el estudio se determinará si el compuesto es biodegradable y si se puede utilizar en maceteros. La práctica muestral se realizó construyendo maceteros con colantes de origen animal y vegetal; posteriormente, se sometió a pruebas de comprobación de las propiedades de degradación en el tiempo y pruebas microscópicas de comprobación que permitan verificar la biodegradación; para tal efecto, se elaboraron maceteros con la amalgama de los materiales para los diferentes colantes ancestrales propuestos.

Para la elaboración de las muestras se usó la técnica de cocción; se recolectó madera residuo de los aserríos o máquinas cortadoras de madera. Se elaboró la amalgama del colante y los residuos. Con la ayuda de un molde se elaboraron los maceteros y se los secó al sol (el tiempo de secado depende del tipo de colante); transcurrido el tiempo necesario, se procedió a desmoldar; algunos de ellos, se colocaron al horno por 20 minutos, a 150 °C, para un macetero firme y rígido. Se procedió a sembrar una planta; mediante observación en el tiempo se determinó la biodegradabilidad.

Colante con base en huesos de pollo

El macetero elaborado con maicena dio el resultado adecuado, pues cumplió su finalidad de ser resistente y biodegradable brindando, de esta manera, una opción para cultivar cualquier tipo de planta y luego ser trasplantada directamente a la tierra, siendo así, amigable con el medio ambiente. Con la colocación de café resultó un exquisito olor.

Tabla 7.

Materiales y procedimiento para elaboración artesanal de un pegamento ecológico de origen animal

Utensilios y herramientas	Materiales para elaborar pegamento animal	Procedimiento para elaboración de pegamento animal
▪ Olla de barro ▪ Leña ▪ Parrilla ▪ Cuchara de palo ▪ Jarra	▪ 2 libras de piel de pollo ▪ Media jarra de agua ▪ Aserrín ▪ Vinagre ▪ Alcohol	- Colocar la piel de pollo en una olla de barro para cocinar en leña. - Agregar media jarra de agua (que sobrepase un poco el agua). - Dejar hervir y moverle hasta que se cocine y espese - Licuar y colocar en la estufa, a baño maría. - Poner en un frasco de cristal y guardar en la nevera para que se conserve. - Agregar una cucharada de vinagre y una de alcohol

Nota. Se muestra los utensilios, materiales y pasos necesarios para elaborar un pegamento ecológico de origen animal a base de piel de pollo. El proceso incluye la cocción, licuado y conservación del producto con vinagre y alcohol como conservantes naturales.

La finalidad de este experimento era comprobar si el colante elaborado con base en piel de animal nos iba a dar un buen resultado y saber si con ello podíamos unir o acoplar con otro material; en este caso, el experimento dio el resultado requerido. Preparación de colante orgánico natural con patas de pollo (Figura 3)

Figura 3

Proceso elaboración de macetero, con base en 2 libras de pollo y un litro de agua.



Nota. Se puede ver cómo se cocina la piel para obtener el colágeno natural, que luego se mezcla con aserrín hasta formar una masa moldeable.

Los materiales utilizados: piel de pollo y aserrín, con las cantidades indicadas, resultaron adecuados en la fabricación del macetero; además, proporcionan una excelente alternativa de macetero biodegradable, amigable con el medio ambiente. En la Figura 4, observamos el modelado artesanal con este tipo de colante.

Se dice que no hay mejor manera de prolongar la vida que plantar nuestro corazón en la tierra. Esta es una forma nueva de crear macetas biodegradables para personas que aman sembrar, ya que adelantan ciclos de cultivo; como resultado, se puede realizar sembrado con el macetero. Se eliminan los riesgos adheridos al trasplante y se reduce la mano de obra en retirada de residuos plásticos.

Figura 4

Moldeado del macetero de forma artesanal



Nota. Se observa la mezcla de aserrín y colágeno colocada en un molde hasta darle forma, y el resultado final una vez seco.

Tabla 8.

Materiales y procedimiento para elaboración artesanal de un pegamento ecológico de origen animal

Materiales para colante, con base en hueso de res	Herramientas, equipos y utensilios
4 libras de hueso blanco de res	Olla de presión
2 litros de agua	Cucharas de madera
	Coladera
	Recipientes
	Estufa
	Refrigeradora

Nota. Se utilizan huesos blancos y agua como ingredientes principales, junto con utensilios básicos como olla de presión, coladera y recipientes.

Procedimiento de cocción

Cocinar en una olla de presión los huesos durante una hora, luego cocinando sin presión hasta que se evapore el agua aproximadamente un tercio de lo aplicado. Dejar enfriar hasta que la sustancia esté tibia, pasar por el colador, en donde solo quedó la sustancia gelatinosa. Posteriormente, vaciar la mezcla en un molde o recipiente y llevarlo a la nevera por una hora. Transcurrido ese tiempo, la sustancia está lista para usarla.

Tabla 9.

Materiales y procedimiento para elaboración del macetero ecológico de origen animal

Materiales	Herramientas
- 400 gramos de colante orgánico natural, con partes de animales	- 1 molde
- 4 tazas de aserrín	- 1 espátula
	- Guantes
	- mascarilla
	- funda plástica
	- recipientes

Nota. Fabricación de macetero con materiales orgánicos, para interiores y exteriores

Procedimiento de elaboración

Vaciar el aserrín en un recipiente; agregar el colante orgánico por unos 3 minutos a baño maría, para que se derrita; mezclar con el aserrín hasta conseguir una sustancia acuosa. Vaciar la sustancia en el molde en forma de maceta; prensar con la espátula hasta conseguir paredes de un centímetro. Llevar el macetero a la nevera por una hora, para que la mezcla se enfríe y se endure.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Resultados de la primera fase

Del proceso de elaboración de los colantes con partes de animales se obtuvo resultados favorables, ya que su consistencia tenía propiedades pegajosas como las de un colante artificial. Sobre la fabricación de la maceta con materiales orgánicos, se obtuvo como resultado que la aplicación del colante con aserrín cumple con las propiedades para poder amoldarse, como observamos en la Figura 5; y, luego del secado, su estructura es firme como para soportar la plantación de una especie ornamental.

Figura 5

Proceso Elaboración de macetero



Notas. Se ve la secuencia de la cocción del material, el filtrado del colágeno, la mezcla con aserrín y el moldeado manual de la pieza

Resultados de la segunda Fase: seguimiento de Biodegradabilidad

Los maceteros elaborados con los distintos colantes se consideran biodegradables en su totalidad. En ellos se puede cultivar cualquier tipo de planta y luego ser trasplantada directamente a la tierra, siendo así, un elemento amigable con el medio ambiente.

Mediante visualización microscópica se observa que el responsable de la biodegradación es el microorganismo conocido como piojo del libro; la identificación taxonómica fue determinada mediante similitud fotográfica. En la figura 6, se visualizan de forma gráfica las características; el piojo del libro es un artrópodo, de la clase insecta, orden Psocoptera, suborden troctomorpha, familia liposcelidae. La medida aproximada es de 1-2 mm, tiene antenas largas y delgadas; el abdomen representa la mayor parte de su cuerpo que es de color gris claro y blanco. Se alimenta de hongos y moho, humedad alrededor del 70-75 %. El seguimiento del proceso de biodegradación se sintetiza en la tabla 3, en donde mediante los parámetros del tiempo de biodegradación de la amalgama y el tamaño de la granulometría nos permite aseverar que los maceteros son biodegradables.

Figura 6

Piojo de libro



Notas. Piojo de libro es un pequeño insecto que suele encontrarse en ambientes húmedos y con presencia de papel o cartón, se alimenta de moho y restos orgánicos, y aunque no representa un riesgo para la salud, puede dañar materiales impresos o almacenados en bibliotecas y archivos.

En la tabla 3, se sintetizan los resultados obtenidos de la investigación; se consideraron tres parámetros que nos permitan determinar el tiempo de biodegradación; estos son el tipo de colante sea animal o vegetal; la granulometría aproximada de la madera utilizada para la amalgama y el tiempo de biodegradación.

Tabla 3

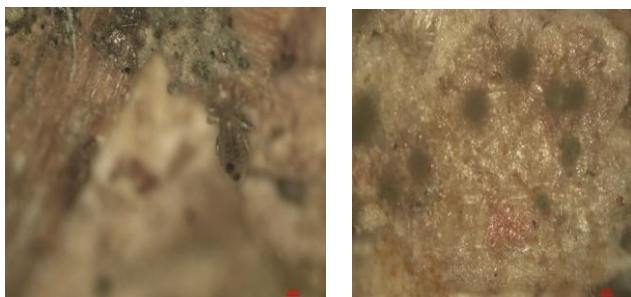
Seguimiento de la biodegradación

Tipo de colante	Estructura de granulometría de la madera		Tiempo de Biodegradacion	Responsable
Origen vegetal	Media	10mm	12 meses	Piojo de libro
Origen vegetal	Media	2mm	7 meses	Piojo de libro
Base de leche	Delgada	2 mm	6 meses	Piojo de libro
Hueso Vacuno	Delgada	2 mm	8 meses	Piojo de libro
Hueso de pollo	Delgada	2 mm	7 meses	Piojo de libro
Hueso de pollo	Delgada	10 mm	no llego a termino	

Nota. mm = milímetros. “No llegó a término” indica que la biodegradación no se completó. El piojo de libro (*Liposcelis* spp.) fue el responsable del proceso. En el anexo 1, se observa el proceso mensual de biodegradación, de forma microscópica.

Figura 7

Fotografías tras microscopio a 100x



Nota. Fotografías tras microscopio a 100x; el piojo de libro en trabajo de biodegradación 10 meses.

En la tabla 4 mediante observación, se determinaron las características de los colantes en la conformación de los maceteros pudiendo obtener los siguientes resultados:

Tabla 4

Resultados y Conclusiones de tipos de colantes para la elaboración de maceteros biodegradables

Tipo de Colante	Materiales principales	Resultados	Conclusiones
Vegetal (Engrudo)	Harina, maicena, sal, vinagre, agua	Macetero resistente y biodegradable. Se puede trasplantar sin afectar el entorno.	Opción amigable con el ambiente, útil para cualquier planta. Buen rendimiento y biodegradabilidad.
Base de leche	Harina, azúcar, leche semidescremada, vinagre, bicarbonato	Tiempos de secado prolongados. El macetero se desmoronó al forzar el secado.	El exceso de bicarbonato y grasa afectó resultados. Mejorar proporciones y tiempo de secado.
Animal (Piel de pollo)	Piel de pollo, agua, vinagre, alcohol, aserrín	Colante resistente. Macetero firme. Buen olor con café añadido.	Alta resistencia y buena adhesión con aserrín. Opción biodegradable viable.
Animal (Patas de pollo)	Patas de pollo, agua	Colante funcional para pegar y moldear. Macetero firme.	Alternativa ecológica funcional. Mezcla con aserrín adecuada para macetas biodegradables. El colante cumple función similar al industrial. Maceteros resistentes ideales para interiores/exteriores.
Animal (Hueso de res)	Hueso blanco de res, agua	Mezcla viscosa, con buena adhesión. Estructura sólida tras enfriar y moldear.	

Nota. Los resultados corresponden a pruebas experimentales en la elaboración de maceteros biodegradables. Las variaciones en ingredientes afectan el tiempo de secado, resistencia y biodegradabilidad final.

CONCLUSIONES

La elaboración de colantes de origen animal y vegetal mediante metodologías artesanales demostró una notable eficiencia en la cohesión estructural de los maceteros experimentales. Los resultados obtenidos en la fase inicial del estudio evidencian que las propiedades adhesivas de estos colantes resultan adecuadas para aplicaciones en bioproductos estructurales, confirmando su utilidad dentro del proceso de fabricación sostenible.

Durante el período de investigación de dos años; y, de manera particularmente significativa en el año de monitoreo del macetero, se registraron resultados altamente favorables de biodegradación. Los maceteros elaborados con amalgamas de colantes naturales y residuos lignocelulósicos (viruta y aserrín) mostraron un porcentaje promedio de biodegradación superior al 80 % al cabo del año, lo que evidencia una alta tasa de descomposición orgánica bajo condiciones ambientales no controladas. Este proceso se vio influenciado principalmente por la naturaleza química del colante empleado y por la granulometría del material de relleno, confirmándose que una menor granulometría acelera la biodegradación debido a un mayor incremento del área superficial expuesta a la acción microbiana.

Las pruebas microscópicas periódicas permitieron identificar la actividad de microorganismos saprófitos, destacando la presencia del *Liposcelis bostrychophila*, comúnmente conocido como “piojo del libro”, como agente biológico participante en la descomposición. Dichas observaciones corroboran que la biodegradación ocurrió por mecanismos biológicos naturales, favoreciendo la conversión progresiva del material en compuestos orgánicos simples.

En consecuencia, los resultados permiten concluir que los maceteros producidos con mezclas de colantes de origen vegetal o animal y residuos de mecanización de madera son altamente biodegradables y ambientalmente sostenibles, representando una alternativa viable para la valorización de residuos lignocelulósicos y la reducción de contaminantes plásticos. Este estudio sienta las bases para el desarrollo de bioproductos aplicables en el ámbito ornamental y agroecológico, promoviendo un modelo de producción circular.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cauliez, N. (2010). Los factores de degradación de los documentos de archivo y su conservación
[Traducción del francés: Ivonne Suárez Pinzón].

- Fernández, S. (12 de diciembre de 2022). Casa detalles. <https://casadetalles.com/manualidades-faciles/como-hacer-macetas-de-aserrin/>
- López Gutiérrez, A., Borrego Alonso, S. F., Arenas, P. M., Stampella, P. C., & Cabrera, N. C. (2011). Insectos dañinos al patrimonio documental de archivos y bibliotecas: diagnóstico de dos casos en la República de Cuba y la República Argentina.
- Matías, Z. F., y Quiroga, R. G. (2014). Factores de degradación intrínsecos en los libros: la naturaleza del material bibliográfico. *Textos universitaris de biblioteconomia i documentació*, 32(14).
- Metcalf, C. y Flint, W. F. (1965). *Insectos destructivos e insectos útiles, sus costumbres y control*. Edición Revolucionaria.
- Miranda, F. (8 de agosto de 2002). Macetas biodegradables. <https://www.interempresas.net/Horticola/Articulos/68679-Macetas-biodegradables.html>
- Moncel, B. (9 de septiembre de 2020). The spruce eats. <https://www.gourmet4life.com/what-is-corn-starch-1328466>
- unComo. (s.f.). *Cómo hacer engrudo casero*. Mundo Deportivo. Recuperado de <https://www.mundodeportivo.com/uncomo/artes/articulo/como-hacer-engrudo-7652.html>
- RestaurAmerica.org. (2022). *Contenedores y medios de crecimiento*. Recuperado de <https://restauramerica.org>
- Juanga-Labayen et al., *International Journal of Environmental Research and Public Health* — macetas de papel/textil: evaluación física y viabilidad como semilleros. (ensayos y resultados de resistencia). MDPI
- Manafi-Dastjerdi et al. / *Environmental Science & Pollution Research* (2022) — fabricación con estiércol y aserrín, análisis físico-mecánico y recomendaciones de mezcla (p. ej. 80:20). US Forest Service

Revisiones sobre LCA de bioplásticos en agricultura (capítulos y artículos que discuten ventajas y limitaciones del enfoque LCA aplicado a films y macetas biodegradables). Resultado: LCA es indispensable; resultados no siempre uniformes. ResearchGate+1

Ko et al., MDPI (2023) — macetas de residuos de hojarasca (RWLL): evaluación de biodegradabilidad por pérdida de masa y CO₂ del suelo, buena degradación y efecto en suelo. MDPI

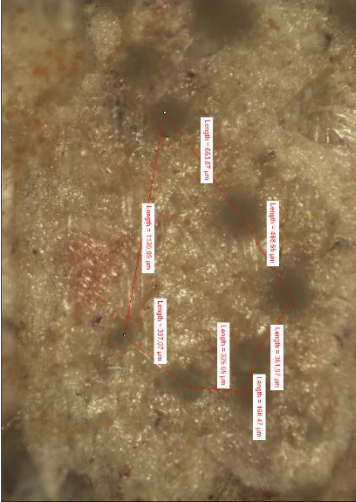
Trabajos y TFGs (España y Latinoamérica) que comparan normas/ensayos de biodegradabilidad (útil si necesitas protocolos de ensayo o criterios normativos).

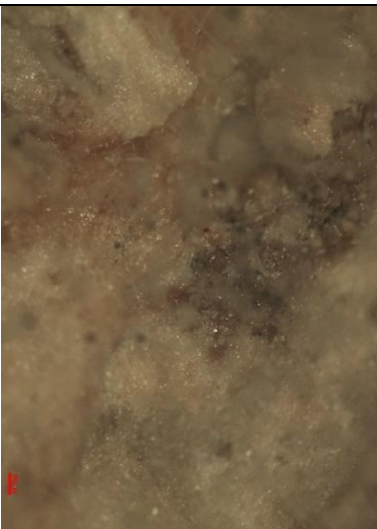
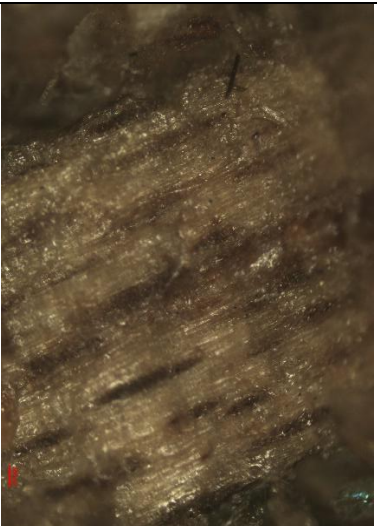
Briones Bermeo , A. J., & Verduga Erazo , J. S. (2024). Fibra de coco como residuo agroindustrial para la elaboración de macetas biodegradables. *Dominio De Las Ciencias*, 10(2), 1229–1248.

Ko, D.; Chung, H.; Park, J.; Kim, H.; Kang, E.; Lee, S.; Yoon, T.K. Recycled Waste Leaf Litter Pots Exhibit Excellent Biodegradability: An Experimental Analysis. *Horticulturae* 2023, 9, 987. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9090987>

ANEXO 1

Proceso de seguimiento periódico de biodegradabilidad; observación mensual en el proceso de biodegradación. Las fotografías fueron realizadas a 100X

		
Observación microscópica en macetero con colante animal a los 4 meses	Observación microscópica en macetero con colante vegetal 3 meses	Observación microscópica en macetero animal mas mediciones microscópicas de espacio de movilidad de agente de desintegración 5meses
		
Observación microscópica en macetero con colante animal 6 meses	Observación microscópica en macetero con colante vegetal 7 meses	Observación microscópica en macetero con colante animal 8 meses

		
Observación microscópica en macetero con colante animal 9 meses	Observación microscópica en macetero con colante vegetal 10 meses	Observación microscópica en macetero con colante animal 10 meses
		
Observación microscópica en macetero con colante animal 10 meses	Observación microscópica en macetero con colante vegetal 11 meses	Observación microscópica en macetero con colante animal 12 meses

Incidencia de la gamificación en el rendimiento de ejercicios de factorización del Álgebra de Baldor, aplicados mediante una página web.

Impact of gamification on the performance of Baldor Algebra factorization exercises applied through a website.

Dr. Ricardo Alfredo Vega Granda, PhD. ¹0000-0001-8191-4741, Amelia Ariana Astudillo León ²0009-

0005-1011-1235, Darío Javier Burgos Espinoza ³0009-0000-9868-6773

ricardo.vegag@ug.edu.ec, amelia.astudillo@ug.edu.ec, dario.burgose@ug.edu.ec

¹²³Universidad de Guayaquil, Guayas/Guayaquil, Ecuador

DOI 10.36500/atenas.4.009

Resumen

La presente investigación se desarrolló en una unidad educativa particular, por estudiantes de la Universidad de Guayaquil, con el propósito de analizar el impacto que tiene la incidencia de la gamificación en la enseñanza de la factorización, mediante el uso de una página web, siguiendo una metodología cuasi-experimental, en donde se utilizó un grupo de control y otro de experimentación; para esta investigación, se usaron 2 grupos de una unidad educativa; la población estudiantil entre ambos grupos es de 44 alumnos. Como resultado se obtuvo que el 55% de los alumnos de nuestro grupo de experimentación se mostraban muy asertivos con la propuesta mostrando una mejora en las notas, en el 40% de los alumnos del grupo de experimentación descubriendo una mejoría conforme al grupo de control. Como conclusión: la implementación de esta estrategia en la factorización ayuda a los alumnos a mejorar sus notas.

Abstract

This research was conducted at Unidad Educativa Particular Harvard by students from the University of Guayaquil, with the objective of examining the impact of gamification on the teaching of factorization through the use of a web-based platform. A quasi-experimental methodology was employed, utilizing both a control group and an experimental group. For this study, two groups from Unidad Educativa Particular Harvard were selected, comprising a total of 44 students.

The results indicated that 55% of the students in the experimental group responded very positively to the gamified approach, demonstrating increased engagement. Furthermore, 40% of the experimental group showed improvements in their grades compared to the control group, reflecting the effectiveness of the intervention.

In conclusion, the implementation of gamification strategies in the teaching of factorization contributes to improved student performance, enhancing both understanding and academic outcomes in this area of mathematics.

Palabras Claves – gamificación, factorización, rendimiento académico, tecnología educacional

Keywords – gamification, factoring, academic performance, educational technology

I. INTRODUCCIÓN

Se identifica que existe un problema en la factorización, la cual es fundamental dentro de las matemáticas y su enseñanza suele generar muchas dificultades debido al uso de los métodos tradicionales, entre ellos, la memorización de fórmulas y la práctica de ejercicios repetitivos. En este contexto, surge el uso de la gamificación en la factorización.

A nivel mundial, Zambrano Zambrano, Montenegro Palma y Bravo Saltos (2024) realizaron un estudio cuyo tema es “El uso de rompecabezas para la enseñanza de factorización”, en la Universidad Técnica de Manabí, Ecuador. Trabajaron junto con los estudiantes de bachillerato de la Unidad Educativa Elías Cedeño Jerves, en Canoa, Ecuador. El objetivo de la investigación fue analizar el impacto de la gamificación mediante rompecabezas, como estrategia didáctica en el aprendizaje. La metodología empleada fue cuantitativa, con diseño cuasi-experimental usando herramientas como la prueba T de Student y el Anova. Los resultados exhibieron una gran mejora: el grupo que trabajó con el método de gamificación obtuvo señaló 7.52, frente al grupo tradicional que obtuvo 5.26. La conclusión señaló que, el uso de los Anova mejoró la comprensión de los conceptos algebraicos del primer grupo, siendo actualmente una estrategia efectiva para mejorar el rendimiento en las matemáticas.

Escobar Quintero (2018) elaboró el tema: “Propuesta de Gestión Pública para mejorar el rendimiento académico en el tema de factorización a los alumnos del grado octavo de la Institución Educativa Pública Vasco Núñez de Balboa del Distrito Buenaventura 2018”; su objetivo dentro de la investigación fue analizar cómo el uso de tecnologías en el aula favorece la prestación del servicio educativo; específicamente, en matemáticas; esto, a través de la teoría de modelación matemáticas y la concepción constructiva; este estudio, se realizó con 36 alumnos de octavo grado; esto, a través del marco de la Especialización en Gestión Pública, de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD). En este trabajo, se aplicó la metodología cuantitativa con componentes cualitativos. En conclusión, está basado en TIC, con ayuda de la innovación en el área de matemáticas, vinculándose con investigaciones educativas que ayudan a mejorar el aprendizaje de ramas, como la factorización, mediante herramientas tecnológicas.

A nivel ecuatoriano, Ana Lucía Alcívar Vélez y María Angélica Henríquez Coronel (2024) realizaron un estudio titulado “Gamificación como estrategia innovadora para la enseñanza de factorización de los estudiantes de noveno año de educación”, desarrollado en

la Universidad Técnica de Manabí, Ecuador; trabajaron junto a estudiantes de noveno año de educación. Su objetivo fue determinar el impacto de la gamificación como estrategia innovadora para mejorar la enseñanza de la factorización. La metodología usada fue de tipo pre-experimental y de enfoque cuantitativo, usando encuestas y análisis documental para recoger información. La conclusión fue que los resultados revelaron que el 100% de los estudiantes prefieren aprender las matemáticas mediante juegos; especialmente, en lo que concierne a la factorización, mostrando gran satisfacción con la gamificación. La prueba de Levene indicó diferencias significativas entre los dos tipos de enseñanza y la prueba T de Student reveló que el paralelo que recibió la gamificación obtuvo calificaciones más altas que el grupo tradicional.

A nivel institucional, los presentes investigadores Amelia Astudillo y Darío Burgos llevaron su problemática en una unidad educativa donde midieron el nivel de los dos grupos con los que iban a trabajar con una prueba cuasi-experimental; su objetivo era medir si a la hora de enseñarles la factorización de forma interactiva, mediante el uso de una página web. Los alumnos del grupo dos mostrarían alguna mejoría sobre los alumnos del grupo uno; para eso emplearon una prueba de entrada para medir el nivel del segundo grupo que eran los de experimentación y lo comparábamos con el grupo uno que le tomaron la prueba de control para saber cuál era el nivel que manejaban los alumnos y si tuvieron una mejoría en las notas de los alumnos que utilizaron el método experimental que desarrollamos mediante el uso de una página web.

I.I. Objetivos

I.I.II Objetivo general

Analizar la incidencia de la gamificación en el desempeño de la solución de ejercicios de factorización de estudiantes, en el contexto del Álgebra de Baldor, mediante una página web interactiva, con una metodología cuantitativa.

I.III Objetivos específicos

Identificar la influencia de la gamificación como estrategia pedagógica mediante una metodología cuantitativa.

Evaluar el desempeño de los estudiantes en la solución de ejercicios de factorización, a través de una metodología cuantitativa.

Diseñar una página web interactiva gamificada, como recurso didáctico para el aprendizaje de la factorización.

II. MARCO TEÓRICO

II.I La Gamificación

La gamificación en la factorización es una estrategia de juegos o lúdica, dirigida a los alumnos para motivar la enseñanza; planifica y socializa, ya sea como puntos, retos y recompensas, a fin de que los alumnos se sientan más motivados a participar en clases.

II.II La factorización

Es una descomposición de un factor algebraico; se lo utiliza en ecuaciones para simplificar expresiones. Baldor (2009) indica que “Factorizar una expresión algebraica es convertirla en el producto indicado de dos o más factores” (p. 421).

II.III La Gamificación en la factorización.

El uso de gamificación en la Factorización implica la enseñanza, a través de la incentivación del estudiante por mejorar la comprensión y llegar a un compromiso a la clase; esto, mediante la atención en actividades, como: recompensas o competencias de equipo. Microsoft Excel es esencial para promover aquello porque es una herramienta que nos ayuda en diferentes campos matemáticos; en este caso, la factorización es un entorno interactivo y dinámico. Según Guevara y Zaieg (2018), el conocimiento matemático es una herramienta básica para la comprensión y manejo de la realidad en que vivimos. Su aprendizaje, además de durar toda la vida, debe comenzar lo antes posible para que el niño se familiarice con su lenguaje, su manera de razonar y de deducir.

II.IV El Desempeño de los Estudiantes en la Solución de Ejercicios de Factorización Aplicados Mediante una Página Web – Habilidades

El desempeño de los estudiantes al resolver ejercicios de factorización se ve muy influenciado por las herramientas que usamos a la hora de enseñarles. Dentro de este punto, hacer una página web interactiva representa una alternativa moderna y eficaz que permite a los estudiantes desarrollar habilidades matemáticas de forma activa. Al usar ejercicios dinámicos los estudiantes obtienen una retroalimentación inmediata y se divierten

aprendiendo; se promueve una participación constante, facilitando la comprensión de conceptos abstractos como la factorización algebraica. Area Moreira, M. (2018).

II.V Habilidades Cognitivas Desarrolladas Mediante el Uso de una Página Web.

El uso de una página web interactiva estimula en los estudiantes diversas habilidades cognitivas como la resolución de problemas, el uso del pensamiento lógico, la toma de decisiones y la aplicación del conocimiento adquirido en la clase. Estas habilidades se ven mejor influenciadas cuando a los estudiantes les toca reforzar en tiempo real lo visto mediante la página web, brindando sugerencias y correcciones inmediatas. De este modo, la práctica constante en una web educativa mejora la retención del conocimiento y fomenta el pensamiento crítico. Como señala Salinas (2020), el aprendizaje mediado por tecnología promueve entornos más flexibles, autónomos y centrados en el estudiante. Coll, C., Mauri, T., & Onrubia, J. (2008).

II.IV La factorización Acompañada por una Página Web como Recurso Didáctico.

Las páginas web de uso educativo nos permiten usar diversos recursos interactivos como videos explicativos, preguntas interactivas, imágenes, foros de preguntas, lo cual facilita el aprendizaje de la factorización. Estas herramientas hacen posible que los estudiantes practiquen de una manera dinámica y pueden observar de una manera rápida qué es lo que tienen que reforzar, en un entorno accesible desde cualquier dispositivo. Además, la posibilidad de incorporar elementos de gamificación en la web, como puntajes, niveles o recompensas, motiva a los estudiantes a mejorar sus calificaciones haciendo de esta manera la clase más dinámica para ellos. Así, se transforma el estudio de la factorización en una experiencia más atractiva y significativa. Cabero-Almenara, J., & Llorente-Cejudo, M. C. (2010).

III. METODOLOGÍA Y CÁLCULOS

La investigación planteada tiene como diseño de campo cuasi-experimental evaluando a los estudiantes de una unidad educativa y consistió en evaluar a alumnos de educación básica; tenemos dos grupos; uno de control y uno de experimentación. Los criterios de exclusión e inclusión son estudiantes legalmente matriculados y que no hayan repetido el año lectivo, quedando conformados los grupos de la siguiente manera: el grupo 1, Décimo paralelo A, año de educación, fue el grupo de control al cual se le realizó una prueba de

entrada; y, el grupo 2, Décimo año, paralelo B, de educación fue nuestro grupo experimental al cual se le impartió la prueba de entrada, explicando el tema y al final impartiendo la prueba de salida realizándolo en el periodo transversal, la cual realizamos en un día.

La población evaluada fue de estudiantes de nivel Educación General Básica, de una unidad educativa; la muestra, compuesta de 44 estudiantes, divididos en dos grupos: Uno de control y un grupo experimental, conformado de 22 estudiantes cada uno. Para llevar a cabo la elección de los grupos se realizó una coordinación, teniendo como criterio el nivel académico y disponibilidad de los horarios de la siguiente manera:

El grupo de control estuvo conformado por estudiantes de Décimo año, paralelo A, de Educación General Básica, quienes recibieron clases de factorización mediante un enfoque tradicional. El grupo experimental estuvo compuesto por estudiantes de Décimo año, paralelo B, de Educación General Básica, a quienes se les enseñó factorización mediante actividades gamificadas implementadas a través de una página web interactiva, con recursos didácticos como juegos dinámicos, retos y trivias.

Ambos grupos fueron evaluados mediante un cuestionario tipo Likert, aplicado antes y después de la intervención. La finalidad fue comparar objetivamente el rendimiento académico en el tema de factorización entre quienes aprendieron mediante métodos tradicionales y quienes lo hicieron a través de la gamificación.

Resultados y Discusión

Pregunta 1. ¿Considera que la gamificación es una buena opción para volver las clases más dinámicas?

Tabla 1

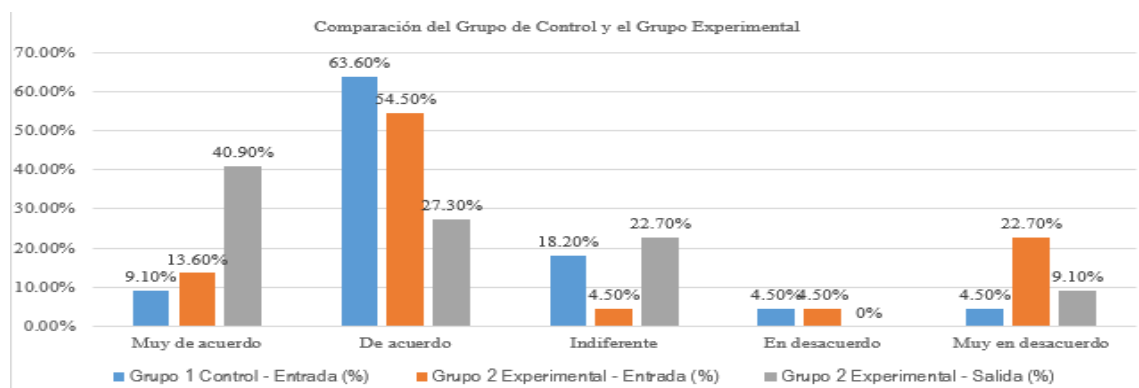
Análisis de Pregunta 1

Grupo	Muy en desacuerdo	En desacuerdo	Indiferente	De acuerdo	Muy de acuerdo	Media (1–5)	DE
Control – Entrada	4,50%	4,50%	18,20%	63,60%	9,10%	3,68	0,97
Experimental Entrada	– 22,70%	4,50%	4,50%	54,50%	13,60%	3,31	1,56
Experimental Salida	– 9,10%	0,00%	22,70%	27,30%	40,90%	3,91	1,34

Nota. Elaborado por encuesta aplicada a estudiantes de Décimo año, paralelo A, de Educación General Básica, con prueba de control de entrada; y, Décimo año, paralelo B, de Educación General Básica, prueba experimental entrada y salida.

Figura 1

Gráfico pregunta 1



Nota. Figura del gráfico de acuerdo a la encuesta aplicada a Décimo año paralelo B y Décimo año paralelo A de Educación Secundaria

Análisis

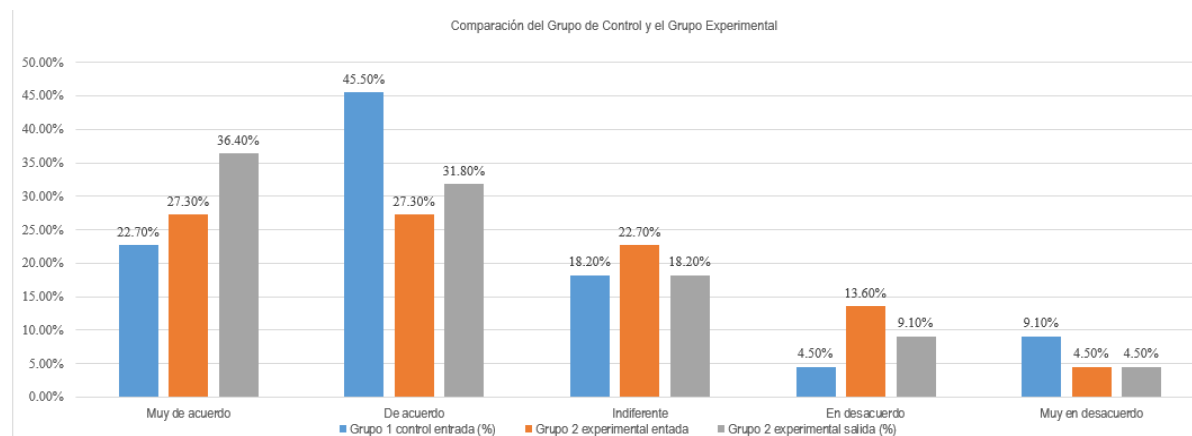
En la prueba de entrada del grupo de control, dos estudiantes respondieron “Muy de acuerdo”, con un porcentaje del 9,10%; mientras que, en la prueba experimental de entrada, tres estudiantes, con el 13,60%; y, en la prueba de salida, con aumento del 40,90%, vemos el incremento y el interés en la prueba de salida de 9 estudiantes. A su vez, “de acuerdo”, con la prueba de entrada en el curso de control, con el 63,60%; por la encuesta de 14 estudiantes; y, en el aula experimental, en la prueba de entrada de 12 estudiantes, equivale al 54,50%; en la prueba de salida, en el curso experimental, equivale al 27,30%, con la encuesta de 6 estudiantes. En “Indiferente”, en el grupo de Décimo año, paralelo A, con la prueba de entrada de 4 estudiantes, resulta con un porcentaje de 18,20%. En el grupo dos, de Décimo año, del paralelo B, con la prueba experimental, de un estudiante, equivale con un 4,50%. En “Desacuerdo”, en el grupo de control tenemos un porcentaje de 4,50%, de un estudiante; en la prueba de control en la prueba de entrada con un porcentaje de 4,50%; y, en la prueba de salida es de 0%; se concluye que ninguno estuvo en “Desacuerdo”. En “Muy de acuerdo”, en el grupo de control, resulta un porcentaje de un estudiante de 4,50%; en el grupo 2 experimental control, con un porcentaje de 22,70%, de 5 estudiantes. En la prueba de salida, da un porcentaje de 9,10%, de 2 estudiantes. La media en el grupo de control entrada fue de 3,68, con una desviación estándar de 0,97; en el grupo experimental entrada de 3,31, con desviación estándar de 1,56; y, en el grupo experimental salida, con un incremento con media de 3,91 y desviación estándar de 1,34.

Pregunta 2. ¿Qué tan de acuerdo está usted en que la gamificación puede incrementar el trabajo en equipo?

Tabla 2*Análisis de la pregunta 2*

Grupo	Muy desacuerdo	en desacuerdo	Indiferente	De acuerdo	Muy de acuerdo	Media (1-5)	DE
Control	–	–	–	–	–	–	–
Entrada	9,1%	4,5%	18,2%	45,5%	22,7%	3,68	1,20
Experimental	–	–	–	–	–	–	–
Entrada	4,5%	13,6%	22,7%	27,3%	27,3%	3,64	1,19
Experimental	–	–	–	–	–	–	–
Salida	4,5%	9,1%	18,2%	31,8%	36,4%	3,91	1,15

Nota. Elaborado por encuesta aplicada a estudiantes de Décimo año, paralelo A, de Educación General Básica, con prueba de control de entrada; y, Décimo año, paralelo B, de Educación General Básica, prueba experimental entrada y salida.

Figura 2*Gráfica de pregunta 2*

Nota. Figura del gráfico de acuerdo a la encuesta aplicada a Décimo año paralelo B y Décimo año paralelo A de Educación General Básica.

Análisis

Comparando los datos de la tabla 2, con un porcentaje del 22,70%, en el grupo uno, de control votaron por “Muy de acuerdo”. En el grupo dos de experimentación entrada, con un 27,30%, votaron por “Muy de acuerdo”; y, en el de salida notamos el incremento de interés de 2 alumnos, con un 36,40%, con la opción “Muy de acuerdo”. En “De acuerdo”, con el grupo de control, el 45,50% votaron por esta opción; por el contrario, en los grupos experimental de entrada, resultó un 27,30% votando por “Muy de acuerdo”; y, en la de salida, con un 31,80% votaron por “De acuerdo”. En “Indiferente”, en el grupo de control, con un 18,20%; por el contrario, en el grupo experimental de entrada, con un 22,70% votando por “Indiferente”; y, en la de salida, con un 18,20% votaron por la misma opción. En “Desacuerdo”, con el grupo de control resultó un 4,5%; por el contrario, en los grupos de

experimentación en la prueba de entrada, se logró un 13,60%, votando por el “Desacuerdo”; y, en la prueba de salida, con un 9,10% votando por igual opción. En “Muy en desacuerdo”, con el grupo de control, con un 9,10% de los alumnos; por el contrario, en los grupos de experimentación, ambos grupos votaron con un 4,50%, por “Muy en desacuerdo”. En cuanto a los promedios, la media del grupo de control entrada fue de 3,68, con desviación estándar de 1,20; en el grupo experimental entrada de 3,64, con desviación estándar de 1,19; mientras que, en el grupo experimental salida, se observa un aumento con media de 3,91 y desviación estándar de 1,15.

Pregunta 3. ¿Cree usted que usar una página web es un buen método para hacer las clases más dinámicas?

Tabla 3

Análisis de la pregunta 3

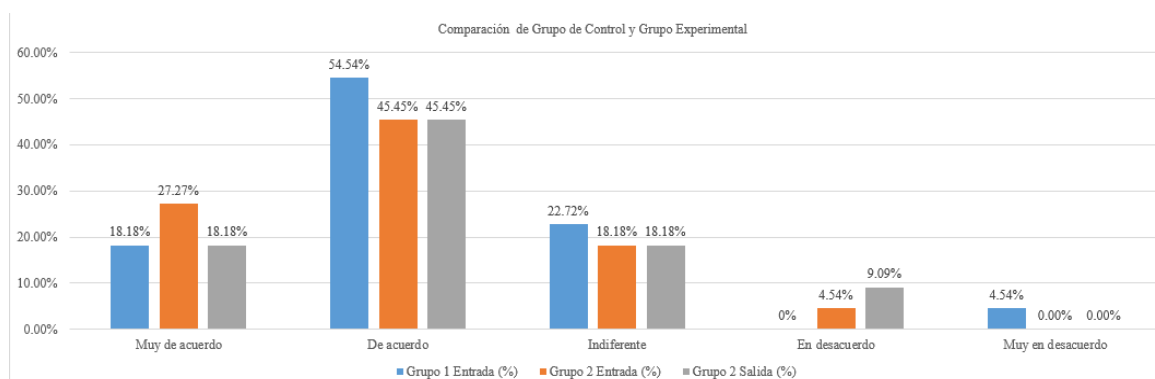
Grupo Momento	/	Muy en desacuerdo	en desacuerdo	Indiferente	De acuerdo	Muy de acuerdo	Media (1-5)	DE
Control Entrada	–	4,54%	0,00%	22,72%	54,54%	18,18%	3,82	0,99
Experimental Entrada	–	0,00%	4,54%	18,18%	45,45%	27,27%	3,82	0,91
Experimental Salida	–	0,00%	9,09%	18,18%	45,45%	18,18%	3,45	1

Nota. Elaborado por encuesta aplicada a estudiantes de Décimo año, paralelo A, de Educación General Básica, con prueba de control de entrada; y, Décimo año, paralelo B, de Educación General Básica, prueba experimental entrada y salida.

En la figura 2 corresponde al resultado de la pregunta realizada donde DE se encuentra cercano a 1 en control de entrada y 1 en Experimental de salida.

Figura 3

Gráfica de la pregunta 3



Nota. Figura del gráfico de acuerdo a la encuesta aplicada a Décimo año, paralelo B; y, Décimo año, paralelo A, de Educación Secundaria.

Análisis

Comparando los datos de la tabla 3 con el porcentaje en el grupo uno de control, el 18,18% votó por “Muy de acuerdo”; en el grupo dos de experimentación entrada, con un 27,27%, votaron por “Muy de acuerdo”; y, en el de salida vemos un descenso, con 18,18%, quienes votaron por “Muy de acuerdo”. En “De acuerdo”, en el grupo de control, el 54,54% votaron por “De acuerdo”; en el grupo experimental de entrada, con un 45,45%, votaron por “De acuerdo”; y, en la de salida, se mantiene igual, con un 45,45% quienes eligieron “De acuerdo”.

En “Indiferente”, el grupo de control tuvo un 22,72%; mientras que, el grupo experimental de entrada obtuvo 18,18%; y, en la salida, se mantuvo en 18,18% votando por “Indiferente”. En “Desacuerdo”, el grupo de control tuvo 0%; en el grupo experimental de entrada hubo 4,54%; y, en la salida, se incrementó a 9,09% votando por “Desacuerdo”. En “Muy en desacuerdo”, el grupo de control tuvo un 4,54%; mientras que, en el grupo experimental de entrada fue 0,00%; así mismo, como el de salida.

La media del grupo de control en la prueba de entrada fue de 3,86, con una (DE: 1,12). Por su parte, el grupo experimental tuvo una media de 3,82 (DE: 1,23) en la prueba de entrada, la cual disminuyó a 3,45 (DE: 1,21). En la prueba de salida, la media del grupo de control entrada fue de 3,82, con desviación estándar de 0,99; en el grupo experimental entrada de 3,82, obteniendo la desviación estándar de 0,91; y, en el grupo experimental salida se observa una disminución con media de 3,45 y desviación estándar de 1,00.

VI. Discusión

La investigación de Yucta (2024) nos indica que posee un enfoque de un diseño cuasi-experimental realizando con una prueba post test, lo que ayuda a los estudiantes en el rendimiento de operaciones combinadas implementando la gamificación con un 20% de mejoramiento. En la investigación planteada, la incidencia de la gamificación en la factorización aplicada mediante una página web tiene relación con la utilización de herramientas didácticas e incentivo a los estudiantes, como enfoques lúdicos en un impacto positivo, con un mejoramiento del 55%, en el grupo experimental. Ambos temas tienen una relación directa con la gamificación y cómo aplicarlos en ejercicios matemáticos para ayudar al estudiante a mejorar en evaluaciones rendimiento escolar y participaciones.

Sin embargo, las diferencias se observan en los distintos contextos. Yucta (2024) basa su investigación en las operaciones combinadas; por el contrario, la investigación planteada se centra y profundiza en la factorización. Estas diferencias nos indican que a la gamificación la podemos utilizar no solo en operaciones combinadas o en la factorización, sino en diferentes tipos de campos de la matemática.

En concordancia, como señalan Vélez y Coronel (2024), la gamificación es una alternativa apropiada para que los estudiantes aprendan a través del entretenimiento y la diversión, pues causan estados de adrenalina y motivación (P.). Esto favorece a la motivación de los estudiantes a la participación e interacción en el aula de clases con la utilización de estrategias innovadoras basadas en entretenimiento, influyendo considerablemente en el proceso de enseñanza aprendizaje.

VII. Conclusiones

En conclusión, el uso de la gamificación dentro de la factorización mediante una página web interactiva es un tema que a los alumnos les parece muy interesante y a la hora de hacer las pruebas de entrada y salida se vio una mejoría en las notas de los estudiantes que realizaron la prueba experimental. Ha demostrado ser una estrategia formidable a la hora de mejorar el rendimiento académico de los alumnos, al convertir ejercicios tradicionales y tediosos en desafíos dinámicos del gusto de los alumnos.

Las herramientas que nos ayudaron a hacer este trabajo posible fueron herramientas como el Wordwall o Genially que contribuyen a hacer clases y juegos interactivos; además, nos permiten mejorar el entendimiento de los alumnos y nos facilitan a la hora de llegar a un entendimiento, para así poder facilitar el aprendizaje de la factorización ya que nos permiten desarrollar quizz, mapas conceptuales, juegos, los cuales también se pueden desarrollar para personas con necesidades especiales. Estas aplicaciones son muy útiles ya que mejoran la enseñanza de todos nuestros alumnos sin necesidad de excluir a ningún estudiante.

Wix es una herramienta muy útil a la hora de crear una página web; nos permite desarrollar de una mejor manera lo que queremos enseñar, en nuestro caso, gracias a esta herramienta, se nos facilitó el entendimiento de los alumnos a la hora de explicarles la clase ya que nos permitió enseñarles videos, juegos, gráficos y mapas de nuestro tema. En conclusión, nos permitió desarrollar la clase de una manera más dinámica, ya que se divertieron a la hora de enseñarles.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcívar Vélez, A. L., & Henríquez Coronel, M. Á. (2024). *Gamificación como estrategia innovadora para la enseñanza de factorización de los estudiantes de noveno año de educación. Maestro y Sociedad*, 21(4).
<https://maestroysociedad.uo.edu.cu/index.php/MyS/article/view/6662>
- Area Moreira, M. (2018). *La integración de las TIC en la educación: Indicadores y propuestas de innovación. Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 17(1), 9–22. <https://doi.org/10.17398/1695-288X.17.1.9>
- Baldor, A. (2009). *Álgebra*. Edición del Grupo Patria Cultural.
- Cabero-Almenara, J., & Llorente-Cejudo, M. C. (2010). El uso de las TIC como herramientas didácticas: ventajas y limitaciones. *Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (29). <https://www.edutec.es/revista/index.php/edutec-e/article/view/360>
- Coll, C., Mauri, T., & Onrubia, J. (2008). *Análisis de los usos reales de las TIC en contextos escolares: Una aproximación socio-cultural. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (26). <https://www.edutec.es/revista/index.php/edutec-e/article/view/422>
- Cruz-Gurumendi, R. L., Palma-Calderón, F. A., Cacoango-Yucta, W. I., & Zúñiga-Delgad, M. S. (2024). *Desarrollo de competencias matemáticas: impacto de la gamificación en el proceso enseñanza-aprendizaje. MQRInvestigar Revista de Investigación Científica*, 7(1), 141–160.
<https://www.investigarmqr.com/ojs/index.php/mqr/article/view/1362/4713>
- Escobar Quintero, F. B. (2018). *Propuesta de gestión pública para mejorar el rendimiento académico en el tema de factorización a los alumnos del grado octavo de la Institución Educativa Pública Vasco Núñez de Balboa del Distrito Buenaventura 2018* [Trabajo de especialización, Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD]. Repositorio UNAD. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/20972>
- Guevara, C., & Zaieg, M. (2018). *El conocimiento matemático y su importancia en el desarrollo cognitivo de los niños. Revista Científica Arbitrada de la Fundación MenteClara*, 3(2), 70–83.
<https://fundacionmenteclara.org.ar/revista/index.php/RCA/article/view/148>
- Zambrano-Zambrano, A., Montenegro-Palma, L., & Bravo-Saltos, R. K. (2024). *El uso de rompecabezas para la enseñanza de factorización. MQRInvestigar*, 8(3), 5337–5361.
<https://doi.org/10.56048/MQR20225.8.3.2024.5337-5361>

VIII. ANEXOS

Anexo A

Fotografía del grupo de control durante la aplicación de la técnica de recolección de información: encuesta-cuestionario.



Nota. Imagen tomada por los autores en una unidad educativa al grupo de control de la prueba de entrada de Décimo año paralelo A de Educación General Básica

Anexo B

Fotografía del Grupo Experimental durante la aplicación de la técnica de recolección de información: Encuesta-cuestionario prueba de entrada.



Nota. Imagen tomada por los autores en una unidad educativa al grupo Experimental de Décimo Año paralelo B de Educación General Básica.

Anexo C

Fotografía del Grupo Experimental de la charla impartida



Nota. Imagen tomada por los autores en la unidad educativa al grupo Experimental de Décimo año paralelo B de Educación General Básica.

Anexo D

Fotografía del Grupo Experimental de la charla impartida



Nota. Imagen tomada por los autores en una unidad educativa al grupo experimental a los estudiantes de Décimo año paralelo B de Educación General Básica.

Anexo E

Fotografía del Grupo Experimental con la técnica de recolección de información: Encuesta-cuestionario prueba de salida.



Nota. Imagen tomada por los autores en una unidad educativa al grupo Experimental de Décimo Año paralelo B de Educación General Básica.