

Análisis y modelado predictivo de intentos de suicidio en el distrito de Medellín

Michael Steven Acosta Zapata

Asesor

Jesús Rodrigo Navia Rodríguez

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela de Ciencias Sociales Artes y Humanidades ECSAH

Especialización en Ciencia de Datos y Analítica

2025

Resumen

El suicidio constituye un grave problema de salud pública que impacta a personas de todas las edades y contextos socioeconómicos. Su recurrencia representa un desafío adicional en la prevención. En el distrito de Medellín, factores como la desigualdad, el desempleo y los antecedentes psiquiátricos aumentan la vulnerabilidad, especialmente entre adolescentes y adultos jóvenes. Ante esta situación, el presente trabajo analiza datos del Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública (SIVIGILA) del período 2018-2022 y utiliza técnicas avanzadas de modelado predictivo, como Random Forest para identificar de manera temprana a las personas con alto riesgo de reintento suicida. Este enfoque busca contribuir al diseño de estrategias de estrategias de salud mental más efectivas y focalizadas, apoyando la toma de decisiones de instituciones y profesionales de la salud en la prevención del suicidio en Medellín.

Palabras clave: Suicidio, Medellín, modelo predictivo, random forest, salud mental.

Abstract

Suicide constitutes a serious public health problem that affects people of all ages and socioeconomic backgrounds. Its recurrence poses an additional challenge to prevention. In the Medellín district, factors such as inequality, unemployment, and psychiatric history increase vulnerability, particularly among adolescents and young adults. In response to this situation, the present study analyzes data from the National Public Health Surveillance System (SIVIGILA) for the 2018–2022 period and employs advanced predictive modeling techniques, such as Random Forest, to identify individuals at high risk of repeat suicide attempts at an early stage. This approach aims to contribute to the design of more effective and targeted mental health strategies, supporting decision-making by institutions and healthcare professionals in suicide prevention in Medellín.

Keywords: Suicide, Medellín, predictive model, random forest, mental health.

Tabla de Contenido

Introducción	9
Problemática	11
Justificación	13
Objetivos	15
Objetivo General	15
Objetivos Específicos.....	15
Marco Teórico.....	16
Situación en Colombia	17
Contexto en Medellín.....	18
Modelos Predictivos y Factores de Riesgo	20
Conclusiones	23
Metodología	25
Diseño del Estudio	25
Población y Muestra.....	25
Recolección de Datos	25
Procedimiento de Análisis de Datos	27
Preprocesamiento	27
Análisis Descriptivo.	28
Análisis Bivariado de Variables Categóricas.	29
Desarrollo e Implementación del Modelo Predictivo.....	29
Evaluación del Modelo.....	30
Limitaciones del Estudio.....	31

Ética y Confidencialidad.....	31
Resultados.....	33
Análisis Descriptivo.....	33
Características Generales de la Población Estudiada.....	33
Edad Promedio y Distribución Etaria.....	33
Distribución por Sexo.....	35
Distribución por Área Geográfica.....	36
Estrato Socioeconómico.....	37
Factores Psicosociales y Clínicos.....	38
Estado Civil.....	38
Escolaridad.....	39
Antecedentes Psiquiátricos.....	39
Consumo de Sustancias.....	39
Problemas de Pareja.....	40
Intentos Previos.....	40
Método de Intento.....	40
Análisis Bivariado de Variables Categóricas.....	41
Asociación entre Grupo de Edad y Estado Civil.....	41
Asociación entre Estado Civil y Problemas de Pareja.....	42
Asociación entre Sexo y Consumo de Sustancias.....	43
Asociación entre Sexo y Método de Intento de Suicidio.....	44
Asociación entre Grupo de Edad y Método de Intento de Suicidio.....	45
Asociación entre Estrato Socioeconómico y Antecedentes Psiquiátricos.....	46

Asociación entre Grupo de Edad y Antecedentes Psiquiátricos.....	47
Asociación entre Estado Civil y Consumo de Sustancias.	48
Conclusión de los Factores de Riesgo Identificados.....	48
Desarrollo e Implementación del Modelo Predictivo	50
Preparación de los Datos y Selección de Variables.	50
División del Conjunto de Datos.	51
Entrenamiento del Modelo Random Forest.....	52
Evaluación del Modelo.....	52
Métrica ROC-AUC.....	52
Reporte de Clasificación.....	53
Matriz de Confusión.	54
Interpretación y Conclusiones del Modelo.....	55
Conclusión General.....	56
Referencias.....	57

Lista de Tablas

Tabla 1 <i>Distribución de Problemas de Pareja Según Estado Civil</i>	42
Tabla 2 <i>Distribución del Consumo de Sustancias por Sexo</i>	43
Tabla 3 <i>Método de Intento de Suicidio Según Sexo</i>	44
Tabla 4 <i>Método de Intento de Suicidio por Grupo de Edad</i>	45
Tabla 5 <i>Antecedentes Psiquiátricos por Estrato Socioeconómico</i>	46
Tabla 6 <i>Antecedentes Psiquiátricos por Grupo de Edad</i>	47
Tabla 7 <i>Consumo de Sustancias por Estado Civil</i>	48
Tabla 8 <i>Reporte de Clasificación</i>	53
Tabla 9 <i>Matriz de Confusión</i>	54

Lista de Figuras

Figura 1 <i>Sección Base de Datos SIVIGILA Registros de Intento de Suicidio</i>	27
Figura 2 <i>Distribución Gaussiana de la Edad de Personas que Ejecutaron Intento de Suicidio. Medellín 2018-2022</i>	33
Figura 3 <i>Distribución Porcentual Según Sexo de Personas que Ejecutaron Intento de Suicidio. Medellín 2018-2022.</i>	35
Figura 4 <i>Distribución Porcentual Según Estrato de Personas que Ejecutaron Intento de Suicidio. Medellín 2018-2022</i>	37
Figura 5 <i>Distribución Porcentual del Estado Civil de Personas que Ejecutaron Intento de Suicidio. Medellín 2018-2022</i>	38
Figura 6 <i>Distribución Porcentual de los Métodos Empleados para el Intento de Suicidio</i>	41
Figura 7 <i>Distribución de Intentos de Suicidio por Grupo de Edad y Estado Civil</i>	41

Introducción

El suicidio se encuentra entre las principales razones de fallecimiento a nivel mundial y representa un grave problema de salud pública. La Organización Mundial de la Salud (OMS) define el intento de suicidio como un acto deliberado de autolesión con la intención de causar la muerte, pero que no resulta en muerte (World Health Organization [WHO], 2014). En Medellín, el suicidio y los intentos de suicidio se han consolidado como problemas de significativa gravedad, afectando notablemente el bienestar social y la salud comunitaria.

Investigaciones previas han evidenciado un aumento en las tasas de suicidio en la región, atribuido a una confluencia de factores de riesgo tanto psicosociales como económicos (Instituto Nacional de Salud [INS], 2023). Estos factores incluyen desigualdades económicas, altos índices de desempleo y diversas problemáticas sociales y psicológicas. El contexto urbano de Medellín introduce desafíos adicionales que agravan la situación de salud mental de sus habitantes, como la desigualdad y el desempleo, que aumentan el estrés y la ansiedad, potenciando los riesgos de ideación y tentativas de suicidio (Medellín Cómo Vamos, 2020).

Además, la recurrencia de intentos de suicidio representa un desafío particular en la prevención y mitigación de este problema. Las personas que han intentado suicidarse anteriormente tienen un riesgo significativamente mayor de intentar nuevamente, lo que enfatiza la necesidad de identificar y brindar apoyo continuo a estos individuos. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos continuos por parte de las autoridades de salud pública para implementar estrategias de prevención y mitigación, la capacidad de predecir con precisión los intentos de suicidio recurrentes sigue siendo limitada. La carencia de modelos predictivos adaptados y validados científicamente para el contexto de Medellín impide una intervención temprana y

efectiva, limitando la capacidad de las políticas de salud pública para responder de manera efectiva (Castro Moreno et al., 2023).

El propósito de este proyecto es desarrollar un modelo predictivo para identificar la probabilidad de intentos de suicidio recurrentes en el distrito de Medellín, utilizando datos históricos del Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública (SIVIGILA) del período 2018-2022. Este modelo posibilitará la detección de patrones y factores de riesgo vinculados a intentos de suicidio recurrentes, favoreciendo la identificación temprana de personas en riesgo y permitiendo la aplicación de intervenciones más precisas y eficaces. La integración de datos multidimensionales ofrece una oportunidad única para entender mejor las dinámicas complejas del suicidio y mejorar la respuesta de los organismos de salud (Solis-Espinoza et al., 2023).

En este contexto, se revisarán estudios específicos de Medellín y Colombia, explorando los modelos predictivos más relevantes y los factores de riesgo asociados con los intentos de suicidio recurrentes. La revisión bibliográfica proporcionará una visión integral de la situación, la importancia de la vigilancia epidemiológica y el desarrollo de modelos predictivos avanzados, con el objetivo de contribuir significativamente a la prevención del suicidio en Medellín.

Problemática

El suicidio y los intentos de suicidio se han consolidado como un problema de salud pública de significativa gravedad en Medellín, con una influencia considerable en el bienestar social y la salud comunitaria. Investigaciones previas han destacado el aumento en las tasas de suicidio en la región, atribuible a una confluencia de factores de riesgo tanto psicosociales como económicos (INS, 2023). Estos desafíos se ven agravados por la complejidad intrínseca de los factores de riesgo, que incluyen aspectos económicos, sociales, médicos y psicológicos, requiriendo un enfoque analítico profundo y diversificado.

El contexto urbano de Medellín introduce desafíos adicionales como la desigualdad y el desempleo, que son factores críticos en la estructuración de la problemática de salud mental y suicidio. Según el "Informe de Calidad de Vida de Medellín, 2020", la ciudad enfrenta una alta tasa de desempleo y niveles significativos de desigualdad económica, que agravan la situación de salud mental de sus habitantes (Medellín Cómo Vamos, 2020). En ese mismo año, Medellín y su Área Metropolitana presentaron uno de los índices de desigualdad más altos entre las grandes ciudades colombianas, reflejado por un índice GINI de 0.52, indicando una distribución de ingresos muy desigual. Además, la pandemia de COVID-19 exacerbó estas condiciones, afectando principalmente a los trabajadores del mercado informal y contribuyendo a un aumento del desempleo, que alcanzó un 12.2% en 2020 (Medellín Cómo Vamos, 2020).

Estos factores económicos y sociales son fundamentales para entender la profundidad de la problemática de salud mental en Medellín, pues la desigualdad y el desempleo no solo limitan el acceso a recursos y servicios de salud mental, sino que también aumentan el estrés y la ansiedad entre la población, potenciando los riesgos de ideación y tentativas de suicidio. Además, la recurrencia de intentos de suicidio representa un desafío particular en la prevención y

mitigación de este problema. Las personas que han intentado suicidarse anteriormente tienen un riesgo significativamente mayor de intentar nuevamente, lo que subraya la necesidad de identificar y brindar apoyo continuo a estos individuos. A pesar de los esfuerzos continuos por parte de las autoridades de salud pública para implementar estrategias de prevención y mitigación, la capacidad de prever con exactitud los intentos de suicidio recurrentes sigue siendo limitada, resaltando la urgencia de desarrollar estrategias más efectivas como podrían ser modelos predictivos efectivos que se ajusten a las realidades locales (Guarín et al., 2022).

La carencia de modelos predictivos adaptados y validados científicamente para el contexto de Medellín impide una intervención temprana y efectiva. Actualmente, la identificación de individuos o grupos en alto riesgo es inadecuada, lo que limita severamente la capacidad de las políticas de salud pública para responder de manera efectiva (Castro Moreno et al., 2023). Esta situación subraya la importancia de desarrollar un enfoque basado en datos que integre de manera efectiva las variables relevantes y que pueda servir como una herramienta predictiva confiable para identificar la probabilidad de intentos de suicidio recurrentes.

La base de datos del Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública (SIVIGILA), que incluye registros detallados de intentos de suicidio con información demográfica, médica y socioeconómica, ofrece una oportunidad única para abordar estas limitaciones (Hernández et al., 2023). La implementación de un modelo predictivo que utilice estos datos podría ayudar a la prevención del suicidio en Medellín, permitiendo no solo una mejor comprensión de las dinámicas subyacentes, sino también la implementación de intervenciones más dirigidas y basadas en evidencia. En particular, enfocarse en la recurrencia de intentos de suicidio permitirá a los profesionales de la salud mental identificar a individuos con mayor riesgo de intentar nuevamente, facilitando así una intervención más oportuna y personalizada.

Justificación

La relevancia de este estudio reside en su potencial para aportar significativamente a la prevención del intento de suicidio recurrente en Medellín. Utilizando los registros de intentos de suicidio del Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública (SIVIGILA) del período 2018-2022, se propone desarrollar un modelo predictivo que permita identificar los patrones y factores de riesgo asociados con la recurrencia de los intentos de suicidio. Este modelo no solo permitiría detectar de manera anticipada a personas con riesgo de reincidir en intentos de suicidio, sino que también permitiría implementar intervenciones más precisas y efectivas dirigidas a aquellos con mayor probabilidad de recurrencia.

La integración de datos multidimensionales ofrece una oportunidad única para entender mejor las dinámicas complejas del suicidio recurrente, permitiendo una respuesta más coordinada y basada en evidencia por parte de los organismos de salud. Al enfocarse en la predicción de intentos recurrentes, la investigación aborda una brecha crítica en las estrategias actuales de prevención, que a menudo se centran en intentos aislados sin considerar el historial de intentos previos.

Además, comprender los factores que contribuyen a la recurrencia de intentos de suicidio es esencial para diseñar programas de apoyo continuos y personalizados que puedan intervenir de manera efectiva en momentos clave. La capacidad de predecir estos intentos recurrentes permitirá a los profesionales de la salud mental priorizar recursos y esfuerzos hacia aquellos individuos que presentan un riesgo elevado, optimizando así las estrategias de prevención y reduciendo la incidencia de suicidios consumados.

La relevancia de esta investigación también se extiende a la formulación de políticas públicas más informadas y efectivas. Al proporcionar evidencia basada en datos sobre los

factores de riesgo específicos asociados con intentos recurrentes, las autoridades de salud podrán diseñar e implementar políticas que aborden de manera más directa y efectiva las necesidades de la población en riesgo. Esto contribuirá a una mejora sustancial en el bienestar social y la salud comunitaria de Medellín, alineándose con los objetivos de salud pública y desarrollo sostenible de la región.

Objetivos

Objetivo General

Desarrollar un modelo predictivo para identificar la probabilidad de intentos de suicidio recurrentes en el distrito de Medellín, utilizando datos históricos del Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública (SIVIGILA) del período 2018-2022.

Objetivos Específicos

Analizar patrones y factores de riesgo en las características demográficas, médicas y socioeconómicas de los casos de intento de suicidio registrados en SIVIGILA.

Aplicar técnicas de análisis de datos y modelado predictivo, utilizando el algoritmo Random Forest, para estimar el riesgo de reintentos de suicidio en función de patrones identificados en los datos.

Evaluar la efectividad del modelo predictivo mediante pruebas retrospectivas y validación cruzada, asegurando su precisión y aplicabilidad en la identificación de individuos con alto riesgo de intentos de suicidio recurrentes.

Marco Teórico

La vigilancia epidemiológica es esencial para la prevención del suicidio, ya que permite la identificación temprana de tendencias y factores de riesgo. El "Protocolo de vigilancia en salud pública: Intento de suicidio" del Instituto Nacional de Salud de Colombia establece los lineamientos y procedimientos para la vigilancia epidemiológica de los intentos de suicidio en el país (INS, 2014). Este protocolo destaca la relevancia de reunir y examinar datos para llevar a cabo intervenciones efectivas. Además, el informe "Intento de suicidio informe 2021" destaca cómo la vigilancia epidemiológica puede proporcionar información crucial para entender los patrones y factores de riesgo asociados con los intentos de suicidio (Instituto Nacional de Salud, 2022). La vigilancia sistemática y coordinada es fundamental para mejorar las estrategias de prevención y reducir la incidencia de intentos de suicidio en la población.

El estudio del comportamiento suicida es crucial para la formulación de políticas públicas efectivas y la implementación de intervenciones preventivas porque permite comprender los factores subyacentes y las dinámicas que contribuyen al suicidio, facilitando así la identificación de grupos en riesgo y la implementación de medidas específicas para prevenirlo. La Organización Mundial de la Salud (OMS) define el intento de suicidio como un acto deliberado de autolesión con la intención de causar la muerte, pero que no resulta en muerte (WHO, 2014). En particular, el análisis y modelado predictivo de los intentos de suicidio recurrentes permiten identificar factores de riesgo específicos y diseñar estrategias de prevención adecuadas. El análisis se centra en el modelado predictivo de intentos de suicidio recurrentes en el distrito de Medellín, basándose en una revisión exhaustiva de la literatura existente sobre el tema.

En este contexto, se revisan estudios específicos de Medellín, Colombia, y se exploran los modelos predictivos más relevantes, así como los factores de riesgo asociados con los

intentos de suicidio recurrentes. La revisión bibliográfica proporciona una visión integral de la situación en Medellín y Colombia, la importancia de la vigilancia epidemiológica y el desarrollo de modelos predictivos avanzados.

Situación en Colombia

A nivel nacional, el suicidio es un problema de salud pública que ha sido abordado en varios estudios. "Conducta suicida en Colombia: Una revisión sistemática" proporciona un panorama general de los factores de riesgo asociados con el suicidio en el país, destacando la prevalencia de la depresión y el consumo de sustancias como principales contribuyentes (Benavides-Mora et al., 2019). Esta revisión sistemática también enfatiza la importancia de realizar estudios longitudinales y aplicar intervenciones fundamentadas en evidencia para enfrentar la recurrencia de intentos de suicidio.

En el informe "El suicidio en Colombia: Factores diferenciales entre mujeres y hombres 2023", se destaca que los factores de riesgo y protección difieren significativamente entre géneros, con las mujeres más afectadas por la violencia doméstica y los hombres por problemas económicos y consumo de sustancias (Huertas Lancheros et al., 2023). Este hallazgo sugiere que las estrategias de prevención deben ser sensibles al género y considerar los diferentes contextos de riesgo, especialmente en la identificación de individuos con intentos de suicidio recurrentes.

Los informes "Estadísticas Vitales 2022" y "Estadísticas Vitales 2023" del DANE proporcionan datos demográficos y de mortalidad que son fundamentales para entender la magnitud del problema del suicidio en Colombia (Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE, 2022, 2023). Estos informes destacan las principales causas de muerte, incluyendo el suicidio, y ofrecen una base de datos crucial para la formulación de políticas

públicas y la planificación de intervenciones en salud mental, enfocándose también en la recurrencia de intentos.

El estudio "Factores de riesgo relacionados con intento de suicidio como predictores de suicidio, Colombia 2016-2017" analiza los factores de riesgo asociados con los intentos de suicidio y su relación con la mortalidad por suicidio, identificando la severidad del intento y la presencia de trastornos mentales como los principales predictores (Castro Moreno et al., 2023). Estos hallazgos subrayan la importancia de un seguimiento continuo y una intervención oportuna para prevenir la escalada de intentos de suicidio recurrentes a suicidios consumados.

Por último, el "Informe de evento primer semestre intento de suicidio, 2023" del Instituto Nacional de Salud proporciona una evaluación detallada de los intentos de suicidio reportados en Colombia, destacando la importancia de la vigilancia epidemiológica para identificar tendencias y factores de riesgo emergentes, incluyendo la recurrencia de intentos (Instituto Nacional de Salud, 2023). Este informe refuerza la necesidad de un sistema de vigilancia robusto y coordinado para mejorar la respuesta ante los intentos de suicidio recurrentes.

Contexto en Medellín

Medellín, como muchas otras ciudades de América Latina, enfrenta desafíos significativos en cuanto a la salud mental de su población. El estudio "Comportamiento y distribución del suicidio en la ciudad de Medellín durante el periodo 2015-2019" revela que los suicidios en esta ciudad son predominantemente cometidos por hombres y que el método más común es la asfixia por ahorcamiento (Guarín et al., 2022). Este estudio subraya la necesidad de intervenciones específicas que aborden los factores de riesgo asociados con los suicidios en hombres adultos jóvenes, especialmente aquellos con historial de intentos previos.

Por otro lado, la investigación "Ideación suicida y factores asociados en jóvenes universitarios de la ciudad de Medellín" indica que un alto porcentaje de estudiantes universitarios han experimentado ideación suicida, influenciados por factores como la depresión, la ansiedad y el estrés académico (Cuesta et al., 2015). Este hallazgo destaca la importancia de implementar programas de apoyo psicológico y de reducción del estrés en las instituciones educativas, especialmente dirigidos a aquellos con intentos de suicidio recurrentes.

Asimismo, el estudio "Orientación al suicidio en adolescentes en una zona de Medellín, Colombia" identifica la depresión y los problemas familiares como factores críticos que aumentan el riesgo de suicidio en adolescentes (Ramón E Paniagua et al., 2014). Estos resultados sugieren la necesidad de fortalecer las redes de apoyo familiar y comunitario para mitigar estos factores de riesgo, especialmente en jóvenes con intentos de suicidio previos.

El "Informe de calidad de vida de Medellín, 2020" señala que la pobreza y la desigualdad también juegan un papel crucial en la salud mental de los habitantes de Medellín (Medellín Cómo Vamos, 2020). Las zonas más afectadas por la pobreza presentan mayores tasas de intentos de suicidio, lo que subraya la necesidad de políticas públicas integrales que aborden las desigualdades socioeconómicas y mejoren las condiciones de vida de la población, enfocándose también en la prevención de intentos recurrentes.

Finalmente, el "Análisis espacial del comportamiento del intento de suicidio de casos notificados en Cali y Medellín, Colombia, 2021" revela una correlación significativa entre los índices de pobreza y la incidencia de intentos de suicidio durante la pandemia de COVID-19 (Hernández et al., 2023). Este estudio enfatiza la importancia de considerar el contexto socioeconómico y las condiciones emergentes, como las crisis sanitarias, en el desarrollo de estrategias de prevención del suicidio, incluyendo la identificación de intentos recurrentes.

Modelos Predictivos y Factores de Riesgo

El desarrollo de modelos predictivos avanzados es crucial para la identificación de individuos en riesgo de suicidio recurrente y la implementación de intervenciones efectivas. Estos modelos permiten anticipar eventos de suicidio al analizar múltiples factores de riesgo y combinarlos en algoritmos que pueden predecir la probabilidad de intentos de suicidio recurrentes con alta precisión. En este sentido, varios estudios han contribuido significativamente al avance en esta área.

El estudio "Características sociodemográficas, clínicas y psicométricas de una población de individuos que intentan el suicidio" utiliza un enfoque multidimensional para identificar perfiles de riesgo (Artieda Urrutia, 2017). Este estudio demuestra que las personas con intentos de suicidio experimentan niveles considerablemente superiores de depresión, ansiedad y estrés en relación con la población general. Además, factores como la juventud, el estado civil de soltero y un menor nivel educativo se asocian con un mayor riesgo de intentos de suicidio recurrentes. Utilizando métricas como las pruebas χ^2 y curvas ROC (sensibilidad del 80% y especificidad del 75%) y escalas psicométricas (PAV-D y S-PAV, con alfas de Cronbach de 0.774 y 0.65 respectivamente), se analizaron datos de 280 individuos divididos en grupos de intentos de suicidio, controles psiquiátricos y controles sanos. Este tipo de análisis integral es esencial para comprender mejor los factores que contribuyen a los intentos de suicidio recurrentes y diseñar intervenciones personalizadas.

El estudio "Modelo de riesgo suicida basado en la teoría interpersonal del suicidio: Evidencia en tres regiones de México" aplica la teoría interpersonal del suicidio para desarrollar un modelo predictivo que puede ser útil para identificar individuos en alto riesgo de intentos recurrentes (Solis-Espinoza et al., 2023). Según esta teoría, el deseo de morir por suicidio surge

de dos estados psicológicos principales: la sensación de no pertenencia y la percepción de ser una carga para los demás. Este estudio utilizó modelos de regresión lineal y ecuaciones estructurales, logrando explicar entre el 17% y el 34% de la varianza del riesgo suicida. Factores como los deseos de autolesión ($\beta=0.26$), la carga percibida ($\beta=0.17$) y el número de intentos previos ($\beta=0.19$) fueron los principales predictores. La muestra consistió en 411 jóvenes de tres regiones de México, evaluados mediante instrumentos validados como el Inventario de Depresión de Beck y la Escala de Riesgo Suicida de Plutchik, con alfas de Cronbach superiores a 0.70. Estos resultados subrayan la relevancia de los factores interpersonales en la evaluación del riesgo suicida y en el diseño de intervenciones preventivas.

El estudio *"Role of machine learning algorithms in suicide risk prediction: a systematic review-meta analysis of clinical studies"* (Ehtemam et al., 2024) analiza el rendimiento de diferentes algoritmos de aprendizaje automático en la predicción del riesgo de suicidio. Este análisis sistemático incluyó 41 estudios publicados entre 2011 y 2022, identificando que Random Forest demostró la mayor precisión, alcanzando un 94%, y presentando un AUC promedio de 0.84, lo que evidencia su capacidad para balancear sensibilidad y especificidad de manera robusta. Además, Random Forest fue el algoritmo más investigado, utilizado en 15 estudios, mientras que otros modelos como XGBoost y Logistic Regression fueron evaluados en menos estudios, con AUC promedio de 0.97 y 0.81, respectivamente. La mayor frecuencia de uso de Random Forest, junto con su consistencia y precisión, refuerzan su idoneidad como modelo para implementaciones prácticas.

Los estudios revisados por Ehtemam et al. (2024) también destacan la diversidad de regiones donde se han aplicado estos modelos, incluyendo países como Estados Unidos, Corea del Sur y China. Esta diversidad respalda la generalización y robustez del modelo en diferentes

contextos geográficos y poblacionales. Random Forest ha demostrado su eficacia en manejar relaciones no lineales y en capturar interacciones complejas entre factores de riesgo asociados al suicidio, como edad, género, consumo de sustancias y antecedentes psiquiátricos. Estos hallazgos refuerzan la elección de este modelo para implementar predicciones de riesgo de intentos de suicidio recurrentes en el contexto de Medellín.

En el contexto de este estudio, la elección de Random Forest como modelo predictivo permite una interpretación más clara de los factores que contribuyen al riesgo de suicidio recurrente y proporciona una herramienta práctica para intervenciones clínicas y programas de salud pública. Esto se alinea con el objetivo de realizar predicciones precisas y aplicables a escenarios reales, maximizando su impacto en estrategias preventivas y de intervención.

Además, otros estudios complementan el panorama de los modelos predictivos. Por ejemplo, el artículo *"Developing a risk prediction model for death at first suicide attempt"* (Arunpongpaisal et al., 2024) destaca cómo modelos como Random Forest pueden identificar factores de riesgo significativos, como depresión y problemas interpersonales. Igualmente, investigaciones como las de Solis-Espinoza et al. (2023) y Toro et al. (2021) refuerzan la importancia de incorporar variables contextuales y factores interpersonales en los modelos predictivos, subrayando la utilidad de enfoques avanzados como Random Forest en la identificación de patrones complejos en los intentos de suicidio.

Finalmente, la revisión sistemática y simulación presentada en *"Prediction Models for Suicide Attempts and Deaths: A Systematic Review and Simulation"* (Belsher et al., 2019) resalta la necesidad de mejorar la precisión y validez de los modelos predictivos antes de su implementación a gran escala. En este contexto, Random Forest surge como una solución

robusta y validada, lista para ser adaptada a las particularidades del contexto de Medellín, utilizando datos históricos del Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública (SIVIGILA).

Conclusiones

En resumen, el análisis y modelado predictivo de los intentos de suicidio recurrentes en el distrito de Medellín requiere una comprensión integral de los factores de riesgo y la implementación de modelos predictivos avanzados. Los estudios analizados ofrecen un fundamento sólido para diseñar intervenciones efectivas que aborden los factores de riesgo identificados y mejoren la salud mental de la población.

La vigilancia epidemiológica y el uso de modelos predictivos basados en datos son esenciales para identificar a los individuos en mayor riesgo de intentos de suicidio recurrentes y diseñar estrategias de prevención personalizadas. Estos enfoques pueden contribuir significativamente a reducir la incidencia de intentos de suicidio recurrentes y mejorar el bienestar de los habitantes de Medellín y otras regiones de Colombia. Además, la capacidad de predecir la recurrencia de intentos permite a las autoridades de salud implementar intervenciones más dirigidas y eficientes, optimizando el uso de recursos y aumentando la efectividad de las medidas preventivas.

El desarrollo de un modelo predictivo robusto y validado científicamente no solo mejora la identificación de individuos en riesgo, sino que también proporciona una herramienta valiosa para la formulación de políticas públicas informadas y basadas en evidencia. La integración continua de nuevos datos y la actualización del modelo garantizarán su relevancia y precisión a lo largo del tiempo, facilitando una respuesta adaptativa ante las cambiantes dinámicas de salud mental en la población.

En conclusión, este proyecto contribuye de manera significativa a la prevención del suicidio en Medellín al proporcionar una herramienta predictiva que facilita la identificación temprana y la intervención efectiva en individuos con mayor riesgo de intentos recurrentes. La implementación de este modelo puede representar un avance crucial en las estrategias de salud pública, promoviendo una sociedad más saludable y resiliente frente a los desafíos de la salud mental.

Metodología

Diseño del Estudio

Este estudio se llevó a cabo mediante un enfoque cuantitativo, de tipo no experimental y retrospectivo, en el que se examinaron datos históricos sobre intentos de suicidio reportados en el distrito de Medellín, sin que los investigadores intervinieran o manipularan las variables. Se recopilaron y analizaron datos numéricos provenientes de registros oficiales, en un enfoque cuantitativo, sin aplicar tratamientos ni modificar condiciones en la población objeto de estudio, lo que caracteriza el diseño no experimental. Además, el análisis se centró en información correspondiente al período 2018-2022, ya registrada en la base de datos del Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública (SIVIGILA), lo que define el enfoque retrospectivo del estudio.

Población y Muestra

La población estuvo conformada por todos los registros de intentos de suicidio notificados en Medellín durante el período 2018-2022, según el SIVIGILA. La muestra incluyó la totalidad de los registros disponibles en la base de datos para dicho período, seleccionados bajo los siguientes criterios:

Registros completos: sin datos faltantes críticos para las variables de interés (como la variable objetivo y las variables sociodemográficas esenciales).

Registros válidos: consistentes y coherentes según los lineamientos de calidad del SIVIGILA.

Como resultado, se obtuvo una muestra final de 8,784 registros válidos.

Recolección de Datos

La información se obtuvo del Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública (SIVIGILA), reconocido por su confiabilidad y cobertura nacional en el monitoreo de eventos de

interés en salud pública. La base de datos, en formato CSV, fue descargada desde la plataforma oficial (<https://medata.gov.co/dataset/1-026-22-000146>) y contenía registros correspondientes a los intentos de suicidio notificados en Medellín durante el período 2018-2022.

Se incluyeron 43 variables clasificadas en tres categorías principales, de las cuales se destacan las siguientes:

- Sociodemográficas: edad, sexo, estrato socioeconómico y estado civil.
- Antecedentes y Factores de Riesgo: antecedentes psiquiátricos, consumo de sustancias y problemas de pareja.
- Características del Intento: método empleado, lugar del intento y presencia de intentos previos.

Esta información permitió identificar patrones sociodemográficos, factores asociados y características relevantes del fenómeno en estudio. La base de datos se destaca como una herramienta confiable por su alcance y nivel de detalle, lo que facilita un análisis integral de los casos reportados. Además, su estructura permite realizar comparaciones entre diferentes grupos poblacionales y períodos de tiempo, proporcionando una perspectiva más amplia sobre las características del problema.

Aunque el SIVIGILA es una fuente confiable, se debe tener en cuenta que los datos reflejan únicamente los casos notificados, lo que podría limitar la generalización de los hallazgos. No obstante, constituye una base sólida para explorar y analizar el comportamiento epidemiológico en la población estudiada. En la siguiente figura (1) se muestra una sección de los registros de los datos.

Figura 1

Sección Base de Datos SIVIGILA Registros de Intento de Suicidio

cod_eve	fec_not	semana	año	cod_pre	cod_sub	edad	uni_med	nacionali	nombre_nac sexo	cod_pais_o	cod_dpto_o	cod_mun_o	area	localidad
370	3/10/2014	40	2014	500111746	1	13	1	1	F	170	5	1	1	ANTIOQUIA
370	3/11/2014	44	2014	500102172	3	31	1	1	M	170	5	1	1	MEDELLIN
370	3/12/2014	49	2014	536004339	1	19	1	1	F	170	5	1	1	BARICHARA
370	30/01/2014	5	2014	500109963	9	50	1	1	F	170	5	1	1	MEDELLIN
370	30/04/2014	16	2014	500102120	1	41	1	1	F	170	5	1	1	MEDELLIN
370	30/04/2014	18	2014	500102124	1	29	1	1	M	170	5	1	1	MEDELLIN
370	30/04/2014	18	2014	500111746	1	16	1	1	F	170	5	1	1	ANTIOQUIA
370	30/05/2014	21	2014	500102092	1	26	1	1	M	170	5	1	1	SIN DATO
370	30/05/2014	21	2014	500105909	3	47	1	1	F	170	5	1	1	-
370	30/05/2014	22	2014	500102092	1	21	1	1	F	170	5	1	1	SIN DATO
370	30/05/2014	22	2014	500102104	1	27	1	1	F	170	5	1	1	MEDELLIN
370	30/05/2014	22	2014	500109963	9	24	1	1	F	170	5	1	1	MEDELLIN
370	30/05/2014	22	2014	500109963	9	16	1	1	F	170	5	1	1	MEDELLIN
370	30/07/2014	31	2014	500102124	1	15	1	1	F	170	5	1	1	MEDELLIN
370	30/07/2014	31	2014	500102178	3	17	1	1	F	170	5	1	1	MEDELLIN
370	30/09/2014	38	2014	500105909	3	20	1	1	F	170	5	1	1	-
370	30/10/2014	44	2014	500102124	1	39	1	1	F	170	5	1	1	SIN DATO
370	30/11/2014	48	2014	500102172	1	15	1	1	M	170	5	1	1	MEDELLIN
370	30/11/2014	49	2014	500102092	2	51	1	1	F	170	5	1	1	ND

Nota. Tomada de Sistema Nacional de Vigilancia en Salud Pública (SIVIGILA).

Procedimiento de Análisis de Datos

Preprocesamiento

En el preprocesamiento de los datos, se inició con una limpieza para identificar y depurar registros con datos faltantes o inconsistentes, eliminando únicamente aquellos que presentaban vacíos en variables esenciales, como la variable objetivo *Intentos_previos*. Posteriormente, se realizó una transformación de las variables, recategorizando la edad en rangos (0–18, 18–30, 30–50, 50–70, 70–100) para capturar diferencias entre grupos etarios, y aplicando la técnica de One-Hot Encoding en las variables categóricas, como estado civil, sexo y método del intento, con el fin de adecuarlas para el modelo predictivo. Finalmente, se definió como variable objetivo (y) la presencia o ausencia de intentos previos de suicidio (0 = No, 1 = Sí), mientras que el resto de las variables sociodemográficas, clínicas y contextuales codificadas numéricamente se consideraron como variables predictoras (X).

Análisis Descriptivo

El análisis descriptivo incluyó el cálculo de frecuencias, porcentajes, medias y desviaciones estándar para las variables más relevantes, como edad, sexo, estrato socioeconómico y antecedentes psiquiátricos, con el propósito de identificar patrones y características relevantes en los datos. El análisis se llevó a cabo utilizando Python como lenguaje principal de programación, en combinación con Jupyter Notebook como entorno interactivo para el desarrollo y ejecución del código. Se emplearon bibliotecas como pandas, para la manipulación de datos, el cálculo de estadísticas descriptivas y la generación de tablas de frecuencia; numpy, para realizar cálculos numéricos, como las medias y las desviaciones estándar; y matplotlib y seaborn, para la visualización de las distribuciones y patrones en los datos. Las ecuaciones utilizadas incluyen el cálculo de porcentajes, la media y la desviación estándar, que se describen a continuación.

Frecuencias y porcentajes:

$$P = \frac{f}{N} \times 100 \quad (1)$$

Media:

$$\bar{X} = \frac{\sum x_i}{n} \quad (2)$$

Desviación estándar:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{X})^2}{n}} \quad (3)$$

Análisis Bivariado de Variables Categóricas

Para profundizar en las asociaciones entre variables relevantes y la variable objetivo (*Intentos_previos*), se llevaron a cabo:

- Tablas de contingencia entre pares de variables (ej. sexo vs. consumo de sustancias, estado civil vs. problemas de pareja, etc.).
- Pruebas de Chi-cuadrado (χ^2) para determinar la significancia estadística de dichas asociaciones.
- Cálculo de valores *p-value* y análisis de correspondencia (porcentajes) que permitieron identificar factores potencialmente asociados a la conducta suicida y su recurrencia.

Desarrollo e Implementación del Modelo Predictivo

Para el desarrollo del modelo predictivo, se probaron varios algoritmos, incluyendo regresión logística y XGBoost. Los resultados de la regresión logística fueron limitados, con un ROC-AUC de 0.460 y una baja capacidad para identificar intentos de suicidio recurrentes. En contraste, XGBoost mostró un desempeño superior, alcanzando un ROC-AUC de 0.945 y un balance notable entre precisión y recall. A pesar de ello, la revisión bibliográfica realizada previamente destacó que Random Forest es especialmente adecuado para manejar conjuntos de datos complejos y capturar relaciones no lineales entre variables. Por esta razón, se seleccionó Random Forest como base del modelo predictivo, logrando métricas favorables de desempeño y consolidando su idoneidad para este análisis. Construcción del Conjunto de Entrenamiento y de Prueba

Se dividió el dataset en un 70% para entrenamiento y un 30% para prueba, utilizando estratificación por la variable *Intentos_previos* (*stratify=y*) para garantizar que la proporción de casos positivos y negativos se mantuviera en ambas particiones. El modelo seleccionado fue

Random Forest, configurado con los parámetros principales: 100 árboles ($n_estimators=100$), una profundidad máxima de 5 ($max_depth=5$) y un estado aleatorio fijo ($random_state=42$) para asegurar reproducibilidad. La evaluación del modelo se realizó considerando métricas como exactitud (accuracy), precisión, recall, F1-score y ROC-AUC, utilizando herramientas como la matriz de confusión, la curva ROC y reportes de clasificación para medir su desempeño.

Evaluación del Modelo

La evaluación del modelo incluyó la matriz de confusión, que permitió identificar cuántos casos con intento previo (positivos) y sin intento previo (negativos) fueron clasificados correctamente o de manera errónea. Además, se calculó el área bajo la curva ROC (ROC-AUC), que alcanzó un valor de 0.914, lo que demuestra una sólida capacidad del modelo para diferenciar entre individuos con y sin intentos previos. El reporte de clasificación mostró una exactitud (**accuracy**) del 85.1%, con un balance adecuado en las métricas de precisión y recall para ambas clases: un recall de 0.87 para la clase "Intentos" y 0.84 para la clase "No Intentos". En conjunto, estos resultados reflejan un desempeño satisfactorio del modelo Random Forest en la tarea de predecir intentos de suicidio recurrentes. A continuación, se presentan las ecuaciones utilizadas para calcular las métricas clave, como la matriz de confusión, exactitud, precisión, recall y F1-score, que respaldan el análisis del desempeño del modelo.

Exactitud (Accuracy):

$$\text{Accuracy} = \frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN} \quad (4)$$

Precisión (Precision):

$$\text{Precision} = \frac{TP}{TP + FP} \quad (5)$$

Recall (Sensibilidad):

$$\text{Recall} = \frac{TP}{TP + FN} \quad (6)$$

F1-Score:

$$F1 = 2 \cdot \frac{\text{Precision} \cdot \text{Recall}}{\text{Precision} + \text{Recall}} \quad (7)$$

Matriz de Confusión:

$$\begin{bmatrix} \text{TN} & \text{FP} \\ \text{FN} & \text{TP} \end{bmatrix} \quad (8)$$

Limitaciones del Estudio

- **Calidad de los Datos:** La información de SIVIGILA puede presentar subregistro o vacíos, lo cual podría introducir sesgos.
- **Contexto Específico:** Los resultados se centran en Medellín (2018–2022). No es posible asumir su total aplicabilidad a otras regiones con condiciones distintas.
- **Falta de Información Cualitativa:** Algunas variables potencialmente relevantes (p. ej., factores familiares detallados, diagnósticos psiquiátricos específicos) no se encuentran disponibles en el registro estándar de SIVIGILA.

Ética y Confidencialidad

- **Anonimización de la Base de Datos:** Los registros se manejaron garantizando la protección de la identidad de los pacientes.

- Uso de Datos Secundarios: Al tratarse de datos provenientes de un sistema de vigilancia oficial, no se requirió consentimiento informado individual. El manejo de la información siguió las normas de confidencialidad establecidas por las autoridades de salud y la universidad.

Conforme a lo descrito, esta metodología permitió la elaboración de un análisis descriptivo y bivariado, así como el desarrollo e implementación de un modelo predictivo (Random Forest) capaz de identificar la probabilidad de intentos de suicidio recurrentes en Medellín.

Resultados

El conjunto de datos analizado comprende 8,784 registros de intentos de suicidio en el distrito de Medellín durante el período 2018-2022. Las variables consideradas abarcan aspectos demográficos, socioeconómicos, clínicos y contextuales, proporcionando una visión integral del fenómeno y permitiendo identificar patrones y tendencias significativas. Los resultados se estructuran en tres partes principales: análisis descriptivo, análisis bivariado de las variables categóricas y desarrollo del modelo predictivo para determinar la probabilidad de intentos de suicidio recurrentes.

Análisis Descriptivo

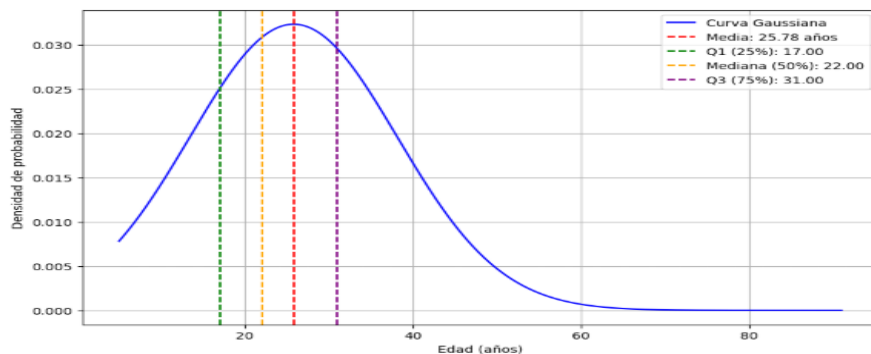
Características Generales de la Población Estudiada

El conjunto de datos analizado consta de 8,784 registros de intentos de suicidio en Medellín durante el período de estudio. Las variables consideradas incluyen aspectos demográficos, socioeconómicos, clínicos y contextuales.

Edad Promedio y Distribución Etaria.

Figura 2

Distribución Gaussiana de la Edad de Personas que Ejecutaron Intento de Suicidio. Medellín 2018-2022



La distribución etaria muestra que los intentos de suicidio se concentran predominantemente en poblaciones jóvenes. El hecho de que el 50% de los casos involucren a personas de 22 años o menos indica que los adolescentes y adultos jóvenes son los más afectados. Este hallazgo es consistente con estudios previos que señalan que la adolescencia y la juventud son etapas críticas en el desarrollo emocional y psicológico, caracterizadas por cambios significativos y desafíos en la identidad, las relaciones sociales y la adaptación a nuevas responsabilidades (Benavides-Mora et al., 2019).

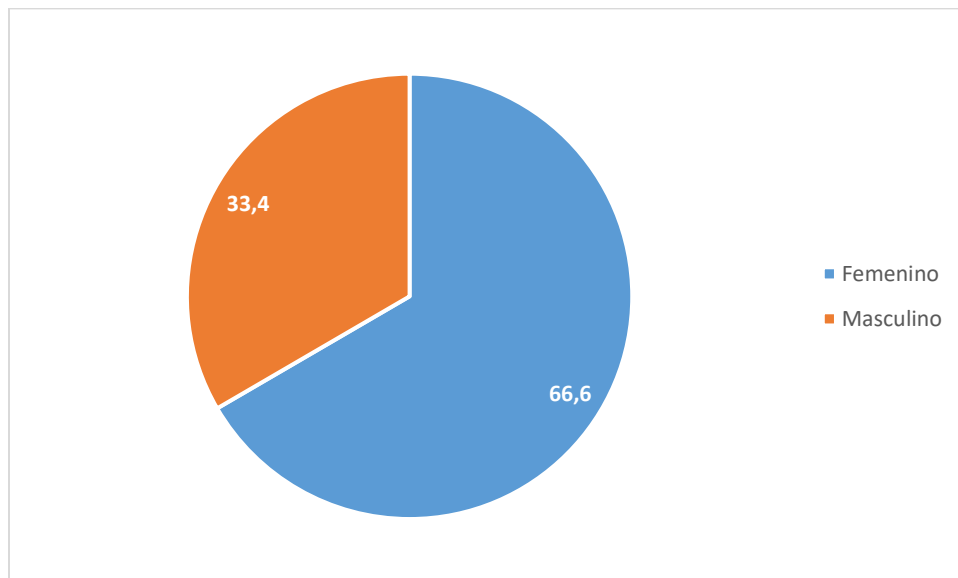
La presencia de intentos de suicidio en niños tan pequeños como 5 años resulta profundamente preocupante y destaca la necesidad de abordar este fenómeno desde edades tempranas. Asimismo, aunque en menor proporción, los intentos registrados en personas mayores, hasta los 91 años, reflejan que este comportamiento afecta a todos los grupos etarios, lo que resalta la importancia de estrategias de prevención e intervención adaptadas a las diferentes etapas de la vida.

La alta incidencia de intentos en población joven subraya la necesidad de desarrollar programas preventivos y de promoción de la salud mental enfocados en este grupo, con intervenciones en los ámbitos educativo, familiar y comunitario.

Distribución por Sexo.

Figura 3

Distribución Porcentual Según Sexo de Personas que Ejecutaron Intento de Suicidio. Medellín 2018-2022.



El análisis revela que el 66.61% de los intentos de suicidio registrados corresponden al sexo femenino (5,851 casos), mientras que el 33.39% corresponde al sexo masculino (2,933 casos). Este predominio de intentos en mujeres concuerda con la literatura existente, que indica que las mujeres tienden a presentar más intentos de suicidio no letales, mientras que los hombres muestran tasas más altas de suicidio consumado (WHO et al., 2014). Este fenómeno, conocido como la "paradoja de género en el suicidio", puede estar relacionado con diferencias en la expresión emocional, patrones de búsqueda de ayuda y elección de métodos más letales por parte de los hombres. Las mujeres pueden estar más dispuestas a expresar sus emociones y a buscar ayuda, pero también pueden enfrentar factores de riesgo específicos como violencia de género, roles sociales restrictivos, cargas emocionales y estrés relacionado con el cuidado de otros

(Guarín et al., 2022). Por su parte, los hombres pueden experimentar barreras culturales para expresar vulnerabilidad y buscar apoyo, lo que podría contribuir a una mayor letalidad en los intentos.

Distribución por Área Geográfica. El análisis muestra que el 97.05% de los intentos de suicidio registrados ocurrieron en la cabecera municipal (área urbana), mientras que solo el 0.35% correspondió a zonas de rural disperso y un 2.59% a centros poblados. La abrumadora mayoría de los intentos de suicidio ocurren en áreas urbanas, lo que puede estar asociado con factores como el estrés urbano, la densidad poblacional, la competitividad laboral, la fragmentación de las redes sociales y la exposición a situaciones de violencia o criminalidad. Las ciudades pueden ofrecer mayores oportunidades, pero también generan presiones y desafíos que afectan la salud mental de sus habitantes (Hernández et al., 2023).

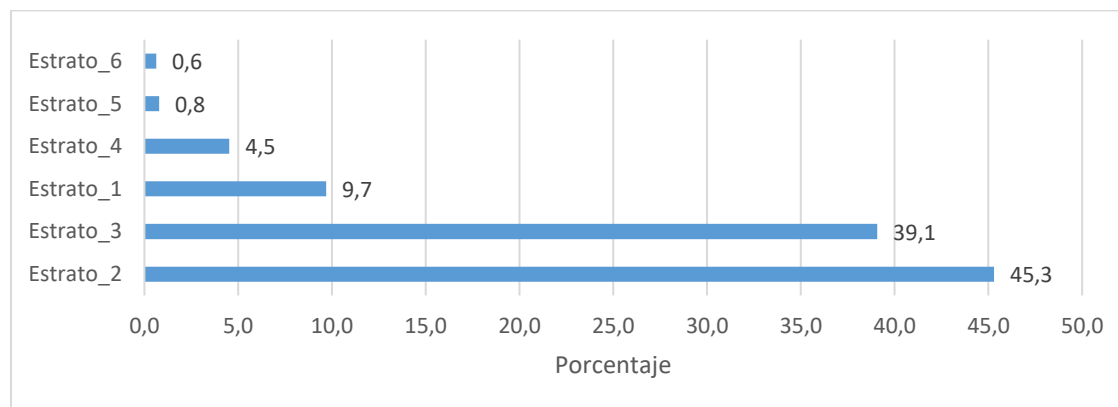
La baja representación de casos en áreas rurales podría reflejar subregistro, dificultades en el acceso a servicios de salud o diferencias culturales en la expresión y reporte de conductas suicidas. No obstante, es importante no descartar la posibilidad de que las comunidades rurales cuenten con factores protectores como mayor cohesión social y apoyo comunitario.

Estrato Socioeconómico.

Figura 4

Distribución Porcentual Según Estrato de Personas que Ejecutaron Intento de Suicidio.

Medellín 2018-2022



El análisis de los registros muestra que la mayoría de los intentos de suicidio se concentran en los estratos socioeconómicos más bajos: Estrato 1 (9.70%), Estrato 2 (45.30%) y Estrato 3 (39.07%), representando conjuntamente el 94.06% de los casos. En contraste, los estratos 4, 5 y 6 acumulan un 5.94% del total. Esta distribución evidencia una correlación significativa entre la vulnerabilidad económica y el riesgo de suicidio. Las personas en estos estratos bajos pueden enfrentar desafíos como desempleo, precariedad laboral, inseguridad alimentaria, acceso limitado a educación y servicios de salud, y exposición a violencia o delincuencia (Medellín Cómo Vamos, 2020). Estas condiciones pueden generar estrés crónico, sentimientos de desesperanza y falta de oportunidades, que contribuyen a la ideación y conductas suicidas. Por el contrario, los estratos más altos pueden contar con mayores recursos económicos, acceso a servicios de salud mental y redes de apoyo, lo que puede actuar como factores protectores.

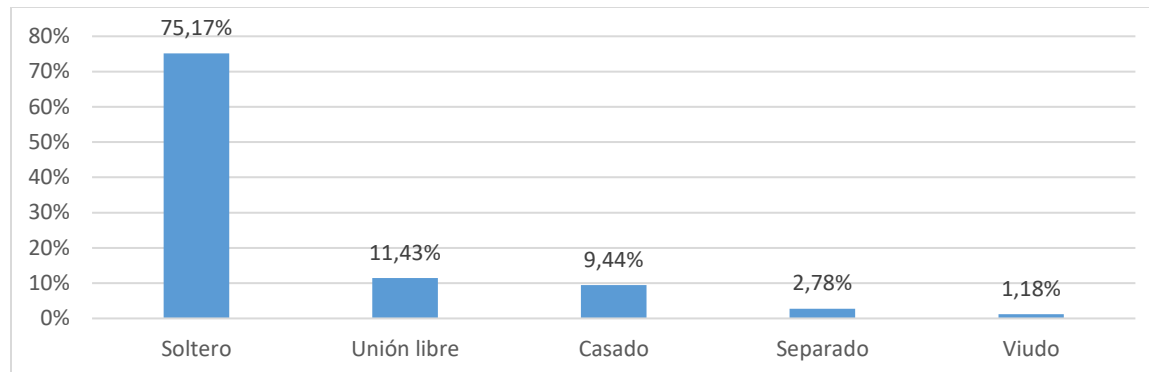
Factores Psicosociales y Clínicos

Estado Civil.

Figura 5

Distribución Porcentual del Estado Civil de Personas que Ejecutaron Intento de Suicidio.

Medellín 2018-2022



La alta proporción de personas solteras entre quienes intentaron suicidarse sugiere que la falta de una relación de pareja estable puede estar asociada con menor apoyo emocional y social. Las personas solteras pueden experimentar sentimientos de soledad, aislamiento y falta de redes de contención, lo que incrementa su vulnerabilidad ante situaciones estresantes (Solis-Espinoza et al., 2023). Sin embargo, estar en una relación no garantiza protección, ya que los conflictos de pareja también emergen como un factor de riesgo significativo. Las personas separadas y viudas, aunque representan un menor porcentaje, pueden enfrentar duelos, rupturas emocionales y cambios en su dinámica de vida que afectan su salud mental. Estos resultados subrayan la importancia de fortalecer las redes de apoyo emocional y social, tanto en individuos solteros como en aquellos que atraviesan crisis relacionales, como parte de las estrategias de prevención del suicidio.

Escolaridad. La mayoría de las personas que intentaron suicidarse cuentan con niveles educativos básicos, lo cual se ve reflejado en un 53.89% con básica secundaria y un 16.83% con básica primaria. Asimismo, el 11.27% de quienes intentaron suicidarse tiene educación media técnica y profesional, mientras que el 9.03% carece de información sobre su nivel educativo. Esto puede estar relacionado con limitaciones en oportunidades laborales, bajos ingresos y menor acceso a información y recursos de salud mental. La educación es un factor que influye en el desarrollo de habilidades cognitivas y emocionales, en la capacidad de resolución de problemas y en la toma de decisiones (González et al., 2020). La falta de educación puede incrementar la vulnerabilidad ante situaciones de estrés y disminuir la capacidad para buscar y acceder a servicios de apoyo. Además, puede estar asociada con otras condiciones de riesgo como desempleo y pobreza.

Antecedentes Psiquiátricos. Más de la mitad de las personas que intentaron suicidarse (53.97%) reportan antecedentes psiquiátricos, mientras que el 46.03% no cuenta con ellos. Esto subraya la fuerte asociación entre trastornos mentales y el riesgo de suicidio, ya que condiciones como depresión, ansiedad, trastorno bipolar y esquizofrenia son factores de riesgo reconocidos que pueden influir en la ideación y conducta suicida (Belsher et al., 2019). Este hallazgo pone de relieve la importancia de la detección temprana, el tratamiento oportuno y el seguimiento de las personas con trastornos mentales, así como la necesidad de reducir el estigma asociado a la salud mental para facilitar la búsqueda de ayuda.

Consumo de Sustancias. El consumo de sustancias, incluyendo alcohol y drogas, es un factor de riesgo que puede aumentar la impulsividad, desinhibición y exacerbar problemas emocionales. Aunque solo el 19.03% reporta consumo de sustancias frente a un 80.97% que no reporta, su presencia está asociada con intentos más letales y recurrentes (Lim et al., 2022). El

consumo de sustancias puede ser tanto una causa como una consecuencia de problemas de salud mental, creando un ciclo que incrementa el riesgo de conducta suicida. Además, puede dificultar el acceso y adherencia a tratamientos.

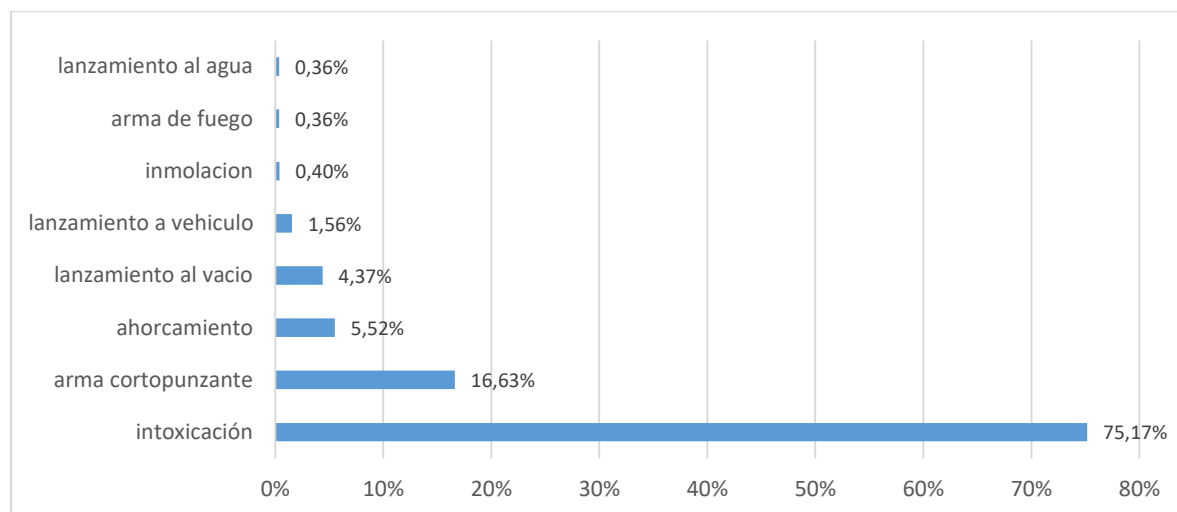
Problemas de Pareja. Los conflictos en las relaciones de pareja emergen como un factor relevante en casi un tercio de los casos (31.81%), mientras que el 68.19% de las personas no reporta este tipo de conflictos. Las dificultades en la comunicación, la infidelidad, la violencia doméstica, las separaciones y otros problemas pueden generar estrés emocional, sentimientos de rechazo y desesperanza (Toro et al., 2021). Las relaciones interpersonales son fundamentales para el bienestar emocional, y su deterioro puede afectar significativamente la salud mental. Este hallazgo indica la necesidad de promover relaciones saludables, de educar en habilidades de resolución de conflictos y de garantizar la disponibilidad de servicios de apoyo y consejería.

Intentos Previos. La alta tasa de intentos previos, reportada en el 43.12% de los casos, indica que el historial de intentos es un factor de riesgo significativo para futuros intentos, mientras que el 56.88% de las personas no reporta antecedentes de intentos previos. Este hallazgo resalta la importancia de un seguimiento continuo y de brindar apoyo a largo plazo a estas personas, asegurando que reciban intervenciones preventivas adecuadas y atención integral para reducir el riesgo de recurrencia.

Método de Intento. La predominancia de la intoxicación (75.17%) como método utilizado puede estar relacionada con la accesibilidad a sustancias tóxicas y medicamentos. Este hallazgo es relevante para implementar medidas de control, regulación y educación sobre el manejo seguro de estas sustancias.

Figura 6

Distribución Porcentual de los Métodos Empleados para el Intento de Suicidio



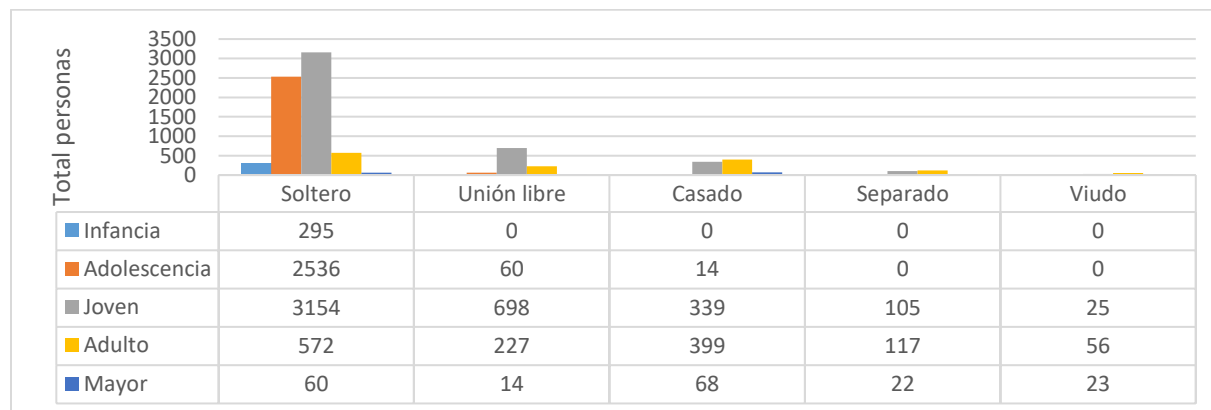
Análisis Bivariado de Variables Categóricas

Para identificar asociaciones significativas entre variables relevantes, se realizaron pruebas de Chi-cuadrado entre pares de variables categóricas seleccionadas. A continuación, se presentan las asociaciones más relevantes identificadas.

Asociación entre Grupo de Edad y Estado Civil

Figura 7

Distribución de Intentos de Suicidio por Grupo de Edad y Estado Civil



La relación entre la edad y el estado civil en los intentos de suicidio (p-value: 0.000000e+00) evidencia la influencia de las dinámicas relacionales a lo largo del ciclo vital. En la infancia y la adolescencia, aunque las relaciones formales son prácticamente inexistentes, incluso los vínculos afectivos informales pueden incidir en la vulnerabilidad emocional. En la juventud, el matrimonio, la convivencia y la separación se vuelven fuentes de estrés que pueden propiciar la ideación suicida. Al avanzar hacia la edad adulta, divorcios y rupturas matrimoniales se suman como factores estresantes de gran relevancia, mientras que en la vejez el duelo y la soledad asociados a la viudez elevan el riesgo. Estas diferencias subrayan la necesidad de diseñar intervenciones preventivas y de apoyo emocional ajustadas a cada etapa de la vida, con el fin de fortalecer la resiliencia y brindar herramientas para enfrentar los cambios en las relaciones de pareja y sus consecuencias emocionales.

Asociación entre Estado Civil y Problemas de Pareja

Tabla 1

Distribución de Problemas de Pareja Según Estado Civil

Estado civil	Problemas de pareja	
	No	Si
Casado	418	402
Separado	94	150
Soltero	5021	1596
Unión libre	392	607
Viudo	65	39

Nota. P-value 2.686042e-167

La tabla revela que las personas separadas (61.48%) y en unión libre (60.76%) exhiben los mayores porcentajes de problemas de pareja, lo que sugiere que los conflictos relacionales pueden ser particularmente graves en estos grupos, aumentando el riesgo de intentos de suicidio. En contraste, los casados y los viudos presentan una incidencia algo menor, aunque aún significativa, de tensiones en la relación. Estos datos subrayan la necesidad de entender los conflictos de pareja como factores estresantes críticos en la salud mental, y resaltan la importancia de diseñar programas de prevención y consejería enfocados en la resolución de conflictos y el fortalecimiento de vínculos afectivos. Al integrar la salud relacional como parte esencial del bienestar emocional, es posible reducir de manera sustancial la incidencia de intentos de suicidio relacionados con los problemas de pareja.

Asociación entre Sexo y Consumo de Sustancias

Tabla 2

Distribución del Consumo de Sustancias por Sexo

Sexo	Consumo de sustancias				Total
	No	% No	Si	% Si	
Femenino	5159	88,2%	692	11,8%	5851
Masculino	1953	66,6%	980	33,4%	2933

Nota. p-value 3.611572e-130

El estudio de la distribución del consumo de sustancias según el sexo evidencia que el 33.4% de los hombres que intentaron suicidarse reportaron consumo de sustancias, frente al 11.8% en las mujeres, lo que señala un factor de riesgo notablemente más frecuente en la población masculina. Estos resultados refuerzan la necesidad de intervenciones preventivas y

terapéuticas diferenciadas por género: en hombres, es fundamental abordar el consumo de sustancias como un desencadenante clave, mientras que en mujeres pueden ser más relevantes otros factores de índole emocional o relacional. En ambos casos, la detección temprana y el acceso a programas de rehabilitación y apoyo psicológico son esenciales para disminuir la incidencia de intentos de suicidio asociados a esta conducta.

Asociación entre Sexo y Método de Intento de Suicidio

Tabla 3

Método de Intento de Suicidio Según Sexo

sexo	Método empleado								
	ahorcamiento	arma cortopunzante	arma de fuego	inmolación	intoxicación	lanzamiento al agua	lanzamiento al vacío	lanzamiento a vehículo	Otro
Femenino	208	883	4	11	4504	10	172	47	12
Masculino	276	525	14	8	1861	9	173	57	10

Nota. p-value 1.024003e-52

El estudio indica que la intoxicación es el método de intento de suicidio más común, con una prevalencia del 77% en mujeres y del 63.45% en hombres; sin embargo, los hombres emplean con mayor frecuencia métodos más letales como el ahorcamiento y el uso de armas, con 276 casos de ahorcamiento en hombres frente a 208 en mujeres. Ambos sexos presentan frecuencias similares en lanzamientos al vacío, lo que refleja situaciones de desesperación extrema. Estas diferencias en la elección del método destacan la necesidad de adaptar las estrategias de prevención según el género: controlar el acceso a medios letales y ofrecer

intervenciones focalizadas, como detección temprana, apoyo emocional y prevención de autolesiones en mujeres, y programas que aborden el manejo de emociones, reducción del estigma y promoción de la búsqueda de ayuda en hombres, con el objetivo de reducir la letalidad y la incidencia de los intentos de suicidio.

Asociación entre Grupo de Edad y Método de Intento de Suicidio

Tabla 4

Método de Intento de Suicidio por Grupo de Edad

Grupo de Edad	Método de Intento de Suicidio				
	Intoxicación	Arma Cortopunzante	ahorcamiento	Lanzamiento al vacío	Otro
Infancia	149	66	39	34	7
Adolescencia	1952	419	147	56	36
Joven	3168	681	215	166	91
Adulto	980	206	68	76	41
Mayor	116	36	15	13	7

Nota. P-value 1.220492e-25

Los resultados muestran un predominio de la **intoxicación** en todos los grupos de edad, especialmente entre adolescentes (1,952 casos) y jóvenes (3,168 casos), lo que sugiere su fácil accesibilidad y la percepción de menor letalidad. En contraste, los métodos más letales, como el ahorcamiento y el lanzamiento al vacío, incrementan en la adultez y la vejez, reflejando una posible mayor desesperanza y determinación en estas etapas. La aparición de intentos de suicidio en la infancia (hasta los 12 años) resulta especialmente preocupante, pues indica una necesidad urgente de intervenciones tempranas que aborden factores familiares, escolares y psicosociales. Estos hallazgos subrayan la importancia de adaptar las estrategias de prevención según la edad,

enfocándose en la restricción de acceso a sustancias tóxicas para jóvenes y adolescentes, y prestando una atención más intensiva a la salud mental de adultos y adultos mayores con mayor riesgo de emplear métodos de alta letalidad.

Asociación entre Estrato Socioeconómico y Antecedentes Psiquiátricos

Tabla 5

Antecedentes Psiquiátricos por Estrato Socioeconómico

Estrato socioeconómico	Antecedentes Psiquiátricos				Total
	No	% No	Si	% Si	
Estrato 1	470	55,2%	381	44,8%	851
Estrato 2	1982	49,8%	1997	50,2%	3979
Estrato 3	1441	42,0%	1991	58,0%	3432
Estrato 4	109	27,4%	289	72,6%	398
Estrato 5	20	29,0%	49	71,0%	69
Estrato 6	21	38,2%	34	61,8%	55

Nota. p-value 2.186738e-28

El análisis evidencia que los estratos 4 y 5 presentan los mayores porcentajes de personas con antecedentes psiquiátricos (72.6% y 71%, respectivamente), lo cual sugiere un mejor acceso a diagnósticos y servicios de salud mental en los niveles socioeconómicos más altos. En cambio, los estratos más bajos (1 y 2) registran menor proporción de diagnósticos, posiblemente por subregistro o barreras económicas y culturales. Estas diferencias resaltan la urgencia de promover la equidad en la atención sanitaria, garantizando que todos los estratos tengan acceso a programas de salud mental efectivos y se beneficien de políticas que reduzcan el estigma y faciliten la búsqueda de ayuda.

Asociación entre Grupo de Edad y Antecedentes Psiquiátricos

Tabla 6

Antecedentes Psiquiátricos por Grupo de Edad

Grupo edad	Antecedentes Psiquiátricos				Total
	No	% No	Si	% Si	
Infancia	181	61,4%	114	38,6%	295
Adolescencia	1258	48,2%	1352	51,8%	2610
Joven	1939	44,9%	2382	55,1%	4321
Adulto	589	43,0%	782	57,0%	1371
Mayor	76	40,6%	111	59,4%	187

Nota. p-value 1.286853e-08

La tabla muestra que la proporción de antecedentes psiquiátricos aumenta progresivamente con la edad: desde un 38.6% en infancia hasta un 59.4% en adultos mayores. Resulta especialmente notable que, en adolescentes y jóvenes, más de la mitad de los casos ya presentan trastornos mentales (51.8% y 55.1%, respectivamente), lo que evidencia la urgencia de una detección y atención temprana. Estos datos subrayan la necesidad de un seguimiento continuo y adaptado a cada etapa del ciclo vital, de modo que se puedan implementar intervenciones oportunas que aborden los factores de riesgo y fortalezcan la salud mental, contribuyendo así a la prevención de intentos de suicidio en todas las edades.

Asociación entre Estado Civil y Consumo de Sustancias

Tabla 7

Consumo de Sustancias por Estado Civil

Estado civil	Consumo de sustancias				
	No	% No	Si	% Si	Total
Casado	731	89,1%	89	10,9%	820
Separado	197	80,7%	47	19,3%	244
Soltero	5285	79,9%	1332	20,1%	6617
Unión libre	812	81,3%	187	18,7%	999
Viudo	87	83,7%	17	16,3%	104

Nota. p-value 2.304600e-08

La tabla evidencia que el consumo de sustancias es más frecuente entre solteros (20.1%) y separados (19.3%), en comparación con las personas casadas (10.9%), en unión libre (18.7%) o viudas (16.3%). Esto sugiere que la falta de una pareja estable, o el estrés inherente a la separación, puede vincularse con un incremento en el uso de sustancias. Por otro lado, el menor consumo en quienes están casados podría indicar que la convivencia estable y el apoyo emocional podrían ejercer un efecto protector. Estas diferencias resaltan la importancia de abordar factores relacionales en el diseño de intervenciones de salud mental, especialmente enfocadas en el manejo del estrés y el fortalecimiento de redes de apoyo para las personas solteras o separadas.

Conclusión de los Factores de Riesgo Identificados

Los resultados del análisis evidencian que los factores de riesgo para los intentos de suicidio en Medellín abarcan tanto elementos individuales como contextuales. Por un lado, las variables demográficas muestran que la edad (particularmente la adolescencia y la adultez joven)

y el sexo (con más intentos en mujeres, pero métodos más letales en hombres) condicionan la forma en que se manifiesta el riesgo. Asimismo, los antecedentes psiquiátricos y el consumo de sustancias se destacan como catalizadores de la conducta suicida, con cerca de la mitad de los casos reportando algún trastorno mental y una mayor incidencia de consumo de sustancias en hombres. En el ámbito psicosocial, factores como los problemas de pareja, la ausencia de apoyo emocional (por ejemplo, en solteros y separados) y el nivel de escolaridad bajo se asocian fuertemente con las tentativas. La intoxicación predomina como método de intento en la mayoría de los grupos, especialmente en jóvenes y adolescentes, mientras que en adultos mayores se observa un aumento de métodos más letales.

Paralelamente, la situación socioeconómica (estratos 1, 2 y 3) y el entorno urbano (cabecera municipal) resaltan la influencia de la desigualdad y el estrés urbano como escenarios de mayor vulnerabilidad. Los registros en estratos altos reflejan, por otro lado, una mayor detección de trastornos mentales, probablemente debido a un mejor acceso a servicios de salud y menor subregistro. En conjunto, estos hallazgos subrayan la necesidad de intervenciones integrales que contemplen la diversidad de factores asociados al riesgo de suicidio: desde la provisión de servicios de salud mental y la educación en resolución de conflictos de pareja, hasta la protección de grupos en edades críticas, la regulación del acceso a sustancias y la atención a condiciones socioeconómicas adversas. Con ello, se busca maximizar la efectividad de las estrategias de prevención e impactar positivamente en la salud pública de Medellín.

Desarrollo e Implementación del Modelo Predictivo

Preparación de los Datos y Selección de Variables

Para llevar a cabo la etapa de modelado predictivo, se utilizó el conjunto de datos proveniente de SIVIGILA (con los 8,784 registros), el cual fue sometido a un proceso de limpieza y transformación descrito previamente. En esta fase, se aplicaron los siguientes pasos:

- Carga de datos: Se importaron los registros desde un archivo en formato csv
- Eliminación de columnas irrelevantes: Se descartaron columnas que no aportaban valor analítico (p. ej., variables con alto nivel de datos faltantes o consideradas fuera del alcance de la investigación, como año y Etnia).
- Transformación de la variable edad: Se recategorizó en rangos (0-18, 18-30, 30-50, 50-70, 70-100) para capturar de manera más efectiva las diferencias entre grupos etarios.
- Codificación de variables categóricas: Se aplicó la técnica One-Hot Encoding, creando variables indicadoras (dummy) para cada categoría, evitando la multicolinealidad al omitir la categoría de referencia (`drop_first=True`).
- Definición de variables
- Variable dependiente (y): `Intentos_previos`, que indica si un individuo ha tenido intentos previos de suicidio (0 = No, 1 = Sí).
- Variables independientes (X): El resto de las columnas codificadas, incluyendo aspectos sociodemográficos, clínicos y psicosociales.

Finalmente, se confirmó que tanto las columnas del conjunto "X" (variables predictoras) como la variable objetivo "Y" estuvieran correctamente transformadas a formato numérico, garantizando la compatibilidad con los algoritmos del modelo predictivo

En el diseño del modelo se busca predecir la probabilidad de reincidencia en intentos de suicidio, motivo por el cual se define la variable *Intentos_previos* (43.12% de los casos con respuesta “Sí”) como objetivo. Aunque la base de datos incluye también la variable *intentos* (número total de intentos anteriores), se ha decidido no utilizarla para evitar un sesgo directo: si $intentos > 0$, entonces *Intentos_previos* sería “Sí” de manera trivial, impidiendo que el modelo identifique patrones basados en otros factores relevantes (edad, antecedentes psiquiátricos, método, etc.). De esta forma, el modelo se sustenta en un enfoque más amplio y realista, centrado en las características demográficas, clínicas y psicosociales que permiten anticipar el riesgo de reincidencia incluso cuando no se cuenta con el recuento exacto de intentos previos. Así, se fortalece la capacidad de generalización y la utilidad práctica de la herramienta, en línea con la meta de optimizar la asignación de recursos de salud mental y prevenir nuevos episodios de conducta suicida.

División del Conjunto de Datos

El conjunto de datos final se dividió en dos subconjuntos, destinando el 70% de los registros para entrenamiento (X_{train} , y_{train}) y 30% para prueba (X_{test} , y_{test}). Para esta división, se utilizó la opción `stratify=y` para garantizar asegurar que la proporción de las clases en la variable dependiente de la clase (Intentos previos) se mantuviera estable en ambos subconjuntos. Esta estratificación asegura que ambas clases (individuos con y sin intentos previos de suicidio) estén proporcionalmente representadas, lo que evita sesgos en los subconjuntos y contribuye a una evaluación más fiable y representativa del modelo. Este enfoque es clave para garantizar que las métricas de evaluación, como la precisión, sensibilidad y AUC-ROC, reflejen adecuadamente el desempeño del modelo al aplicarlo a nuevos datos.

Entrenamiento del Modelo Random Forest

En esta fase del modelado, se seleccionó el algoritmo Random Forest, ~~un algoritmo~~ una técnica de ensamble basado en múltiples árboles de decisión. ~~múltiples~~, Este modelo fue elegido debido a su robustez frente al ruido, su capacidad para manejar interacciones complejas entre variables y su eficacia en problemas de clasificación. Además, Random Forest minimiza el riesgo de sobreajuste al promediar los resultados de múltiples árboles.

El entrenamiento del modelo se llevó a cabo con los siguientes parámetros básicos:

- `n_estimators=100`: Define el número de árboles en el bosque, garantizando un balance entre precisión y eficiencia computacional.
- `max_depth=5`: Establece la profundidad máxima de los árboles para limitar la complejidad y evitar el sobreajuste.
- `random_state=42`: Asegura la reproducibilidad de los resultados, manteniendo consistencia en las ejecuciones.
- `n_jobs= 1`: Permite la utilización de todos los núcleos del procesador, optimizando el tiempo de entrenamiento.

Evaluación del Modelo

Métrica ROC-AUC. Para evaluar la capacidad discriminativa del modelo, se calcularon las probabilidades de pertenecía a la clase positiva (`y_proba`). Estas probabilidades permitieron construir la curva ROC (Receiver Operating Characteristic), que muestra el balance entre la tasa de verdaderos positivos (sensibilidad) y la tasa de falsos positivos a distintos umbrales de decisión.

El área bajo la curva ROC (ROC-AUC) obtenida fue de 0.914, indicando un alto poder de discriminación del modelo para diferenciar entre individuos con y sin intentos previos de

suicidio. Este valor, cercano a 1, sugiere que el modelo es efectivo en predecir correctamente la clase positiva, minimizando errores tanto de falsos positivos como de falsos negativos. Este resultado resalta la solidez del modelo y su potencial utilidad práctica, al ofrecer predicciones confiables que pueden respaldar decisiones informadas en la prevención de reincidencia de intentos de suicidio.

Reporte de Clasificación. Para evaluar con mayor detalle el desempeño del modelo en la clasificación de clases negativas (0: No Intentos Previos) y positivas (1: Intentos Previos), se utilizó el classification report de scikit-learn, obteniéndose los siguientes resultados

Tabla 8

Reporte de Clasificación

Clase	Precision	Recall	F1-score	Soporte
0 (No Intentos)	0.894437	0.836558	0.864529	1499
1 (Intentos)	0.801459	0.869833	0.834247	1137
accuracy	0.850910	0.850910	0.850910	0.850910
macro avg	0.847948	0.853195	0.849388	2636
weighted avg	0.854332	0.850910	0.851468	2636

Análisis de resultados

- Precisión global (accuracy): El modelo alcanza un desempeño general del 85.1%, lo que refleja una buena capacidad para clasificar correctamente los casos.
- Clase 0 (No Intentos): Se observa una precisión de 0.894 y un recall de 0.837, indicando que el modelo identifica correctamente la mayoría de los casos negativos, aunque algunos falsos negativos aún están presentes.
- Clase 1 (Intentos): La precisión de 0.801 y el recall de 0.870 muestran un buen desempeño en la identificación de casos positivos, aunque algunos falsos positivos se producen.

Estos resultados reflejan un buen equilibrio en el desempeño del modelo entre ambas clases, destacando su capacidad para identificar tanto individuos con intentos previos de suicidio como aquellos sin ellos. Sin embargo, las métricas también sugieren áreas de mejora, particularmente en la reducción de falsos positivos y negativos, lo que podría abordarse mediante ajustes adicionales en los hiperparámetros o técnicas de optimización.

En general, el modelo muestra un desempeño satisfactorio para la tarea de clasificación, logrando un balance adecuado entre las métricas clave y ofreciendo una herramienta confiable para la predicción de intentos previos de suicidio.

Matriz de Confusión. La siguiente matriz de confusión refleja de manera directa cuántos casos fueron clasificados correctamente y cuántos erróneamente

Tabla 9

Matriz de Confusión

Intentos previos	Predicción No Intentos	Predicción Intentos
No Intentos	1254	245
Intentos	148	989

- De 1,499 individuos reales sin intentos previos, 1,254 fueron clasificados correctamente y 245 se etiquetaron como “Intentos”.
- De 1,137 individuos con intentos previos, 989 se clasificaron correctamente y 148 se etiquetaron como “No Intentos”

Esto implica que alrededor del 16% de los casos negativos y el 13% de los positivos son mal clasificados. Aun así, la tasa de aciertos global se mantiene en torno al 85%, acorde con la métrica de exactitud (accuracy) reportada.

Interpretación y Conclusiones del Modelo

Capacidad discriminatoria: Con un ROC-AUC de *0.914*, el modelo *Random Forest* muestra una habilidad sólida para distinguir entre individuos con y sin intentos previos.

Desempeño global: La exactitud (85.1%) y los valores de *precision* y *recall* para ambas clases indican que el modelo se comporta de manera equilibrada. La clase “No Intentos” alcanza un *recall* de 0.84, mientras que la clase “Intentos” registra 0.87, lo que sugiere una buena detección de casos positivos sin castigar en exceso a los negativos.

Importancia clínica y práctica: La tasa de verdaderos positivos para la clase “Intentos” (0.87) es especialmente útil en el ámbito de la salud mental, ya que permite identificar a la mayoría de las personas con un historial de intentos previos, orientando estrategias de seguimiento y prevención más focalizadas.

Aplicabilidad en Salud Pública: Este modelo constituye una herramienta que puede guiar a los profesionales de la salud y a las autoridades para intervenir de manera más precisa. El objetivo es priorizar la asignación de recursos y el monitoreo clínico de aquellos con mayor riesgo de reincidencia en intentos de suicidio.

En conclusión, la implementación del *Random Forest* y la obtención de métricas favorables (ROC-AUC = 0.914) respaldan la hipótesis de que un enfoque predictivo fundamentado en datos demográficos, clínicos y psicosociales logra identificar, con alta exactitud, la probabilidad de que una persona haya tenido intentos previos de suicidio. Estos hallazgos resultan valiosos para la vigilancia epidemiológica y la formulación de intervenciones tempranas en salud mental, con miras a prevenir nuevos episodios de conducta suicida en el distrito de Medellín.

Conclusión General

Identificar los factores de riesgo que inciden en la recurrencia de los intentos de suicidio en Medellín, con base en el análisis estadístico de características demográficas, socioeconómicas, clínicas y psicosociales.

Implementar un modelo de predicción (Random Forest) que, tras su validación retrospectiva, demuestra una capacidad discriminadora sólida (ROC-AUC de 0.914) para distinguir casos con y sin intento previo de suicidio.

Evaluar la efectividad del modelo a través de métricas de desempeño (precisión, *recall*, F1-score), confirmando su aplicabilidad en la identificación de individuos con alto riesgo de reincidencia.

De esta forma, el estudio aporta un marco analítico y una herramienta predictiva que pueden contribuir a fortalecer las estrategias de salud pública orientadas a la prevención del suicidio.

Referencias

- Artieda Urrutia, P. (2017). *Características sociodemográficas, clínicas y psicométricas de una población de individuos que intentan el suicidio* [Tesis doctoral]. Dialnet.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=136276>
- Arunpongpaisal, S., Assanangkornchai, S., & Chongsuvivatwong, V. (2024).
 Developing a risk prediction model for death at first suicide attempt: Identifying risk factors from Thailand's national suicide surveillance system data. *PLoS ONE*, *19*(4), e0297904. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0297904>
- Belsher, B. E., Smolenski, D. J., Pruitt, L. D., Bush, N. E., Beech, E. H., Workman, D. E., Morgan, R. L., Evatt, D. P., Tucker, J., & Skopp, N. A. (2019). Prediction models for suicide attempts and deaths: A systematic review and simulation. *JAMA Psychiatry*, *76*(6), 642–651. <https://doi.org/10.1001/jamapsychiatry.2019.0174>
- Benavides-Mora, V. K., Villota-Melo, N. G., & Villalobos-Galvis, F. H. (2019). Conducta suicida en Colombia: Una revisión sistemática. *Revista de Psicopatología y Psicología Clínica*, *24*(3), 181–195. <https://doi.org/10.5944/rppc.24251>
- Castro Moreno, L. S., Fuertes Valencia, L. F., Pacheco García, O. E., & Muñoz Lozada, C. M. (2023). Factores de riesgo relacionados con intento de suicidio como predictores de suicidio, Colombia 2016-2017. *Revista Colombiana de Psiquiatría*, *52*(3), 176–184.
<https://doi.org/10.1016/j.rcp.2021.03.002>
- Cuesta, M. O. M. B., Parra, C. J. A. C., Orozco, D. M. Z. M., & Pérez, C. Ó. A. M. (2015). Ideación suicida y factores asociados en jóvenes universitarios de la ciudad de Medellín. *Revista Archivo Médico de Camagüey*, *19*(5). http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=s1025-02552015000500006&script=sci_arttext

- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2022). *Estadísticas vitales (EEVV)*.
https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/pre_estadisticasvitalas_IIItrim_2022pr.pdf
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2023). *Estadísticas vitales nacimientos y defunciones*. <https://www.dane.gov.co/files/operaciones/EEVV/pres-EEVV-ITrim2023.pdf>
- Ehtemam, H., Sadeghi Esfahlani, S., Sanaei, A., Ghaemi, M. M., Hajesmaeel-Gohari, S., Rahimisadegh, R., ... & Shirvani, H. (2024). Role of machine learning algorithms in suicide risk prediction: A systematic review-meta analysis of clinical studies. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 24(1), 138.
- González, O. U. R., Montes, J. F. C., Padilla, B. V. C., Ornelas, D. P. G., & Aceves, L. A. V. (2020). Modelo explicativo y predictivo de la ideación suicida en una muestra de bachilleres mexicanos. *Psicología Desde el Caribe*, 36(1), 82–100.
<https://doi.org/10.14482/psdc.36.1.378.2>
- Guarín, C. V., Mena, A. D. B., Osorio, D. F., & Barrera, O. B. (2022). Comportamiento y distribución del suicidio en la ciudad de Medellín durante el periodo 2015-2019. *Revista Española de Medicina Legal*, 48(2), 60–65. <https://doi.org/10.1016/j.reml.2021.09.002>
- Hernández, J. C. R., Guerrero, J. F. C., Bahamón, Y. M., & Ramos, M. E. B. (2023). Análisis espacial del comportamiento del intento de suicidio de casos notificados en Cali y Medellín, Colombia, 2021. <https://doi.org/10.33610/01229907.2022v4n2a3>
- Huertas Lancheros, A. C., Zubieta Ortiz, I., Bernal López, J., Durán Rojas, L., Suarez Vargas, C., Valencia Gutiérrez, M., Serna Botero, S., Zúniga Avirama, E., Reyes Sánchez, L., &

Marroquín García, X. (2023). *El suicidio en Colombia: Factores diferenciales entre mujeres y hombres* [Boletín]. Observatorio Colombiano de las Mujeres.

https://observatoriomujeres.gov.co/archivos/Publicaciones/Publicacion_311.pdf

Instituto Nacional de Salud. (2014). *Protocolo de vigilancia del intento de suicidio*.

<https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/IA/INS/protocolo-vigilancia-intento-suicidio.pdf>

Instituto Nacional de Salud. (2022). *Informe de evento: Intento de suicidio*.

<https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informesdeevento/INTENTO%20DE%20SUICIDIO%20INFORME%202021.pdf>

Instituto Nacional de Salud. (2023). *Informe de evento primer semestre: Intento de suicidio*.

<https://www.ins.gov.co/buscador-eventos/Informesdeevento/INTENTO%20DE%20SUICIDIO%20PRIMER%20SEMESTRE%202023.pdf>

Lim, J. S., Yang, C. M., Baek, J. W., Lee, S. Y., & Kim, B. N. (2022). Prediction models for suicide attempts among adolescents using machine learning techniques. *Clinical Psychopharmacology and Neuroscience*, 20(4), 609–620.

<https://doi.org/10.9758/cpn.2022.20.4.609>

Medellín Cómo Vamos. (2020). *Pobreza y desigualdad: Informe de calidad de vida de Medellín, 2020*. <https://www.medellincomovamos.org/system/files/2021-09/docprivados/Pobreza%20y%20desigualdad%20Informe%20de%20Calidad%20de%20Vida%20de%20Medell%C3%ADn%2C%202020.pdf>

Paniagua, R. E., González, C. M., & Rueda, S. M. (2014). Orientación al suicidio en adolescentes en una zona de Medellín, Colombia.

http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-386X2014000300006&script=sci_arttext

Solis-Espinoza, M., Díaz, J. M. M., & Arévalo, R. V. (2023). Modelo de riesgo suicida basado en la teoría interpersonal del suicidio: Evidencia en tres regiones de México.

Interacciones, 9, e284. <https://doi.org/10.24016/2023.v9.284>

Toro, R., González, C., Mejía-Vélez, S., & Avendaño-Prieto, B. (2021). Cross-cultural suicide risk model: Evidence of predictive capacity in two Latin American countries. *Ansiedad y Estrés*, 27(2–3), 112–118. <https://doi.org/10.5093/anyes2021a15>

World Health Organization. (2014). *Preventing suicide: A global imperative*.

https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/131056/9789241564779_eng.pdf?sequence=1