|  |  |
| --- | --- |
| **Análisis de la Influencia de Factores Demográficos y Sociales en la Salud Mental de Diferentes Grupos Poblacionales** | |
|  | |
| Imagen que contiene Logotipo  Descripción generada automáticamente | **Nombre Estudiante**  MU Ingeniería Computacional y Matemática  Área de Inteligencia Artificial  **Nombre Tutor/a de TF**  Dr. Antonio Sarasa  **Profesor/a responsable de la asignatura**  Juan Andrés Girón Caballero  **Fecha Entrega**  **Firma del director autorizando la entrega final del TFM:** |

# Introducción

# Contexto y justificación del trabajo

La salud mental constituye uno de los pilares fundamentales para el bienestar integral de las personas y las sociedades. No obstante, la magnitud real de los trastornos mentales a nivel global, especialmente la ansiedad y la depresión, continúa siendo subestimada, en gran parte debido al estigma social, la falta de acceso a servicios especializados y la ausencia de sistemas eficientes de detección temprana. Según estimaciones de la Organización Mundial de la Salud (OMS), más de 280 millones de personas en el mundo sufren depresión y los trastornos de ansiedad afectan a más de 260 millones; cifras que han aumentado significativamente tras la pandemia de COVID-19.

Esta realidad evidencia la urgencia de crear herramientas innovadoras que permitan detectar, comprender y abordar estos problemas de manera más proactiva y personalizada. La identificación temprana de personas en riesgo es esencial para mejorar los resultados en salud mental, reducir el impacto socioeconómico de estos trastornos y orientar mejor los recursos de prevención y atención.

En este contexto, la aplicación de técnicas de ciencia de datos, estadística avanzada e inteligencia artificial (IA) abre nuevas posibilidades para el análisis y la predicción de la salud mental en grandes poblaciones. Los enfoques tradicionales, centrados en análisis clínicos individuales o autoinformes, presentan limitaciones para abordar el fenómeno desde una perspectiva poblacional y contextual. Gracias a la disponibilidad de bases de datos globales y encuestas masivas, como el Wellcome Global Monitor, es posible integrar factores demográficos, sociales, económicos y contextuales para construir modelos predictivos más sólidos y representativos de la realidad.

La motivación central de este trabajo radica en desarrollar y evaluar modelos que, apoyados en estas fuentes de datos y en metodologías de aprendizaje automático, sean capaces de identificar patrones de riesgo y grupos vulnerables de manera automatizada y explicable. En línea con la literatura y los principios de la salud pública, se prioriza la sensibilidad del modelo (recall) para la clase positiva (ansiedad/depresión), aceptando conscientemente una menor precisión a fin de minimizar el subdiagnóstico y maximizar la cobertura de los potenciales casos en riesgo. Esta aproximación ética y estratégica se justifica en que, para los sistemas de prevención y cribado, es preferible asumir un mayor número de falsos positivos que perder la oportunidad de intervenir precozmente en personas realmente afectadas.

Asimismo, el trabajo se apoya en la experiencia personal y profesional del autor, así como en una visión de ingeniería orientada a la resolución de problemas sociales complejos. A través de la integración de diversas fuentes de datos, la aplicación de técnicas avanzadas de preprocesamiento y el desarrollo de modelos interpretables, se busca contribuir no solo al conocimiento científico, sino también a la creación de herramientas útiles y transferibles para la planificación de políticas públicas y el diseño de intervenciones efectivas en salud mental.

En síntesis, este estudio se sitúa en la intersección de la computación, la salud pública y la ética social, respondiendo a la necesidad de comprender y prevenir los problemas de salud mental a escala poblacional, con un enfoque innovador, práctico y alineado con los Objetivos de Desarrollo Sostenible relacionados con la salud y el bienestar.

## Objetivos del trabajo

El objetivo general de este trabajo fue analizar la influencia de factores demográficos y sociales en la salud mental de diferentes grupos poblacionales, desarrollando modelos predictivos basados en técnicas de inteligencia artificial que permitieran identificar individuos en riesgo de ansiedad y depresión en contextos diversos.

## Objetivos específicos

Para alcanzar este objetivo general, se plantearon los siguientes objetivos específicos:

* **Preprocesar y limpiar los datos:** Realizar un exhaustivo tratamiento de los conjuntos de datos seleccionados, aplicando técnicas de limpieza, transformación, ingeniería de características y reducción de dimensionalidad, con el fin de garantizar la calidad y coherencia de la información utilizada.
* **Seleccionar y justificar las variables predictoras:** Elegir, a partir de la literatura científica y la disponibilidad en los conjuntos de datos, las variables demográficas, sociales y contextuales que mejor explicaran el riesgo de ansiedad o depresión, evitando aquellas que pudieran generar *leakage* o fueran consecuencia del propio trastorno.
* **Desarrollar y comparar modelos de clasificación:** Aplicar y comparar distintos algoritmos de aprendizaje automático (Random Forest, Regresión Logística, XGBoost), implementando estrategias de balanceo de clases (SMOTE) y ajuste de hiperparámetros para optimizar el rendimiento, especialmente la sensibilidad (*recall*) para la clase de interés.
* **Evaluar el rendimiento y la interpretabilidad de los modelos:** Utilizar métricas robustas como *recall*, precisión, F1-score y exactitud (*accuracy*), priorizando la sensibilidad en la clase de ansiedad/depresión, y aplicar técnicas de inteligencia artificial explicable (SHAP, LIME) para asegurar la transparencia y comprensión de las predicciones.
* **Identificar los factores de riesgo más relevantes:** Analizar la importancia relativa de las variables predictoras y extraer conclusiones útiles para la planificación de intervenciones de salud pública y la toma de decisiones informada.
* **Reflexionar sobre las limitaciones y proponer líneas de mejora:** Reconocer las limitaciones de los datos y de los modelos empleados, discutiendo posibles estrategias futuras para perfeccionar la predicción e incrementar el impacto social del trabajo.

## Impacto en sostenibilidad, ético-social y de diversidad

El presente trabajo, al explorar el uso de herramientas de inteligencia artificial en el ámbito de la salud mental, se vincula de manera significativa con varios Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) propuestos por la Agenda 2030 de las Naciones Unidas. La pandemia de COVID-19 supuso un punto de inflexión, visibilizando la fragilidad de los sistemas de salud mental, el aumento de los casos de ansiedad y depresión y la necesidad de repensar las estrategias de prevención, atención y acompañamiento en contextos de crisis. La experiencia personal y profesional adquirida durante este periodo, enfrentando desafíos tanto en el ámbito clínico como en el análisis de datos de salud, fortaleció la convicción sobre la importancia de desarrollar soluciones innovadoras, éticas y adaptadas a las realidades emergentes.

* **ODS 9: Industria, Innovación e Infraestructura**

La crisis sanitaria aceleró la digitalización y la búsqueda de soluciones tecnológicas en el sector salud. En este contexto, la aplicación de técnicas de inteligencia artificial y análisis de datos contribuyó al avance tecnológico y la innovación, facilitando el desarrollo de infraestructuras digitales más robustas y resilientes. El uso de modelos predictivos y análisis multivariados permitió mejorar el acceso a la información clínica y optimizar la toma de decisiones, especialmente en momentos de alta demanda y recursos limitados, como los vividos durante la pandemia. Esta transformación tecnológica resultó clave para atender a poblaciones afectadas por el aislamiento, la incertidumbre y el impacto emocional de la crisis.

* **ODS 16: Paz, Justicia e Instituciones Sólidas**

La pandemia puso a prueba la confianza en las instituciones y la transparencia de los sistemas de salud. La consideración ética en el manejo de datos y la claridad en las metodologías empleadas resultaron aún más relevantes en este contexto, siendo fundamentales para fortalecer la legitimidad institucional y la confianza social. El cumplimiento riguroso de regulaciones, la protección de la privacidad y la sensibilidad en el tratamiento de datos personales, junto con la interpretabilidad de los modelos desarrollados, promovieron instituciones más inclusivas, responsables y comprometidas con la rendición de cuentas ante la ciudadanía.

* **ODS 8: Trabajo Decente y Crecimiento Económico**  
  **ODS 10: Reducción de las Desigualdades**

El análisis de factores sociales y ambientales durante la pandemia puso en evidencia las brechas en el acceso y la calidad de la atención en salud mental, especialmente entre los grupos más vulnerables. La aplicación de inteligencia artificial facilitó la identificación de riesgos y necesidades emergentes, contribuyendo a orientar políticas públicas hacia una atención más equitativa y personalizada. Estas acciones permitieron reducir desigualdades, optimizar el uso de recursos y fortalecer el sector salud, promoviendo un entorno de trabajo más eficiente y sostenible. Asimismo, la crisis generó nuevas oportunidades de colaboración y crecimiento profesional para quienes, como el autor de este trabajo, participaron activamente en la adaptación de soluciones innovadoras frente a desafíos inéditos.

## Enfoque y método seguido

Para el desarrollo de este trabajo se empleó una metodología en cascada, estructurada en fases claramente definidas y ordenadas, que permitió implementar un modelo de *machine learning* orientado al análisis de datos en salud mental. Este enfoque facilitó una ejecución rigurosa, permitiendo avanzar de manera sistemática desde la concepción inicial hasta la obtención de resultados interpretables y útiles.

**Fase de Análisis:**

* **Identificación de datos:** Se seleccionaron las fuentes de información necesarias, empleando más de un conjunto de datos para contar con una base variada y sólida que enriqueciera el análisis.
* **Procesamiento de datos:** Se limpiaron los datos y se eligieron las variables más relevantes, aplicando técnicas de ingeniería de características y reducción de dimensiones para optimizar la calidad de la información.
* **Selección de modelos:** Se evaluaron distintos algoritmos de *clusterización* y clasificación, buscando aquellos que mejor se adaptaran a la naturaleza de los datos.
* **Modelos interpretables:** Se consideraron herramientas orientadas a la interpretabilidad, que permitieran comprender por qué el modelo producía determinadas predicciones, lo que facilitó la posterior adopción y validación por parte del personal médico.

**Fase de Diseño:**

* **Construcción del conjunto de datos final:** A partir de los datos procesados, se definió el conjunto de datos definitivo, estableciendo con precisión las variables de entrada (*features*) y la variable objetivo, para asegurar un desempeño óptimo del modelo.

**Fase de Implementación:**

* **Entrenamiento del modelo:** Se desarrollaron los scripts necesarios, se entrenaron los modelos seleccionados y se ajustaron los hiperparámetros, logrando así mejorar la precisión y el rendimiento de las predicciones.

**Fase de Verificación:**

* **Validación y pruebas:** Se evaluó el modelo empleando métricas de calidad (precisión, sensibilidad, etc.) con el fin de garantizar una adecuada generalización a nuevos datos.
* **Revisión de interpretabilidad:** Se comprobó que los resultados fueran comprensibles y útiles para los profesionales de la salud, asegurando así su aplicabilidad práctica.

En definitiva, el seguimiento de esta metodología en cascada me permitió abordar el proyecto de forma organizada y sistemática. Al transitar paso a paso por el análisis, el diseño, la implementación y la verificación, logré asegurar que el modelo resultante no solo cumpliera con los objetivos planteados, sino que también fuera capaz de adaptarse a circunstancias cambiantes. Esta experiencia representó una oportunidad valiosa para aportar una herramienta práctica y confiable al análisis de datos en salud mental, así como para consolidar y perfeccionar mis competencias en el uso de técnicas de inteligencia artificial en un contexto sensible y de gran impacto social.

Entregables e hitos

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Fase / Entregable** | **Inicio** | **Fin** |
| Definición del alcance y estructura del proyecto | 1/12/2024 | 6/12/2024 |
| **Entrega PAC1 (Plan de Trabajo)** | 8/12/2024 | 8/12/2024 |
| Selección y obtención del conjunto de datos | 9/12/2024 | 31/12/2024 |
| Preprocesamiento inicial de datos (limpieza, normalización) | 1/1/2025 | 20/01/2025 |
| Ingeniería de características y reducción de dimensionalidad | 21/01/2025 | 15/02/2025 |
| Primera implementación de modelos (clusterización y clasificación) | 16/02/2025 | 25/02/2025 |
| **Entrega PAC2 (Avance del trabajo, estado intermedio)** | 2/3/2025 | 2/3/2025 |
| Ajuste de hiperparámetros y entrenamiento avanzado de modelos | 3/3/2025 | 20/03/2025 |
| Evaluación de métricas y análisis preliminar de resultados | 21/03/2025 | 10/4/2025 |
| Preparación de documentación intermedia para reporte | 11/4/2025 | 24/04/2025 |
| **Entrega PAC3 (Resultados intermedios)** | 27/04/2025 | 27/04/2025 |
| Mejora de modelos, análisis de interpretabilidad y refuerzo de conclusiones | 28/04/2025 | 20/05/2025 |
| Redacción de la memoria final (incluyendo conclusiones y recomendaciones) | 21/05/2025 | 5/6/2025 |
| **Entrega PAC4 (Memoria Final)** | 11/6/2025 | 11/6/2025 |
| Preparación de la presentación virtual final | 12/6/2025 | 20/06/2025 |
| Defensa final (fecha por confirmar) | 21/06/2025 | 30/06/2025 |