

## Árbol de clasificación para la identificación de síntomas asociados a la depresión en estudiantes de una universidad pública

### Classification Tree for the Identification of Symptoms Associated with Depression in Students of a Public University

Francisco Antonio Amú Ruiz, David Alejandro Gonzalez Bustamante, Kevin Ortiz González, Karol Michelle Sandoval  
Universidad del Valle (Colombia)

**Resumen.** Introducción: la depresión, un trastorno común que afecta al 5% de la población mundial, ha experimentado un aumento debido a los efectos posteriores a la pandemia de COVID-19. Los estudiantes universitarios, especialmente afectados por el confinamiento durante la pandemia, experimentaron afectaciones en su emocionalidad, rendimiento académico e interacción social. Ya que los árboles de clasificación se han destacado en la predicción de estos eventos en diversos grupos poblacionales, el objetivo de este estudio fue crear una herramienta de identificación de síntomas depresivos basada en árboles de clasificación mediante *machine learning*. Metodología: se evaluaron 680 estudiantes universitarios antes y después de participar en un programa de ejercicio físico mediado por tecnología durante el segundo semestre de 2020. Se utilizaron los cuestionarios de Depresión de Beck-II y FANTÁSTICO para estilos de vida saludables, así como la herramienta *Functional Movement Screening* (FMS). La adherencia al programa se midió a través de la asistencia registrada. Un modelo de árbol de clasificación se desarrolló para predecir la depresión cuatro meses después de la evaluación inicial utilizando el paquete de software estadístico R. Resultados: el modelo de árbol de clasificación identificó el puntaje en la prueba de Beck-II inicial, bajo ánimo, la práctica de ejercicio y el puntaje inicial del test Fantástico como las variables predictoras más acertadas. El modelo demostró una sensibilidad del 0.83, una especificidad del 0.72 y una precisión (*accuracy*) del 0.72. Conclusiones: este modelo puede ser útil para anticipar el comportamiento de la depresión en estudiantes universitarios o como seguimiento para la sintomatología depresiva.

**Palabras clave:** Árbol de Clasificación, Beck-II, Sintomatología Depresiva, Ejercicio Físico, Estilos de vida.

**Abstract.** Introduction: Depression, a common disorder affecting 5% of the global population, has seen an increase due to the aftermath of the COVID-19 pandemic. University students, especially impacted by pandemic-related confinement, experienced disruptions in their emotional well-being, academic performance, and social interactions. Since classification trees have proven effective in predicting these events in various population groups, the objective of this study was to create a tool for identifying depressive symptoms based on classification trees through machine learning.

Methodology: 680 university students were assessed before and after participating in a technology-mediated physical exercise program during the second semester of 2020. The Beck's Depression Inventory (BDI-II) and FANTÁSTICO healthy lifestyle questionnaires were implemented, as well as the Functional Movement Screening (FMS) tool. Program adherence was measured through recorded attendance. A classification tree model was developed to predict depression four months after the initial assessment using the statistical software package R. Results: The classification tree model identified that the initial Beck-II test score, low mood, engagement in exercise, and the initial *Fantástico* checklist score are the most successful predictive variables. The model exhibited sensitivity of 0.83, specificity of 0.72, and accuracy of 0.72. Conclusions: This model can be valuable for anticipating depressive behavior in university students or for monitoring depressive symptomatology.

**Keywords:** Classification Tree; Beck-II; Depressive Symptomatology, Physical Exercise; Lifestyles.

---

Fecha recepción: 31-05-23. Fecha de aceptación: 30-11-23

Francisco Antonio Amú Ruiz

[francisco.amu@correounivalle.edu.co](mailto:francisco.amu@correounivalle.edu.co)

## Introducción

La depresión es una enfermedad común en todo el mundo, afectando aproximadamente a 280 millones de personas, lo que representa el 3,8% de la población. Los adultos y las personas mayores son particularmente vulnerables, con un 5% y un 5,7% afectados respectivamente (Institute for Health Metrics and Evaluation [IHME], 2023). Cuando la depresión es recurrente y moderada o grave puede ser un problema de salud complejo, causando sufrimiento y alterando la vida laboral, escolar y familiar. En los casos más graves puede conducir al suicidio, que es una de las principales causas de muerte entre las personas de 15 a 29 años (World Health Organization [WHO], 2023)

Los síntomas asociados a la depresión incluyen cambios en el apetito, el sueño, la motricidad, la fatiga y la pérdida de energía, así como problemas sociales, educativos y laborales. También puede haber sentimientos de culpa,

inutilidad, dificultad para concentrarse, problemas de toma de decisiones y pensamientos suicidas (Sadeghi et al., 2016). Los trastornos de depresión mayor son los más prevalentes entre los trastornos psiquiátricos, afectando alrededor del 17% de la población (Heft et al., 2017).

En Colombia, la depresión y la conducta suicida son las principales preocupaciones de salud mental, afectando aproximadamente al 5% de la población adulta; estos hallazgos se derivan de la Encuesta Nacional de Salud Mental de 2015 y de los estudios más recientes sobre el consumo de drogas entre escolares y universitarios en 2016 y 2019 (Ministerio de Salud y Protección Social de Colombia [Min Salud], 2023).

La pandemia del COVID-19 afectó significativamente la salud mental de la población mundial. Las medidas de confinamiento implementadas en Colombia el 17 de marzo de 2020 y extendidas con restricciones hasta finales de ese año, alteraron significativamente los patrones de

comportamiento, como la cantidad y calidad en el ejercicio físico, la alimentación y el tiempo en pantalla. Esto ha afectado especialmente a los estudiantes, en particular a los universitarios. Estudios han demostrado que el confinamiento ha tenido un impacto negativo en la salud mental y ha aumentado la prevalencia de la depresión y otros trastornos psiquiátricos (Ammar et al., 2020; Gallo et al., 2020).

En 2021, durante la pandemia, el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE) publicó un informe sobre la salud mental de los colombianos, basada en la Gran Encuesta Integrada de Hogares. Los resultados indican que las mujeres son el grupo poblacional más afectado, presentando sentimientos de soledad, estrés, preocupación o depresión como consecuencia de la pandemia. Además, se observa que la población de 55 años o más, reporta el mayor porcentaje de estos síntomas en comparación con los demás grupos etarios, seguido por la población de 25 a 54 años con un 28,2% y, en último lugar, la población de 10 a 24 años con un porcentaje de 16,4% (DANE, 2021).

Los modelos predictivos son herramientas que se usan como medida de detección del nivel primario de atención a comportamientos o futuros eventos depresivos. Según King et al. (2006) en atención primaria se puede predecir incluso la depresión severa desde su inicio por medio de un índice de riesgo de 10 factores; seis no modificables (edad, sexo, nivel educativo, antecedente personal de depresión, antecedentes de problemas psicológicos en familiares de primer grado y país) y cuatro modificables (falta de apoyo en el trabajo remunerado y no remunerado, peor percepción de salud física, peor percepción de salud mental, y percepción de discriminación), de igual forma esto se ha podido evidenciar, en una réplica de este estudio predictivo en población española (Bellón, et al., 2011).

Entre los factores modificables que presenta la depresión se destacan los hábitos como variables de una importancia considerable. En estudiantes universitarios (Aguilar-Sigueñas y Villareal-Zegarra, 2021) encontraron que tener un alto nivel de comunicación familiar es un factor protector, ya que su presencia produce menor probabilidad de presentar ideación suicida (RP=0.06; IC 95%: 0.01-0.3), para ambos  $p < 0.005$ . Por otra parte, existe una marcada prevalencia y asociación de la depresión y la ideación suicida con el tabaquismo, consumo de alcohol, peleas físicas, acoso escolar y cargas altas de estrés tanto vital como interpersonal (Londoño, Restrepo y Rojas, 2022; Mark, et al., 2013).

Además, a medida que las horas de comportamientos sedentarios se han visto aumentados; el estrés, la ansiedad y la depresión en estudiantes universitarios ha aumentado significativamente, independientemente del sexo, nivel económico, índice de masa corporal, enfermedad subyacente y autogestión de la salud (Lee & Kim, 2019).

Por esta razón, una estrategia para disminuir el grado de ansiedad y depresión puede ser promover y fomentar el desarrollo de ejercicio físico con mayor regularidad, que, aunque en algunos estudios no ha sido de importancia probabilística, puede influir para disminuir estragos

emocionales en los estudiantes (Alonso, J., Rosete y Alonso, A, 2018).

Los síntomas de la ansiedad y la depresión son predictores estadísticamente significativos del desarrollo de la ideación suicida en adultos (Baños-Chaparro, 2022). A menudo, los pacientes con comorbilidad psiquiátrica pueden no ser identificados fácilmente y muchos desconocen su diagnóstico. La ansiedad y la depresión; Las variables como la edad, la falta de apoyo en el hogar y un mayor nivel de estudios han sido variables predictoras eficaces para los trastornos de la ansiedad y la depresión. (González-Gutiérrez, et al., 2016). Según Aguilar-Sigueñas y Villareal-Zegarra (2021) el nivel moderado-grave de ansiedad aumenta más de cuatro veces la probabilidad de tener ideación suicida en comparación con aquellos sin ansiedad o niveles leves. Pertenecer al sexo femenino es un factor significativamente asociado con el intento de suicidio, ser alumno foráneo, irregular y proceder de escuela pública, son elementos con importante magnitud de asociación para depresión y ansiedad, ideas paranoides y psicoticismo (García, Sánchez, Luque y Herbert, 2021). También, ser estudiante migrante puede generar dificultades en la adaptación personal, convivencia, autoestima, entre otras variables propias de la condición estudiantil y que se relaciona predictivamente con estadios depresivos (Centeno, 2021).

La salud mental en estudiantes universitarios es una preocupación creciente a nivel mundial, con la ansiedad y la depresión siendo frecuentes y constituyendo uno de los principales motivos de consulta (Vinaccia y Ortega, 2021; Londoño, et al., 2015). Por lo tanto, es necesario recurrir a estrategias como el uso de herramientas de detección primaria como los estudios predictivos para evidenciar estos comportamientos y eventos depresivos y ayudar a disminuir el riesgo de un estado de salud física y emocional que ponga en peligro la vida del individuo.

Los alumnos universitarios que posean problemas psicológicos y/o psiquiátricos deberían ser identificados con oportunidad y facilidad debido a que un alto porcentaje de ellos no buscan ayuda profesional, colocándolos en desventaja académica y social (García et al., 2021).

Por esta razón, los árboles de clasificación se están considerando cada vez más útiles debido a que son una técnica estadística para la segmentación, la estratificación, la predicción, la reducción de datos, el filtrado de variables, la identificación de interacciones, la fusión de categorías y la discretización de variables continuas (Berlanga-Silvente, Rubio-Hurtado y Vilà, 2013). Esta técnica ha logrado ganar una popularidad muy relevante en años recientes, no solo por su fácil aplicación en distintos softwares sino también por su robustez, interpretación sencilla, la captura de relaciones entre las variables y la visual natural que generan los nodos (Molnar, 2022).

Así, el propósito de este estudio fue crear un Modelo de Árbol de clasificación como una herramienta de atención primaria que pueda detectar a aquellos estudiantes que se encuentran en un estado depresivo moderado o grave, a partir de un modelo de árbol de clasificación, el cual se

constituye dentro del Aprendizaje Automático, campo conocido de forma generalizada como Machine Learning y definido como un conjunto de técnicas que utilizan de la estadística para encontrar patrones en los datos y aprender de ellos (Maisueche y Sanz, 2019), de manera que este modelo se puede componer por variables tan diversas como el estilo de vida saludable, la emocionalidad y la adherencia al ejercicio físico.

## Métodos

### Diseño

Estudio Cuasiexperimental con prueba y posprueba que creó un modelo de árbol de clasificación a partir de la evaluación inicial y final en un programa de ejercicio físico sobre los aspectos emocionales, motrices y de estilos de vida, también, se consideraron los efectos de esta intervención que se realizó en un solo grupo de estudiantes de pregrado pertenecientes a diferentes programas académicos de una universidad colombiana, matriculados a la asignatura Deporte Formativo. En la primera evaluación se tuvieron 1059 estudiantes, después de aplicar el programa de intervención la muestra fue de 680 estudiantes que culminaron ambas pruebas (44,9% hombres y 55,1% mujeres).

### Instrumentos

#### Inventario de Depresión de Beck-II

El Inventario de Depresión de Beck-II (Beck Depression Inventory, BDI) (Beck, Steer & Brown, 1996) es un cuestionario tipo Likert autoadministrado que consta de 21 ítems, el cual evalúa síntomas depresivos en una persona. La prueba tiene 21 preguntas que fueron contestadas por medio de un formulario de Google, estas se presentan de menor a mayor nivel de criticidad y permiten evaluar la gravedad e intensidad del síntoma siendo cero el síntoma ausente y tres el síntoma severo. El puntaje total se da de la sumatoria de las 21 preguntas; la máxima puntuación 63 y la mínima es 0; es importante precisar que el objetivo de la evaluación es determinar síntomas asociados a la depresión y no un diagnóstico clínico. Altas puntuaciones indican depresión severa, y en personas no clínicas, un valor por encima de 20 indica depresión. Las escalas de depresión son: 0-13 depresión mínima; 14-19 depresión leve; 20-28 depresión moderada y 29-63 depresión severa. Entre las propiedades psicométricas, la prueba cuenta con buena consistencia interna (alfa de Cronbach 0,76 – 0,95) y la fiabilidad de la prueba oscila alrededor de  $r = 0,8$ . Desde la validez muestra una correlación variable con otras escalas (Hamilton Depresión Rating Scale (HDRS), Sheehan Disability Scale (SDS), Montgomery-Åsberg Depression Rating Scale (MADRS)). Algunos estudios se han centrado en determinar las propiedades psicométricas del inventario de depresión de Beck como la investigación realizada por Beltrán, Freyre, y Hernández-Guzmán, (2012) en universitarios de Lima, utilizando cuatro técnicas de análisis factorial para identificar la consistencia interna, la validez de contenido y la validez de constructo llegando a concluir que el

inventario cuenta con consistencia interna (alfa de Cronbach) y una confiabilidad elevada, además de adecuadas propiedades psicométricas (Sanz y Vásquez, 1998).

#### Cuestionario Fantástico

Este cuestionario tipo Likert se desarrolló en un formulario de Google con la finalidad de evaluar los estilos de vida de la población de una manera multidimensional (factores físicos, psicológicos y sociales se evalúan), pero de una forma rápida y sencilla; cuenta con 25 preguntas con tres opciones de respuesta con valor numérico de cero a dos para cada categoría y se califican por medio de una escala tipo Likert, con una calificación de 0 a 100 puntos, cinco niveles de calificación estratifican el comportamiento según el estilo de vida: (<39 puntos= existe peligro, 40 a 59 puntos = malo, 60 a 69 puntos = regular, 70 a 84 puntos = bueno, 85 a 100 puntos = excelente). Cuanto menor sea la puntuación, mayor es la necesidad de cambio en los estilos de vida (Wilson & Ciliska, 1984). En el estudio realizado por Ramírez-Vélez y Agredo (2012) encontraron que los 25 ítems y los agrupados en los 10 dominios, superaron el estándar propuesto de fiabilidad ( $\alpha$  de Cronbach) mayor a 0,50 y 0,73, respectivamente. Además, se determinaron correlaciones interescales buenas y aceptables, en las diferentes categorías del cuestionario Fantástico (total vs. dominios), ( $r = 0,19-0,79$   $p < 0,01$ ).

#### Cribado FMS

El Funcional Moviment Screen (FMS) se plantea inicialmente como un examen exploratorio para evaluar el componente motriz de los individuos sometidos a la prueba, que consta de un total de siete ítems validados (Deep Squat (sentadilla profunda), Hurdle Step (obstáculo de paso), Inline Lunge (tijera), Shoulder Mobility (movilidad de hombros), Active Straight-Leg Raise (elevación activa de la pierna en extensión), Trunk Stability Pushup (estabilidad de tronco Push-up) y Rotatory Stability (estabilidad rotacional). Este test tiene como finalidad medir la calidad del movimiento funcional. Esta evaluación asigna un valor numérico a la ejecución del ejercicio, donde "0" indica la presencia de dolor al realizar el patrón de movimiento, "1" denota la incapacidad del sujeto para completar el ejercicio, "2" señala que el sujeto ejecuta el ejercicio con cierta compensación, y "3" se utiliza cuando el sujeto ejecuta los patrones de movimiento sin ninguna compensación. El puntaje total se sitúa en un rango de cero (0) a veintiuno (21) y se centra en la detección de asimetrías o desequilibrios, sin perseguir necesariamente puntuaciones perfectas en los sujetos evaluados. A nivel poblacional, el riesgo de lesiones se clasifica según los parámetros del FMS: un mayor riesgo de lesión se asocia con una puntuación inferior a 14 en la prueba, mientras que un menor riesgo de lesión se relaciona con una puntuación igual o superior a 14 (Cook, et al., 2014) debido a que se han demostrado que es posible abordar los desequilibrios funcionales una vez identificados, con el objetivo de reducir el riesgo de lesiones en individuos que obtienen una puntuación menor a 14 puntos (Peate, et al., 2007).

El cribado FMS, utilizado para la evaluación de la movilidad articular y funcional de los estudiantes, fue evaluado por educadores físicos capacitados para realizar esta evaluación de manera virtual previamente, estos evaluaron un total de 659 estudiantes, cada uno de los cuales realizó también los cuestionarios Beck-II y Fantástico en los dos momentos temporales con el fin de incluir la calidad de movimiento funcional como una variable importante en el estilo de vida.

### Procedimientos

Estos cuestionarios y evaluaciones fueron suministrados por profesores encargados de la asignatura de deporte formativo, la cual se dicta en pregrado para todos los programas académicos de la universidad con sus respectivos grupos y en las franjas horarias elegidas por los estudiantes. Este programa tuvo como base la misma intervención de ejercicio físico (gráfico 1) con una frecuencia de una sesión

semanal y un volumen de dos horas durante el semestre académico 2020-II. Todos los profesores fueron capacitados en manejo de formularios de Google y en plataformas digitales para dictar las clases de la asignatura.

Todas las pruebas y sesiones de entrenamiento se llevaron a cabo de manera virtual (sincrónica). Además, se recolectó información de variables sociodemográficas (género, edad, estrato socioeconómico, raza y zona geográfica), con la guía de los docentes y apoyo de algunos miembros de sus hogares cada estudiante proporcionó medidas antropométricas (estatura, masa corporal, perímetro de cintura), también, se recopiló información de variables clínicas o relacionadas a condiciones propias del estudiante (comorbilidad, enfermedades diagnosticadas, discapacidad, uso de medicamentos, embarazo y otras patologías) y de adherencia al programa (asistencia), en dos momentos definidos: al inicio del programa y al final del mismo (semanas 1 y 16 respectivamente).

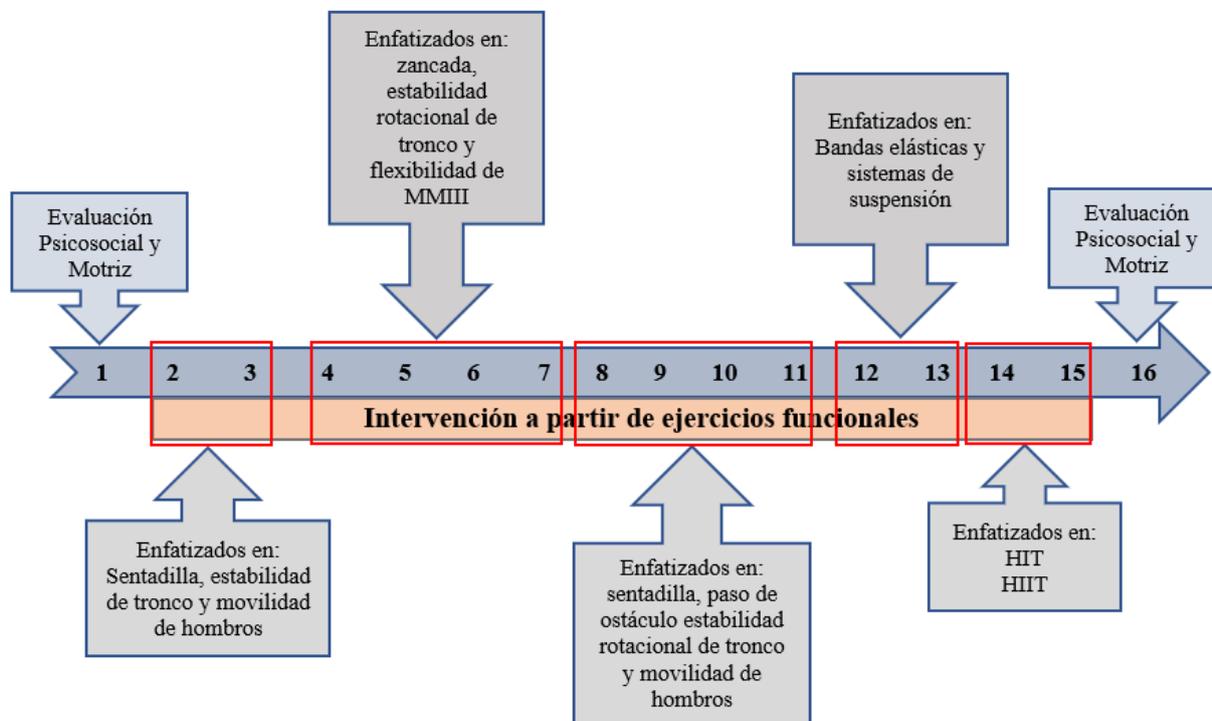


Figura 1. Descripción del programa de ejercicios físicos aplicado en las 16 semanas.

### Plan de Análisis

En primera instancia, fue realizado un análisis descriptivo de las variables sociodemográficas de estudio, las cuales se resumieron a través de frecuencias absolutas y porcentuales, en caso de tratarse de variables de tipo cualitativo o mediante medidas de tendencia central, estadísticos de posición y de dispersión, en caso de que las variables fueran cuantitativas.

Con la finalidad de determinar el efecto del programa se realizó inicialmente la prueba del tamaño del efecto de Cohen y, de forma subsecuente una serie de pruebas de hipótesis para todos los cuestionarios, con el propósito de identificar las diferencias obtenidas al inicio y al final del programa de Deporte Formativo en los estudiantes matriculados y, finalmente, se elaboró un modelo de árbol de

clasificación para el pronóstico del estado de depresión de un futuro estudiante matriculado en la asignatura. Para el desarrollo de las pruebas de hipótesis, se evaluó en primer lugar el supuesto de normalidad a través de la prueba de Shapiro-Wilk, que de acuerdo con Zuluaga et al. (2013) resulta ser una de las pruebas más potentes, ya que al ser comparada con otras pruebas de normalidad como la Kolmogorov Smirnov, la Jarque Bera y la Anderson Darling presenta una potencia igual o superior en presencia de tamaños de muestra muy pequeños y cuya potencia incrementa de forma proporcional con el tamaño de muestra; a raíz del no cumplimiento de este supuesto, se recurrió a técnicas estadísticas no paramétricas, como la prueba de rangos con signo de Wilcoxon y el coeficiente de

correlación de Spearman en el caso de los cuestionarios Beck-II y Fantástico, mientras que para la observación de los cambios en el cribaje del cuestionario FMS se hizo uso de la prueba de McNemar.

El análisis de los datos se realizó con el software RStudio en su versión 4.0.4., considerando en las pruebas de hipótesis un nivel de confianza del 95%, ante lo cual las premisas de investigación se consideraron significativas en caso de obtener un valor-p menor a 0.05.

### **Modelo de Clasificación con árboles de Decisión (MCAD)**

El árbol de clasificación es una técnica de aprendizaje automático utilizada para predecir una variable cualitativa (categórica); esta técnica a diferencia de modelos estadísticos más clásicos no genera coeficientes para cada variable predictora, sino que funciona a través reglas obtenidas a partir de las características de los datos (Rojo, 2006). Estas reglas se presentan en forma de árbol, en el cual cada nodo hace alusión a una regla basada en una característica del conjunto de datos y cada hoja hace alusión a una predicción de la variable de respuesta. El objetivo de este algoritmo es dividir el conjunto de datos inicial en subconjuntos más pequeños, de tal forma que haya una reducción de la incertidumbre en cada nodo y, para lograr esta división, se hizo uso del índice de Gini, una métrica utilizada para medir la impureza del conjunto de datos (Tangirala, 2020)

### **Consideraciones éticas**

Este estudio se realizó siguiendo el principio de que la investigación en humanos sólo se justifica si existen posibilidades razonables de que la población, sobre la que la investigación se realiza, podrá beneficiarse de los resultados de la investigación, según lo establecido en los lineamientos de la declaración de Helsinki (2001) (Asociación Médica Mundial, 2001).

Y lo dispuesto en la resolución

8430 de 1993, de la ley 10 de 1990 del Ministerio de Salud Nacional que establece los criterios para la ejecución de proyectos de investigación para la salud en seres humanos (Min Salud, 1993). Así mismo, se respetó el consentimiento de cada uno de los participantes como también su confidencialidad.

### **Resultados**

En la muestra final de estudiantes que aplicaron los cuestionarios al iniciar y finalizar la asignatura de Deporte Formativo ( $n = 680$ , Edad =  $21,3 \pm 4,3$  años; Estatura =  $166,8 \pm 8,8$  cm; masa corporal =  $64,0 \pm 12,9$  Kg; Perímetro de Cintura =  $78,9 \pm 11,6$  cm), evidenciando que el 55% eran del sexo femenino ( $n = 375$ , Edad =  $21,1 \pm 3,9$  años; Estatura =  $161,3 \pm 6,4$  cm; masa corporal =  $60,1 \pm 12$  Kg; Perímetro de Cintura =  $75,8 \pm 10,8$  cm) y el 45% se identificaron dentro del sexo masculino ( $n = 305$ , Edad =  $21,5 \pm 4,7$  años; Estatura =  $173,5 \pm 6,4$  cm; masa corporal =  $68,7 \pm 12,5$  Kg; Perímetro de Cintura =  $82,8$

$\pm 11,5$  cm). A su vez, el 85% de los estudiantes pertenecía a la zona urbana, mientras que el 15% restante se ubicaba en una zona geográfica rural. En el caso del estrato socio-económico, la mayor parte de los estudiantes pertenecen al estrato 2 (38,8%), seguidos de los estratos 1 (28,7%) y 3 (23,7%). Con respecto a la identidad cultural, hay mayor frecuencia de estudiantes mestizos (47,9%), seguidos de blancos (20,3%) y afrodescendientes (14,1%). El 67,1% realiza ejercicio físico y en cuanto a los síntomas depresivos evaluados con el formulario de Depresión de Beck-II, el 77,4% manifestó tener síntomas mínimos, el 10,7% síntomas leves, 8,4% síntomas moderados y el 3,5% manifestó tener depresión severa. Finalmente, en cuanto a los estilos de vida evaluados con el formulario Fantástico, el 8,4% tienen estilos de vida considerados por el instrumento como malos, el 16,2% regular, el 51,2% tienen buenos y el 24,3% tienen excelentes estilos de vida.

Respecto al índice de masa corporal, que es la relación entre la estatura y la masa corporal, se evidencia que 473 (69,6%) estudiantes de ambos sexos se encontraron en clasificación normal, 127 (16,7%) en sobrepeso, 50 (7,4%) en bajo peso y 30 (4,3%) en obesidad.

Tabla 1.  
Variables sociodemográficas, depresión y estilos de vida.

Variable	Categoría	Frecuencia	Porcentaje (%)
Sexo	Femenino	375	55,1
	Masculino	305	44,9
Zona Residencia	Urbana	578	85
	Rural	102	15
	Mestizo	326	47,9
Identidad Cultural	Blanco	138	20,3
	Afrocolombiano	96	14,1
	Otro	120	17,6
	1	195	28,7
	2	264	38,8
Estrato Social	3	161	23,7
	4	38	5,6
	5	18	2,6
	6	4	0,6
¿Hace Ejercicio?	Si	456	67,1
	No	224	32,9
Depresión Beck-II	Mínima	526	77,4
	Leve	73	10,7
	Moderada	57	8,4
	Severa	24	3,5
Formulario Fantástico	Malo	57	8,4
	Regular	110	16,2
	Bueno	348	51,2
	Excelente	165	24,3

En cuanto a la prueba del tamaño del efecto de Cohen se obtuvo para el cuestionario Beck-II un valor de  $-0,1227$  (efecto leve, con un intervalo de confianza de  $[-0,2292; -0,0163]$ ), lo cual indica que la puntuación media del grupo de estudiantes al final del curso de Deporte Formativo es 0,12 desviaciones estándar menor que la puntuación media del grupo de estudiantes al inicio del curso; para el cuestionario Fantástico se obtuvo un valor  $d$  de Cohen de  $0,2111$  (efecto pequeño, con un intervalo de confianza de  $[0,1044; 0,3178]$ ), denotando que la puntuación media al final de curso de Deporte Formativo es 0,21 desviaciones estándar superior a la puntuación media al inicio del curso y, finalmente, para el cuestionario FMS se obtuvo una  $d$  de Cohen de  $0,9967$  (efecto grande, con un intervalo de confianza de

[0,8820; 1,1115]), cuya interpretación es similar a la del cuestionario Fantástico. Es importante destacar que la obtención de valor  $d$  de Cohen negativo para el cuestionario Beck-II y positivos para los cuestionarios Fantástico y FMS resultan alineados con el objetivo del estudio, pues se buscaba obtener una disminución en los niveles de depresión de los estudiantes e incrementar el estilo de vida saludable y la movilidad funcional de los mismos.

Por otra parte, se evaluó el supuesto de normalidad para los resultados generales de cada uno de los tres cuestionarios utilizando la prueba de Shapiro-Wilk, tanto en el periodo previo al curso como en el periodo posterior, rechazándose la hipótesis de normalidad en los datos (Tabla 2) y procediendo a evaluar la prueba de Wilcoxon que se marca en el campo no paramétrico.

Tabla 2. Resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, para los cuestionarios a nivel global.

Cuestionario	Periodo temporal	Estadístico de prueba (W)	p-valor
Beck (Niveles de depresión)	Previo al curso	0,8684	<0,0001
	Posterior al curso	0,8146	<0,0001
Fantástico (Calidad de vida)	Previo al curso	0,9832	<0,0001
	Posterior al curso	0,9653	<0,0001
FMS (Riesgo de lesión)	Previo al curso	0,9506	<0,0001
	Posterior al curso	0,8843	<0,0001

Tabla 3. Resultados de la prueba de Wilcoxon aplicada a los cuestionarios de forma global, para evaluación de diferencias antes y después del curso.

Cuestionario	Estadístico de prueba (V)	p-valor
Beck (Niveles de depresión)	102866	<0,0001
Fantástico (Calidad de vida)	60787	<0,0001
FMS (Riesgo de lesión)	4817	<0,0001

En este sentido, los resultados inicial y final mostraron diferencias significativas en los formularios de depresión de Beck-II, Fantástico y FMS (Tabla 3), lo cual constata que la aplicación del programa de ejercicios genera cambios en el grupo estudiado.

Ahora bien, dado que los cuestionarios Beck-II y Fantástico permiten mostrar la vulnerabilidad y riesgos que presentan los estudiantes de la muestra, se realizaron agrupaciones de estos individuos según los niveles más prioritarios de ambas características vs. los niveles deseados de las mismas. En otras palabras, para el cuestionario de depresión se agruparon a los estudiantes con niveles depresivos graves o moderados (prioritarios) y a los estudiantes con niveles leves o mínimos de depresión (deseados); en cuanto al cuestionario de calidad de vida, fueron agrupados los estudiantes con un estilo de vida malo o regular (prioritarios) y, por otro lado, a los estudiantes con buena y excelente calidad de vida (deseados). Con estos grupos definidos y con el ánimo de generar comparaciones previo y posterior al curso de Deporte Formativo, fue evaluado el supuesto de normalidad haciendo uso de la prueba de Shapiro-Wilk, que evidenció que los resultados agrupados no tendían a una distribución normal (Tabla 4).

Tabla 4. Resultados de la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, para los cuestionarios agrupados por categorías.

Cuestionario	Categorías	Periodo temporal	Estadístico de prueba (W)	p-valor
Beck (Niveles de depresión)	Grave + Moderada	Previo al curso	0,8575	<0,0001
		Posterior al curso	0,9694	0,0494
	Leve + Mínima	Previo al curso	0,9258	<0,0001
		Posterior al curso	0,8312	<0,0001
Fantástico (Calidad de vida)	Mala + Regular	Previo al curso	0,9036	<0,0001
		Posterior al curso	0,9886	0,1959
	Buena + Excelente	Previo al curso	0,9522	<0,0001
		Posterior al curso	0,9617	<0,0001
FMS (Riesgo de lesión)	Mayor riesgo de lesión	Previo al curso	0,8198	<0,0001
		Posterior al curso	0,9652	0,0118
	Reducción del riesgo de lesión	Previo al curso	0,954	<0,0001
		Posterior al curso	0,8894	<0,0001

### Cuestionario Beck-II

Para el grupo de estudiantes con depresión grave o moderada se obtuvo un valor-p de 0,0039, inferior al nivel de significancia evaluado (0,05), que permite concluir que la evidencia en los datos se encontró a favor de que las puntuaciones en el cuestionario Beck-II son menores después del curso, lo cual a nivel descriptivo indica que una significativa cantidad de personas que se encontraban clasificadas dentro de estos niveles migraron a otras categorías más bajas de depresión. Finalmente, en el grupo de depresión leve y mínima se obtuvo un valor-p < 0,0001 que permite concluir que también existen diferencias a favor de los cambios esperados que refieren a una disminución en el nivel de depresión de los estudiantes, pues existe un aumento del 2,5% de ellos que se trasladan a niveles deseados de depresión, finalizando el curso con un 90,6% de individuos con depresión leve o mínima (Tabla 5).

### Cuestionario Fantástico

Respecto a los EVS de los estudiantes, la Tabla 5 evidencia que, en principio, más del 50% presentaba unos estilos de vida considerados saludables de acuerdo con la clasificación del cuestionario. Ahora bien, considerando que las clasificaciones previo al desarrollo de la asignatura se encontraban desbalanceadas en términos de frecuencias porcentuales, se procedió al establecimiento de dos grupos, con el objetivo de realizar la evaluación analítica de los cambios en estudiantes clasificados con un estilo de vida por mejorar (grupo de mal y regular estilo de vida) y un estilo de vida adecuado (grupo de buena y excelente calidad de vida). Por su parte, el 24,6% de ellos presentaron los niveles de estilo de vida menos óptimos: malo y regular. No obstante, al evaluar de manera general el cambio en estos resultados, el panorama se muestra optimista para la muestra de estudiantes, con un 22,1% de ellos encontrándose en los niveles malo y regular de estilos de vida, mientras que el número de estudiantes clasificados con un excelente o buen estilo de vida aumentó de un 75,5% a un 77,9%.

A nivel inferencial, y según la división en grupos de los estudiantes por su estilo de vida, se obtuvieron resultados concluyentes en función de los cambios observados ( $p < 0,0001$ , en ambos casos).

### Cribado FMS

Los resultados mostrados en la (Tabla 5) con respecto a la calidad de movilidad funcional evaluada por el test FMS evidencian una disminución de 11,5 puntos porcentuales en los estudiantes clasificados con riesgos de lesión, hecho que además presenta una significancia estadística relevante de acuerdo con la muestra de datos ( $p < 0,0001$ ) (Tabla 5).

Tabla 5. Resultados de los cuestionarios aplicados al inicio y al final de la asignatura, agrupados según su nivel de depresión y calidad de vida.

Cuestionario	Clasificación	Inicial (%)	Post-intervención (%)	p-valor
Beck (Niveles de depresión)	Grave + Moderada	81 (12%)	64 (9,4%)	$< 0,0001$
	Leve + Mínima	599 (88,1%)	616 (90,6%)	0,0039
Fantástico (Calidad de vida)	Mala + Regular	167 (24,6%)	150 (22,1%)	$< 0,0001$
	Buena + Excelente	513 (75,5%)	530 (77,9%)	$< 0,0001$
FMS (Riesgo de lesión)	Mayor riesgo	99 (15%)	23 (3,5%)	$< 0,0001$
	Reducción del riesgo	560 (85%)	636 (96,5%)	$< 0,0001$

### Relación entre los cuestionarios Beck-II, Fantástico y el cribado FMS

Con la finalidad de evaluar cuál es la relación entre el nivel depresivo revisado mediante el cuestionario Beck-II y los resultados finales del cuestionario Fantástico y el test FMS, se hizo uso del coeficiente de correlación de Spearman, esto para ambos momentos temporales. De acuerdo con esta medida, el nivel de depresión de Beck-II está relacionado de forma importante e inversamente proporcional al estilo de vida saludable que resulta del cuestionario Fantástico (antes:  $-0,6656$ ; después:  $-0,705$ ), lo que indica que un mejor estilo de vida es sinónimo de bajos niveles de depresión, siendo esta la variable más determinante. En contraste, la correlación observada del cuestionario Beck-II vs. FMS que no generó resultados significativos (antes:  $-0,0513$ ; después:  $-0,0308$ ), lo cual permite evidenciar que la depresión y la calidad de movimiento funcional no se

encuentran relacionadas en lo absoluto.

### Modelo de Clasificación con árboles de Decisión (MCAD)

Con el objetivo de predecir los niveles de sintomatología depresiva en los estudiantes de la universidad que se encontraban matriculados en el curso Deporte Formativo, se creó un árbol de clasificación con diversas variables que presentaron relación con los niveles de depresión en los estudiantes (cuestionario Beck-II).

Debido al desbalance entre las categorías de clasificación del cuestionario Beck-II al final del curso de Deporte Formativo (alrededor del 90% de los estudiantes matriculados fueron clasificados con depresión mínima o leve, en ambas mediciones temporales), que se plantea para este caso de estudio como la variable de respuesta del modelo, se recurrió a la técnica de remuestreo ROSE, que combina técnicas de submuestreo (undersampling) y sobremuestreo (oversampling) para generar un balance a los datos y de esa manera, consolidar un modelo más preciso (Menardi & Torelli, 2014). Con esta técnica de remuestreo, se eliminaron instancias de las clases mayoritarias, evitando que el modelo estuviera sesgado en gran medida hacia ellas; así mismo, se remuestrearon instancias de las clases minoritarias (Abella-Miravet, 2021). Hasta llegar a un punto de equilibrio.

Luego, posterior a la depuración de los datos recolectados de los estudiantes y el tratamiento a los datos de respuesta no balanceados, se construyó el árbol de clasificación que se expone en la Grafica 2, considerando el método de validación cruzada. De esta manera, a partir de las respuestas e información de un estudiante, usando el árbol de clasificación, se predice en qué nivel de sintomatología depresiva este se podrá encontrar cuatro meses antes de que estos síntomas se presenten como tal.

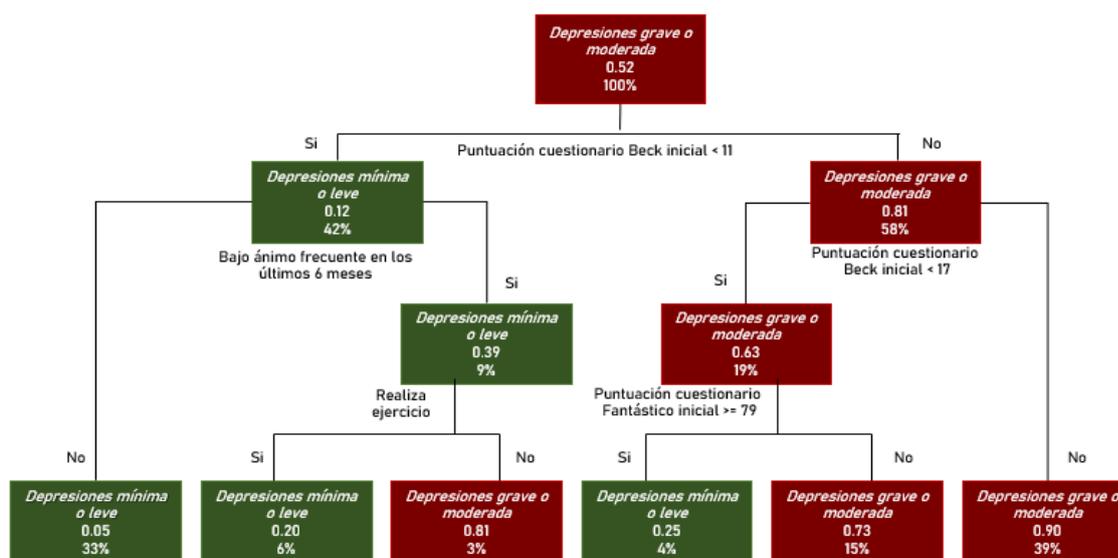


Figura 2. Árbol de clasificación para la sintomatología depresiva.

En el modelo, la variable de respuesta es el nivel de depresión en el que se clasifica a un estudiante cualquiera al finalizar el curso de Deporte Formativo. Para denotar de manera simple, se agruparon en nivel mínimo o leve de depresión y en nivel moderado o grave de depresión, de acuerdo con el resultado del cuestionario Beck-II.

Las características iniciales que resultaron ser más adecuadas para esta clasificación fueron:

1) Puntaje del cuestionario Beck inferior a 11 puntos antes de iniciar las clases de Deporte Formativo ( $PCB < 11$ ).

2) Frecuencia de bajo ánimo frecuente durante los últimos seis meses, según lo expresado por el estudiante (FBA6M).

3) Realización constante de ejercicio por parte del estudiante, por fuera del espacio de la clase (RCEF).

4) Puntaje del cuestionario Beck inferior a 17 puntos antes de iniciar las clases de Deporte Formativo ( $PCB < 17$ ).

5) Puntaje del cuestionario Fantástico superior o igual a los 79 puntos, al inicio del curso ( $PCF \geq 79$ ).

El MCAD desarrollado se interpreta de arriba hacia abajo, en la parte superior se encuentra la clasificación de los estudiantes con depresión grave o moderada que lo manifestaron en el momento inicial de acuerdo con el formulario de depresión de Beck-II. También, se presenta un valor de proporción (0,52) y el porcentaje (100%) de los estudiantes con esta condición.

Dependiendo hacía que rama del MCAD se encuentren las características predictoras, así se irán generando las clasificaciones posteriores de la depresión. Al inicio, la característica predictora es la  $PCB < 11$  y cumplir o no cumplir con esta condición nos llevará a descender por la rama izquierda o derecha respectivamente, así cada vez que se descienda por el MCAD se encontrará una característica predictora hasta llegar a las seis clasificaciones finales del MCAD que serían las predicciones finales de la depresión.

De esta manera, este MCAD permite establecer los niveles de depresión en dos grupos: mínima o leve y grave o moderado, a partir de características que se consideran factores determinantes de la depresión como lo son el ejercicio físico, el bajo ánimo y los estilos de vida saludable.

Finalmente, para evaluar el desempeño del árbol de clasificación para los niveles de depresión se presentan la matriz de confusión y las métricas de sensibilidad, especificidad y exactitud (*accuracy*). Se observa entonces que el modelo tuvo buen desempeño, ya que la sensibilidad que indica la probabilidad de clasificar a un estudiante con altos niveles de depresión cuando realmente los presenta es de 0.83 y la especificidad que hace alusión a la probabilidad de clasificar a un estudiante en niveles bajos de depresión cuando presenta una clasificación mínima o leve es de 0.72. En cuanto a la exactitud (*accuracy*) se obtuvo un valor de 0.72 y la matriz de confusión de la Tabla 6 nos indica que las personas mal clasificadas en el caso de las depresiones grave y moderada fue solamente de una sola persona y

para las depresiones mínima y leve fueron 37 personas de un total de 130.

Tabla 6.  
Matriz de confusión del árbol de clasificación.

Predicción	Referencia	
	Depresiones graves y moderadas después	Depresiones mínimas y leves después
Depresiones graves y moderadas después	5	37
Depresiones mínimas y leves después	1	93

## Discusión

Los modelos predictivos han sido usados por diferentes autores como un método de cribaje de las personas con depresión y ansiedad, por ejemplo el trabajo realizado por Alonso et al. (2018) en la cual se desarrolló un modelo predictivo del bajo rendimiento académico (BRA) en estudiantes de enfermería, se evaluaron a 152 estudiantes de ambos sexos y determinaron que las variables: actividad laboral formal, condiciones socioeconómicas desfavorables y problemas emocionales tenían gran poder predictivo con el BRA en esta población. Dicho algoritmo tuvo un poder de predicción de 79,6%.

En el año 2021, Quintero y Gil desarrollaron un Modelo de Clasificación con Árboles de Decisión (MCAD) para predecir la depresión en el contexto de la pandemia COVID-19 en una muestra de 833 estudiantes universitarios de diferentes programas académicos, se usó una encuesta de percepción con preguntas tipo escala Likert; 700 respuesta de los estudiantes fueron empleadas como entrenamiento mientras que 133 respuestas se usaron como predicción. Las variables que más influyeron en el modelo fueron: estado civil, sexo, edad, problemas educativos e información proveniente de los medios de comunicación; el MCAD tuvo una tasa de precisión del 87%.

A diferencia de autores como Quintero y Gil (2021) y Somma et al. (2021) quienes determinaron que la variable sexo constituían un factor de riesgo para eventos depresivos. En nuestro MCAD esta variable no fue un factor determinante dentro de la predicción de la depresión. De igual manera, este hallazgo es diferente a lo manifestado por la (WHO, 2017) en la cual asegura que dicho trastorno es mayor en mujeres que en hombres en diferentes regiones del mundo.

El ejercicio físico de intensidad moderada practicado de manera regular es un factor protector en el desarrollo de eventos depresivos o de ansiedad, tal como lo manifiestan en otros estudios (Blumenthal, et al., 1999; Lawlor & Hopker, 2001; Sadeghi, et al., 2016; Pascoe, et al., 2020) en los cuales, se observaron asociaciones entre el ejercicio físico y depresión, mostrando que ser físicamente activo aún con niveles de ejercicio físico por debajo de los parámetros recomendados por la OMS trae importantes beneficios en la salud mental (Pearce, et al., 2022); de esta manera, nuestro MCAD muestra esta variable de ejercicio como una de las más importantes al momento de clasificar a los estudiantes en los diferentes niveles de depresión.

En cuanto a los estilos de vida saludable determinado por el formulario Fantástico, se encontró que, a mayor puntaje en dicha prueba, los puntajes de depresión se sitúan en leve o mínimo, siendo proporcional el EVS con una menor posibilidad de presentar síntomas depresivos. Estos hallazgos son similares a los encontrados (Milojevich & Lukowski (2016); Ruiz-Hernández, Guillén, Pina & Puente-López, (2022); Tuakli-Wosornu, et al., (2022); Đorđić, et al., (2022)).

En el caso del MCAD desarrollado en la presente investigación, se encontró que las variables: puntuación de Beck-II antes de iniciar el programa, bajo ánimo registrado en los últimos seis meses, realizar ejercicio físico por fuera de los horarios del programa y puntaje registrado en el formulario Fantástico antes de iniciar el curso, muestran un poder predictor del 83% esto nos permite tomar decisiones acertadas en la manera en la cual los estudiantes están lidiando con su situación emocional y la posibilidad de hacer intervenciones multicomponentes (ejercicio físico y/o bienestar psicológico) que puedan generar efectos positivos en sintomatología depresiva moderada y/o severa meses antes de que se presente dicha situación.

En el contexto actual, la sociedad ha experimentado una transición hacia lo virtual, impulsada por la creciente dependencia de la tecnología y el auge de los servicios de tele-salud, especialmente a raíz de la pandemia de COVID-19. Este cambio ha contribuido a la creación de un entorno más sedentario para un número significativo de individuos, generando una creciente demanda de servicios profesionales virtuales, tales como los proporcionados por fisioterapeutas, entrenadores personales o preparadores físicos (Omboni, et al., 2022).

A pesar de que este estudio se puede considerar como una medida para atenuar esta situación, su naturaleza cuasi-experimental y la implementación en línea, así como la ausencia de un grupo control no expuesto a la intervención y la gestión de variables externas se erigieron como un desafío considerable. A pesar de los esfuerzos realizados para minimizar la influencia de factores externos, la falta de control absoluto sobre el entorno virtual plantea la posibilidad de la introducción de variabilidades no anticipadas, como lo fue el reporte de variables clínicas y los aspectos antropométricos, que no tuvieron gran relevancia en el análisis final, se basaron en autodiagnóstico y autoreporte de los participantes. Este enfoque puede introducir sesgos, a pesar de que las mediciones fueron realizadas bajo la orientación de profesionales certificados (Choi, Granero y Pak, 2010).

A pesar del uso de instrumentos validados, Minick et al. (2010) y Schultz et al. (2013) consideran que el uso de videos para otorgar una calificación es una limitación en el Functional Movement Screen (FMS), pero este parece no presentar limitaciones significativas en comparación con las evaluaciones presenciales (Gribble et al. (2013), Parenteau et al. (2014) y Onate et al. (2012)). Sin embargo, es crucial reconocer que podrían existir posibles variaciones introducidas por la evaluación virtual y la capacidad limitada para observar aspectos específicos del movimiento.

## Conclusión

La importancia de este MCAD radica en que pueden ser el punto de partida para establecer estrategias implementando programas de tutoría que permitan detectar las variables en estudio como factores de riesgo de forma oportuna y trabajar juntamente con evaluaciones realizadas por el área de psicología cuando sea necesario. De esta manera, se avanza en la generación de programas que ayuden a prevenir el riesgo suicida y mejorar los estilos y hábitos saludables, promoviendo factores que protejan la salud mental y fomentando una cultura enfocada en la salud y la promoción. Esto facilita cambios y rompe esquemas en un sistema desesperanzado y acostumbrado a reaccionar ante la enfermedad.

La utilización de formularios validados para población universitaria es una alternativa económica que nos ayudan a cribar a aquellos estudiantes que se encuentran en situaciones que se consideran detonantes de la depresión como lo son los hábitos y estilos de vida; esta información es útil para personal que trabaja con estas poblaciones para realizar seguimientos de sus estados de ánimo, bienestar psicológico y posibles comportamientos que pudieran colocar su vida en riesgo.

El seguimiento a corto plazo utilizado en este estudio (16 semanas) puede no ser suficiente para capturar completamente los efectos a largo plazo de la intervención en los aspectos emocionales, motrices y de estilos de vida. Investigaciones futuras podrían considerar extensiones en el seguimiento temporal para evaluar la sostenibilidad de los cambios observados.

Finalmente, futuras investigaciones podrían considerar la replicación del estudio en diferentes entornos educativos y con participantes de diversos perfiles para validar y ampliar la aplicabilidad de los hallazgos.

## Referencias

- Abella-Miravet, B. (2021). *Mejora de las predicciones en muestras desbalanceada* (tesis de pregrado). Universidad Autónoma de Madrid, Madrid, España. Recuperado de [https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/697900/abella\\_miravet\\_blanca\\_tfg.pdf?sequence=1](https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/697900/abella_miravet_blanca_tfg.pdf?sequence=1)
- Aguilar-Sigueñas, L. E, y Villareal-Zegarra, D. (2021). *Un Modelo Predictivo de la Ideación Suicida Basado en Depresión, Ansiedad, Estrés y Funcionalidad Familiar en Internos de Medicina*. (tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo, Trujillo, Perú. Recuperado de [https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/87607/Aguilar\\_SLE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/87607/Aguilar_SLE-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Alonso Trujillo, J., Rosete Villegas, C. U., y Alonso Ricárdez, A. (2018). Principales factores que influyen en el bajo rendimiento académico en estudiantes de enfermería. *Revista CuidArte*, 7(13), 24-34. doi: 10.22201/fesi.23958979e.2018.7.13.69147
- Ammar, A., Brach, M., Trabelsi, K., Chtourou, H., Boukhris, O., Masmoudi, L.,... Hoekelmann, A. (2020). Effects of COVID-19 Home Confinement on Eating Behaviour and Physical Activity: Results of the ECLB-COVID19 International Online

- Survey. *Nutrients*, 12(6), 1583, 1-13. doi: 10.3390/nu12061583
- Asociación Médica Mundial. (2001). Declaración de Helsinki de la Asociación Médica Mundial. Principios éticos para la investigación médica. *Anales de La Facultad de Medicina*, 62(1), 82-84. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/379/37962112.pdf>
- Bellón, J. Á., de Dios Luna, J., King, M., Moreno-Küstner, B., Nazareth, I., Montón-Franco, C.,...Torres-González, F. (2011). Predicting the onset of major depression in primary care: international validation of a risk prediction algorithm from Spain. *Psychological Medicine*, 41(10), 2075-2088. doi: 10.1017/S0033291711000468
- Beltrán, Maldonado. D. C., Freyre, M. Á., y Hernández-Guzmán, L. (2012). El Inventario de Depresión de Beck: Su validez en población adolescente. *Terapia psicológica*, 30(1), 5-13. doi: 10.4067/S0718-48082012000100001
- Berlanga-Silvente, V., Rubio-Hurtado, M.-J., y Vilà Baños, R. (2013). Com aplicar arbres de decisió en SPSS. *REIRE Revista d'Innovació i Recerca En Educació*, 6(1), 65-79. doi: 10.1344/reire2013.6.1615
- Blumenthal, J. A., Babyak, M. A., Moore, K. A., Craighead, W. E., Herman, S., Khatmi, P.,... Krishnan, K. R. (1999). Effects of Exercise Training on Older Patients With Major Depression. *Archives of Internal Medicine*, 159(19), 2349-2356. doi: 10.1001/archinte.159.19.2349
- Baños-Chaparro, J. B. (2022). Síntomas depresivos y ansiedad como predictores de ideación suicida en adultos. *Medisur*, 20(4), 675-682. Recuperado de <https://medisur.sld.cu/index.php/medisur/article/view/5391>
- Beck, A.T., Steer, R.A., & Brown, G.K. (1996). *Manual for the Beck Depression Inventory-II*. San Antonio, TX: Psychological Corporation.
- Centeno Ramírez L. (2021). Análisis Multifactorial de la Ansiedad ante los Exámenes en Estudiantes Universitarios Becarios. *Integración Académica en Psicología*. 9 (25): 54 – 62. Recuperado de <https://integracion-academica.org/antiores/38-volumen-9-numero-25-2021/301-analisis-multifactorial-de-la-ansiedad-ante-los-examenes-en-estudiantes-universitarios-becarios>
- Choi, B., Granero, R., & Pak, A. (2010). Catálogo de sesgos o errores en cuestionarios sobre salud. *Revista Costarricense de Salud Pública*, 19(2), 106-118. Recuperado de [http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1409-14292010000200008&lng=en&tln=es](http://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1409-14292010000200008&lng=en&tln=es)
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística - DANE. (2021). *Salud Mental en Colombia: un análisis de los efectos de la pandemia*. Recuperado de <https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/notas-estadisticas/ago-2021-nota-estadistica-salud-mental-en-colombia-analisis-efectos-pandemia.pdf>
- Dorđić, V., Cvetković, M., Popović, B., Radanović, D., Lazić, M., Cvetković, B.,... Marković, M. (2022). Physical Activity, Eating Habits and Mental Health during COVID-19 Lockdown Period in Serbian Adolescents. *Healthcare (Switzerland)*, 10(5). doi: 10.3390/healthcare10050834
- Gallo, L. A., Gallo, T. F., Young, S. L., Moritz, K. M., & Akison, L. K. (2020). The Impact of Isolation Measures Due to COVID-19 on Energy Intake and Physical Activity Levels in Australian University Students. *Nutrients*, 12(6), 1865. doi: 10.3390/nu12061865
- García Maldonado, G., Sánchez Márquez, W., Luque Ramos, A., & Herbert Zúñiga, K. A. (2021). Análisis predictivo y multidimensional de la salud mental en estudiantes de medicina. *Investigación En Educación Médica*, 40, 9-18. doi: 10.22201/fm.20075057e.2021.40.21348
- González-Gutiérrez, M. V., Guerrero Velázquez, J., Morales García, C., Casas Maldonado, F., Gómez Jiménez, F. J., & González Vargas, F. (2016). Modelo predictivo de ansiedad y depresión en pacientes españoles con enfermedad pulmonar obstructiva crónica estable. *Archivos de Bronconeumología*, 52(3), 151-157. doi: 10.1016/j.arbres.2015.09.003
- Gribble, P. A., Brigle, J., Pietrosimone, B. G., Pfile, K. R., & Webster, K. A. (2013). Intrarater reliability of the functional movement screen. *Journal of strength and conditioning research*, 27(4), 978-981. doi:10.1519/JSC.0b013e31825c32a8
- Cook, G., Burton, L., Hoogenboom, B. J., & Voight, M. (2014). Functional movement screening: The use of fundamental movements as an assessment of function-parts 1-2. *International Journal of Sports Physical Therapy*, 9(4), 549-563. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4060319/>
- Heft, H., Soulodre, C., Laing, A., Kaulback, K., Mitchell, A., Thota, A.,... Mancuso, E. (2017). Health technology assessment at Health quality Ontario. In *Ontario Health Technology Assessment Series*, 17(15).
- Institute for Health Metrics and Evaluation (IHME). (2023, 5 de enero). Interactive Data visuals [Internet]. <https://vizhub.healthdata.org>
- Rojo J. M. (2006). *Árboles de Clasificación y Regresión* [Internet]. Madrid, España: Instituto de Economía y Geografía. Recuperado de [http://humanidades.cchs.csic.es/cchs/web\\_UAE/tutoriales/PDF/AnswerTree.pdf](http://humanidades.cchs.csic.es/cchs/web_UAE/tutoriales/PDF/AnswerTree.pdf)
- King, M., Weich, S., Torres-González, F., Švab, I., Maaros, H.-L., Neeleman, J.,... Nazareth, I. (2006). Prediction of depression in European general practice attendees: the PREDICT study. *BMC Public Health*, 6(1), 6. doi: 10.1186/1471-2458-6-6.
- Lawlor, D. A. & Hopker, S. W. (2001). The effectiveness of exercise as an intervention in the management of depression: systematic review and meta-regression analysis of randomised controlled trials. *BMJ*, 322(7289), 763-763. doi: 10.1136/bmj.322.7289.763
- Lee, E., & Kim, Y. (2019). Effect of university students sedentary behavior on stress, anxiety, and depression. *Perspectives in Psychiatric Care*, 55(2), 164-169. doi: 10.1111/ppc.12296
- Londoño, N. H., Estrada-Jaramillo, J.C., Arroyave-Castaño, M. C., Morales-Rivera, D. P., Rojas-Berrio, Z. & Londoño-Correa, D. (2015). Prevención de la depresión y la ansiedad en estudiantes universitarios. *Revista Psicología e Saúde*, 7(1), 47-55. Recuperado de [http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2177-093X2015000100007&lng=pt&tln=es](http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2177-093X2015000100007&lng=pt&tln=es)
- Londoño, N. H., Restrepo, L. C. C., & Rojas, Z. B. (2022). Depresión y ansiedad en estudiantes que ingresan a la universidad y factores de estrés asociados. *Revista Psicología e Saúde*, 121-138. doi: 10.20435/pssa.v13i4.1371
- Maisueche, A., y Sanz, P. (2019). *Utilización del Machine Learning en la industria 4.0*. (tesis de pregrado). Universidad de Valladolid, Valladolid, España. Recuperado de <https://core.ac.uk/download/pdf/228074134.pdf>
- Mark, L., Samm, A., Tooding, L. M., Sisask, M., Aasvee, K., Zaborskis, A.,...Värnik, A. (2013). Suicidal ideation, Risk factors, And communication with parents: An HBSC Study on School Children in Estonia, Lithuania, and Luxembourg. *Crisis*, 34(1), 3-12. doi: 10.1027/0227-5910/a000153
- Menardi, G., & Torelli, N. (2014). Training and assessing

- classification rules with imbalanced data. *Data Min Knowl Disc* 28, 92–122. doi: 10.1007/s10618-012-0295-5
- Milojević, H. M., & Lukowski, A. F. (2016). Sleep and Mental Health in Undergraduate Students with Generally Healthy Sleep Habits. *PLOS ONE*, 11(6), e0156372. doi: 10.1371/journal.pone.0156372
- Ministerio de Salud Nacional (República de Colombia). (1993). *Por la cual se establecen las normas científicas, técnicas y administrativas para la investigación en salud*. (Resolución número 8430 de 1993, 1-19). Recuperado de <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/RESOLUCION-8430-DE-1993.PDF>
- Ministerio de Salud Nacional (República de Colombia). (2023, 5 de enero). *Encuesta Nacional de Salud Mental*. Recuperado de <https://www.minsalud.gov.co/salud/publica/SMental/Paginas/gestion-integrada-para-la-salud-mental.aspx>.
- Minick, K. I., Kiesel, K. B., Burton, L., Taylor, A., Plisky, P., & Butler, R. J. (2010). Interrater reliability of the Functional Movement Screen. *J Strength Cond Res*. 24(2): 479–86. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181c09c04
- Molnar, C. (2022). *Interpretable Machine Learning: A Guide for Making Black Box Models Explainable*. Recuperado de <https://christophm.github.io/interpretable-ml-book>.
- Omboni, S., Padwal, R. S., Alessa, T., Benczúr, B., Green, B. B., Hubbard, I., ... Wang, J. (2022). The worldwide impact of telemedicine during COVID-19: current evidence and recommendations for the future. *Connected health*, 1, 7–35. doi: 10.20517/ch.2021.03
- Onate, J. A., Dewey, T., Kollock, R. O., Thomas, K. S., Van Lunen, B. L., DeMaio, M., & Ringleb, S. I. (2012). Real-time intercession and interrater reliability of the functional movement screen. *Journal of strength and conditioning research*, 26(2), 408–415. doi:10.1519/JSC.0b013e318220e6fa
- Parenteau, G. E., Gaudreault, N., Chambers, S., Boisvert, C., Grenier, A., Gagné, G., & Balg, F. (2014). Functional movement screen test: a reliable screening test for young elite ice hockey players. *Physical therapy in sport: official journal of the Association of Chartered Physiotherapists in Sports Medicine*, 15(3), 169–175. doi: 10.1016/j.ptsp.2013.10.001
- Pascoe, M. C., Bailey, A. P., Craike, M., Carter, T., Patten, R., Stepto, N. K., & Parker, A. G. (2020). Exercise interventions for mental disorders in young people: a scoping review. *BMJ Open Sport & Exercise Medicine*, 6(1), e000678. doi: 10.1136/bmjsem-2019-000678
- Pearce, M., Garcia, L., Abbas, A., Strain, T., Schuch, F. B., Golubic, R., ... Woodcock, J. (2022). Association Between Physical Activity and Risk of Depression. *JAMA Psychiatry*, 79(6), 550. doi: 10.1001/jamapsychiatry.2022.0609
- Peate, W. F., Bates, G., Lunda, K., Francis, S., & Bellamy, K. (2007). Core strength: A new model for injury prediction and prevention. *Journal of Occupational Medicine and Toxicology*, 2(3), 1-9. doi: 10.1186/1745-6673-2-3
- Quintero López, C., y Gil Vera, V. D. (2021). Depresión en estudiantes universitarios derivada del Covid-19: un modelo de clasificación. *Cuadernos Hispanoamericanos de Psicología*, 21(1), 1–15. doi: 10.18270/chps.v21i1.3712
- Ramírez-Vélez, R., y Agredo, R. A. (2012). Fiabilidad y validez del instrumento “Fantástico” para medir el estilo de vida en adultos colombianos. *Revista de Salud Pública*, 14(2), 226-237. Recuperado de [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0124-00642012000200004&lng=en&tlng=es](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0124-00642012000200004&lng=en&tlng=es)
- Ruiz-Hernández, J. A., Guillén, Á., Pina, D., & Puente-López, E. (2022). Mental Health and Healthy Habits in University Students: A Comparative Associative Study. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*, 12(2), 114–126. doi: 10.3390/ejihpe12020010
- Sadeghi, K., Ahmadi, S. M., Ahmadi, S. M., Rezaei, M., Miri, J., Abdi, A., ... Jamshidi, K. (2016). A Comparative Study of the Efficacy of Cognitive Group Therapy and Aerobic Exercise in the Treatment of Depression among the Students. *Global Journal of Health Science*, 8(10), 1. doi: 10.5539/gjhs.v8n10p1
- Sanz, J., y Vázquez, C. (1998). Fiabilidad, Validez y Datos Normativos del Inventario para la Depresión de Beck. *Psicothema*. 10(2): 303-318. Recuperado de <https://www.psicothema.com/pdf/167.pdf>
- Somma, A., Krueger, R. F., Markon, K. E., Galdi, G., Colanino, M., Ferlito, D., ... Fossati, A. (2021). A longitudinal study on clinically relevant self-reported depression, anxiety and acute stress features among Italian community-dwelling adults during the COVID-19 related lockdown: Evidence of a predictive role for baseline dysfunctional personality dimensions. *Journal of Affective Disorders*, 282, 364–371. doi: 10.1016/j.jad.2020.12.165
- Shultz, R., Anderson, S., Matheson, G., Marcello, B., & Besier T. Test-retest and interrater reliability of the Functional Movement Screen. *J Athl Train*. 2013;48(3): 331–6. doi: 10.4085/1062-6050-48.2.11
- Tangirala, S. (2020). Evaluating the impact of GINI index and information gain on classification using decision tree classifier algorithm. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 11(2), 612-619. doi: 10.14569/IJACSA.2020.0110277
- Tuakli-Wosornu, Y. A., Pandiyan, U., Stratton, C., Hwang, Y., Hajjioui, A., Muñoz-Velasco, L. P., ... Hong, B. Y. (2022). Perceived Physical and Mental Health and Healthy Eating Habits During the COVID-19 Pandemic in Korea. *Journal of Korean Medical Science*, 37(15). doi: 10.3346/jkms.2022.37.e118.
- Wilson, D.M. & Ciliska D. (1984). Life-style assessment: Development and use of the FANTASTIC checklist. *Can Fam Physician*; 30,1527-32. Recuperado de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2154238/pdf/canfamphys00223-0157.pdf>
- Vinaccia Alpi, S., y Ortega Bechara, A. (2021). Variables asociadas a la ansiedad-depresión en estudiantes universitarios. *Universitas Psychologica*, 19. doi: 10.11144/Javeriana.upsy19.vaad
- World Health Organization. (2017). Depression and Other Common Mental Disorders. Recuperado de <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/254610/WHO-MSD-MER-2017.2-eng.pdf>.
- World Health Organization. (2023, 5 de enero). *Depression*. Recuperado de [https://www.who.int/health-topics/depression#tab=tab\\_1](https://www.who.int/health-topics/depression#tab=tab_1)