











## ■ ARTÍCULO ORIGINAL

### **Modelado predictivo de patrones antropométricos y hábitos de vida en estudiantes de medicina: estudio transversal con validación interna**

### **Predictive modeling of anthropometric patterns and lifestyle habits in medical students: a cross-sectional study with internal validation**

**Júlia Aparecida Angonesi Venson** <sup>1</sup> , **Gabriella Nicole Hemkemeier** <sup>1</sup> ,  
**Livia Da Silva Batista** <sup>1</sup> , **Nicole Eloise Rolim de Moura** <sup>1</sup> ,  
**Richart Andrés Martínez Agüero** <sup>1</sup> , **Fabian Franco** <sup>1</sup> ,  
**Nidia Viviana Ruiz Prieto** <sup>1</sup> , **Ronaldo Luis Rodas Jara** <sup>2</sup> 

<sup>1</sup> Universidad Privada del Este. Facultad de Ciencias de la Salud, Carrera de Medicina, Filial Presidente Franco. Presidente Franco, Paraguay


<sup>2</sup> Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción, Facultad de Postgrado, Neuropsicología. Villarrica, Paraguay.

---

**Editor responsable:** Raúl Real Delor. Universidad Nacional de Asunción, Paraguay. 

**Revisores:**

Alberto Guevara Tirado. Universidad Científica del Sur. Facultad de Medicina Humana. Lima, Perú. 

Ismael Antonio Morales Ojeda. Universidad de las Américas. Santiago de Chile, Chile. 

---

**Cómo referenciar este artículo:** Angonesi Venson JA, Hemkemeier GN, Da Silva Batista L, Rolim de Moura NE, Martínez Agüero RA, Franco F, Ruiz Prieto NV, Rodas Jara RL. Modelado predictivo de patrones antropométricos y hábitos de vida en estudiantes de medicina: estudio transversal con validación interna. Rev. virtual Soc. Parag. Med. Int. 2026; 13 (1): e13122632

---

**Artículo recibido:** 2 febrero 2026

**Artículo aceptado:** 14 mayo 2026


**Autor correspondiente:**

Dr. Fabian Franco

Correo electrónico: francoinvpy@gmail.com

Dictamen del artículo:

[https://www.revistaspmi.org.py/dictamenes/2026/39\\_26\\_dictamenes.pdf](https://www.revistaspmi.org.py/dictamenes/2026/39_26_dictamenes.pdf)

Acceso a base de datos 

 Este es un artículo publicado en acceso abierto bajo una Licencia Creative Commons CC-BY 4.0

### **RESUMEN**

**Introducción:** la vida universitaria puede modificar trayectorias antropométricas por cambios en alimentación, actividad física, sueño y estrés académico. En estudiantes de medicina, esto es relevante para el bienestar y para la futura función profesional de consejería en estilos de vida.

**Objetivos:** estimar la frecuencia de IMC  $\geq 25$  kg/m<sup>2</sup> e IMC  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup> y desarrollar un modelo predictivo multivariado internamente validado para IMC  $\geq 25$  kg/m<sup>2</sup>.

**Métodos:** estudio transversal analítico en estudiantes de medicina de una universidad privada de Paraguay en 2023, de 1° a 6° curso. Se estimaron prevalencias con IC95% y se compararon medidas por sexo. Para la predicción, se utilizó una regresión logística con penalización *elastic-net*, aplicando validación cruzada estratificada de 5 pliegues y obteniendo predicciones fuera del pliego (OOF). Se evaluó discriminación (AUC), precisión (Brier) y calibración (intercepto/pendiente y deciles).

**Resultados:** se incluyeron 123 estudiantes. La edad media fue  $25 \pm 6$  años. El IMC medio fue  $25,0 \pm 4,2$  kg/m<sup>2</sup>, el IMC  $\geq 25$  kg/m<sup>2</sup>: 41,0% y IMC  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup>: 12,9%. El modelo obtuvo AUC(OOF) 0,656 y Brier 0,226, con calibración cercana al ideal.

**Conclusión:** se observó una proporción sustancial de estudiantes en rangos de IMC  $\geq 25$  kg/m<sup>2</sup>. La validación interna y la calibración explícita sostienen la utilidad del modelo para planificación preventiva universitaria y orientan su validación externa.

**Palabras claves:** índice de masa corporal, estudiantes de medicina, predicción, estudio de validación, calibración

## ABSTRACT

**Introduction:** College life can alter anthropometric trajectories due to changes in diet, physical activity, sleep, and academic stress. For medical students, this is relevant to their well-being and to their future professional role in lifestyle counseling.

**Objectives:** To estimate the prevalence of BMI  $\geq 25$  kg/m<sup>2</sup> and BMI  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup> and to

develop an internally validated multivariate predictive model for BMI  $\geq 25$  kg/m<sup>2</sup>.

**Methods:** A cross-sectional analytical study was conducted among medical students at a private university in Paraguay in 2023, from the 1st to the 6th year. Prevalences were estimated with 95% CI and measures were compared by sex. For prediction, logistic regression with elastic-net regularization was used, applying 5-fold stratified cross-validation and obtaining out-of-fold (OOF) predictions. Discrimination (AUC), accuracy (Brier), and calibration (intercept/slope and deciles) were evaluated.

**Results:** One hundred twenty three students were included. The mean age was  $25 \pm 6$  years; mean BMI  $25.0 \pm 4.2$  kg/m<sup>2</sup>. BMI  $\geq 25$ : 41.0%; BMI  $\geq 30$ : 12.9%. The model obtained an AUC(OOF) of 0.656 and a Brier score of 0.226, with calibration close to ideal.

**Conclusion:** A substantial proportion of students were observed in BMI ranges  $\geq 25$  kg/m<sup>2</sup>. Internal validation and explicit calibration support the model's utility for preventive planning in universities and guide its external validation.

**Keywords:** body mass index, medical students, prediction, validation study, calibration

## INTRODUCCIÓN

La transición a la educación superior se ha descrito como un periodo crítico de cambios conductuales y ambientales (autonomía alimentaria, horarios irregulares, variaciones en actividad física y sueño) con impacto potencial en indicadores antropométricos durante los años universitarios<sup>1,2</sup>.

En estudiantes de medicina, estas presiones pueden intensificarse por la carga académica y el inicio de prácticas clínicas. Síntesis globales recientes reportan

frecuencias relevantes de rangos altos de IMC en estudiantes de medicina y un gradiente por sexo, usualmente mayor en hombres<sup>3-5</sup>.

Además del impacto en la salud individual, existe una dimensión educativa y profesional: la consejería en estilos de vida es parte integral de la práctica clínica, y la credibilidad para motivar cambios puede fortalecerse cuando el profesional comunica coherencia entre recomendaciones y conductas personales<sup>6</sup>. En Paraguay, reportes nacionales y estudios universitarios han descrito factores de riesgo cardiometabólicos en población joven, lo que refuerza la pertinencia de generar evidencia local reciente y metodológicamente robusta durante la formación médica<sup>7,8</sup>.

En paralelo, los estándares contemporáneos recomiendan transparencia en estudios transversales (STROBE) y reporte exhaustivo en estudios de modelos predictivos (TRIPOD), incluyendo evaluación explícita de calibración, un componente frecuentemente subreportado, pero crítico para el uso de probabilidades en decisiones<sup>9-12</sup>.

En muestras moderadas con predictores correlacionados, la regresión logística penalizada con elastic-net puede reducir sobreajuste y estabilizar la selección de variables. Para facilitar la traducción a acciones, es útil reportar interpretabilidad (p. ej., importancia por permutación) sin asumir causalidad<sup>13-18</sup>.

En este marco, los objetivos del estudio fueron estimar la frecuencia de IMC  $\geq 25 \text{ kg/m}^2$  e IMC  $\geq 30 \text{ kg/m}^2$  en estudiantes de medicina de una universidad privada de Paraguay en 2023 y desarrollar un modelo predictivo multivariado internamente validado para IMC  $\geq 25 \text{ kg/m}^2$ , evaluando discriminación, calibración e inter-

pretabilidad para orientar estrategias preventivas universitarias.

## **METODOLOGÍA**

### **Diseño**

Estudio observacional transversal analítico. El reporte se elaboró conforme a recomendaciones STROBE para estudios transversales y el componente predictivo conforme a TRIPOD.<sup>9,10</sup>

### **Población y participantes**

La población fuente correspondió a estudiantes de medicina de 1° al 6° curso en 2023. Se utilizó un registro institucional anonimizado. Se incluyeron registros con variables antropométricas completas. Se excluyeron duplicados y registros con edad <18 años según reglas de consistencia. El conjunto analítico final incluyó a 178 estudiantes.

### **Variables y definiciones**

El índice de masa corporal (IMC) se calculó con la fórmula peso (kg) / talla (m)<sup>2</sup>. Según la OMS, se definieron dos desenlaces: IMC  $\geq 25 \text{ kg/m}^2$  (sobrepeso) e IMC  $\geq 30 \text{ kg/m}^2$  (obesidad)<sup>9,17</sup>. Como posibles factores predictores se incluyeron: edad, sexo, curso académico, nivel de actividad física (expresado en puntuación z) y hábitos como frecuencia de comidas, consumo de bebidas azucaradas y alcohol, así como el tipo de bebida alcohólica.

### **Depuración y datos faltantes**

La base se depuró con reglas predefinidas de consistencia. Para el modelo predictivo se llevó a cabo análisis de casos completos en el conjunto de predictores seleccionados. En el envío final, se recomienda reportar porcentaje de faltantes por variable y racionalidad del abordaje según STROBE/TRIPOD<sup>9,10</sup>.

### Análisis estadístico

Las variables continuas se describieron como media  $\pm$  DE y las categóricas como n (%). Las prevalencias se reportaron con IC95% mediante Wilson. Se comparó IMC por sexo con t de Welch y la asociación sexo-IMC  $\geq 25$  con  $\chi^2$ . La asociación IMC-índice de actividad física se evaluó con Spearman. La tendencia por curso para IMC  $\geq 25$  se exploró con Cochran-Armitage<sup>9,19,20</sup>.

### Modelo predictivo y validación interna

Para construir el modelo que predice IMC  $\geq 25$  kg/m<sup>2</sup> se utilizó un tipo de regresión logística llamada *elastic-net* (con  $\alpha=0,5$ )<sup>13,14</sup>. Este método ayuda a evitar el sobreajuste cuando hay muchas variables relacionadas. Se empleó una técnica de validación cruzada con 5 grupos (estratificada por sexo) y se generaron predicciones fuera del grupo (*out-of-fold*,

OOF) para evaluar el modelo con datos no usados en su entrenamiento<sup>11,16</sup>.

### Métricas de desempeño

El rendimiento del modelo se midió de tres formas:

Discriminación (capacidad de distinguir entre personas con y sin sobrepeso): se usó el área bajo la curva ROC (AUC) con intervalos de confianza del 95% obtenidos por *bootstrap*<sup>19,21</sup>.

Precisión probabilística (qué tan cerca están las probabilidades predichas de lo que realmente ocurre): se usó el puntaje de Brier<sup>22</sup>.

Calibración (coincidencia entre lo predicho y lo observado): se evaluó con el intercepto, la pendiente y la comparación por deciles, además de la prueba de Hosmer-Lemeshow<sup>10,12</sup>.

**Tabla 1.** Características basales por sexo y ciclo académico (n 178)

Variables	Total	Femenino	Masculino	Básico	Clínico
Edad (años)	25,01 $\pm$ 6,65	24,98 $\pm$ 6,77	25,06 $\pm$ 6,48	23,43 $\pm$ 6,03	27,63 $\pm$ 6,85
IMC (kg/m <sup>2</sup> )	24,99 $\pm$ 4,20	24,16 $\pm$ 3,83	26,50 $\pm$ 4,46	24,60 $\pm$ 4,22	25,63 $\pm$ 4,13
Índice de actividad física (z)	-0,01 $\pm$ 0,89	-0,05 $\pm$ 0,88	0,08 $\pm$ 0,92	-0,00 $\pm$ 0,85	-0,01 $\pm$ 0,97
Desayuno (frecuencia)	2,49 $\pm$ 0,90	2,51 $\pm$ 0,84	2,46 $\pm$ 1,00	2,60 $\pm$ 0,90	2,31 $\pm$ 0,87
Almuerzo (frecuencia)	3,19 $\pm$ 0,61	3,08 $\pm$ 0,53	3,40 $\pm$ 0,68	3,17 $\pm$ 0,64	3,22 $\pm$ 0,55
Cena (frecuencia)	2,92 $\pm$ 0,70	2,88 $\pm$ 0,69	2,98 $\pm$ 0,71	2,95 $\pm$ 0,69	2,87 $\pm$ 0,72
Bebidas azucaradas (frecuencia)	4,07 $\pm$ 1,46	4,04 $\pm$ 1,52	4,11 $\pm$ 1,35	4,14 $\pm$ 1,39	3,94 $\pm$ 1,57
Alcohol (frecuencia)	2,34 $\pm$ 0,88	2,31 $\pm$ 0,84	2,38 $\pm$ 0,94	2,30 $\pm$ 0,86	2,40 $\pm$ 0,91
IMC $\geq 25$ kg/m <sup>2</sup> , n (%)	73 (41,0)	37 (32,2)	36 (57,1)	41 (36,9)	32 (47,8)
IMC $\geq 30$ kg/m <sup>2</sup> , n (%)	23 (12,9)	10 (8,7)	13 (20,6)	13 (11,7)	10 (14,9)

Nota: media  $\pm$  DE o n (%). Variables conductuales en escalas ordinales según cuestionario institucional.

### Interpretabilidad

Se estimó importancia por permutación ( $\Delta$ AUC) para cuantificar la contribución relativa de predictores a la discriminación, con intervalos empíricos del 95%<sup>15,16</sup>.

### Aspectos éticos

Los datos fueron analizados de manera anonimizada. La versión no ciega destinada al envío incluyó la aprobación ética institucional, el consentimiento informado y las declaraciones de conflicto de intereses y financiación, de acuerdo con las directrices del ICMJE<sup>18</sup>.

## RESULTADOS

Se incluyeron 178 estudiantes: mujeres 115 [64,6%] y hombres 63 [35,4%]. La edad media fue  $25 \pm 6$  años y el IMC medio  $24,99 \pm 4,20$  kg/m<sup>2</sup>.

La frecuencia de IMC  $\geq 25$  kg/m<sup>2</sup> fue 41,0% (IC 95% 34,0–48,4) y la de IMC  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup> fue 12,9% (IC 95% 8,8–18,6). Al comparar por sexo, el IMC fue mayor en hombres (t de Welch = -3,52; p = 0,0006) y la proporción de IMC  $\geq 25$  kg/m<sup>2</sup> también fue mayor en hombres ( $\chi^2=9,48$ ; p = 0,0021).

La tabla 1 resume las características basales por sexo y ciclo académico.

En la figura 1 se muestra la distribución del IMC y la ubicación de los umbrales. Las líneas punteadas verticales marcan los puntos de corte de 25 kg/m<sup>2</sup> (sobrepeso) y 30 kg/m<sup>2</sup> (obesidad). Se observa que la mayoría de los valores se concentran entre 20 y 28 kg/m<sup>2</sup>, y que existe una cola hacia la derecha (valores superiores a 32 kg/m<sup>2</sup>), lo que refleja la presencia de estudiantes con obesidad.

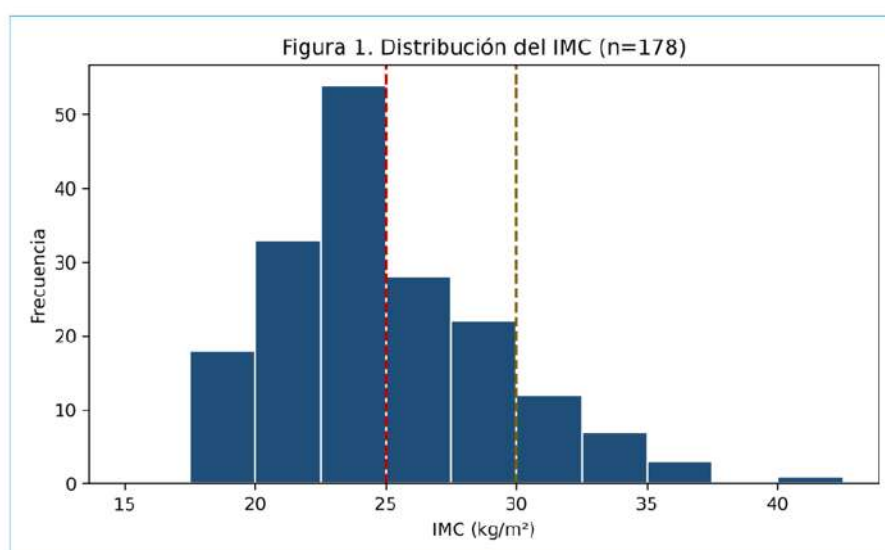
En la tabla 2 se presenta la frecuencia de IMC  $\geq 25$  kg/m<sup>2</sup> e IMC  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup> por curso. No se observó tendencia lineal significativa para IMC  $\geq 25$  kg/m<sup>2</sup> (Cochran–Armitage  $z=1,04$ ; p=0,297).

La correlación IMC–índice de actividad física fue pequeña y negativa ( $\rho=-0,074$ ; p=0,329).

El desempeño del modelo penalizado se resume en la tabla 3.

La figura 2 presenta la curva ROC (OOF) y la calibración por deciles (OOF). Consta de dos paneles: Panel A (curva ROC): muestra

**Figura 1.** Histograma de distribución del IMC en los 178 estudiantes



el equilibrio entre sensibilidad (verdaderos positivos) y 1-especificidad (falsos positivos). El área bajo la curva (AUC) fue 0,656, lo que indica una capacidad discriminativa moderada. Panel B (calibración por deciles): compara la probabilidad media predicha por el modelo (eje X) con la proporción observada de estudiantes con  $\text{IMC} \geq 25 \text{ kg/m}^2$  en cada

decil (eje Y). Los puntos se alinean cerca de la línea diagonal (ideal), lo que confirma una buena calibración. Las barras de error representan intervalos de confianza del 95% para la proporción observada.

**Tabla 2.** Frecuencia de  $\text{IMC} \geq 25 \text{ kg/m}^2$  e  $\text{IMC} \geq 30 \text{ kg/m}^2$  por curso académico (n178)

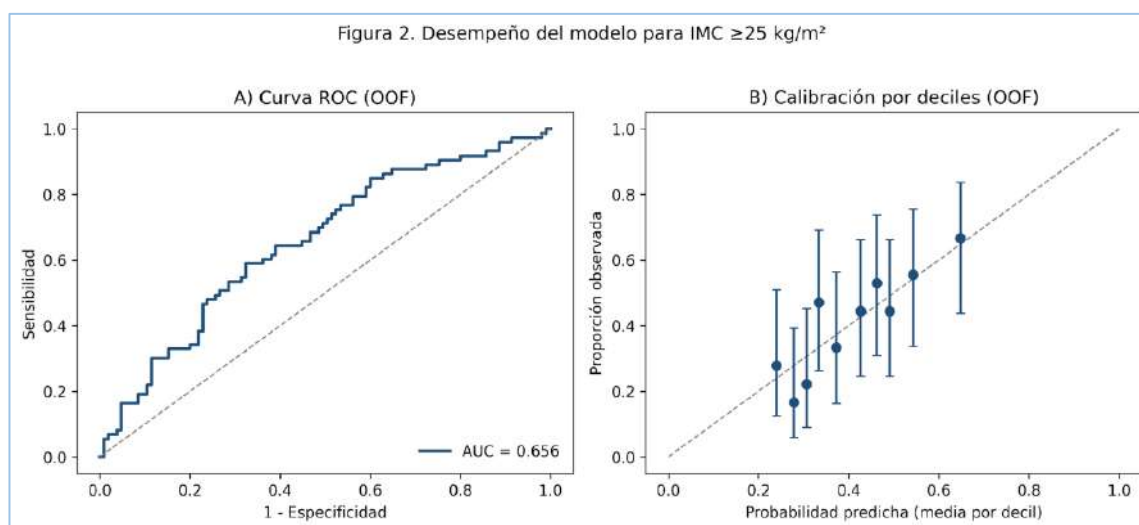
Curso	IMC $\geq 25$ kg/m <sup>2</sup> , n (%)	IC 95% (IMC $\geq 25$ kg/m <sup>2</sup> )	IMC $\geq 30$ kg/m <sup>2</sup> , n (%)	IC 95% (IMC $\geq 30$ kg/m <sup>2</sup> )
1° (n 48)	17 (35,4)	23,4–49,6	6 (12,5)	5,9–24,7
2° (n 37)	15 (40,5)	26,3–56,5	4 (10,8)	4,3–24,7
3° (n 26)	9 (34,6)	19,4–53,8	3 (11,5)	4,0–29,0
4° (n 18)	10 (55,6)	33,7–75,4	4 (22,2)	9,0–45,2
5° (n 37)	17 (45,9)	31,0–61,6	3 (8,1)	2,8–21,3
6° (n 12)	5 (41,7)	19,3–68,0	3 (25,0)	8,9–53,2

IC 95% de Wilson

**Tabla 3.** Desempeño y calibración del modelo penalizado (OOF)

Desenlace	AUC (OOF)	IC 95% AUC	Brier	Intercepto (calib.)	Pendiente (calib.)	Hosmer-Lemeshow p
IMC $\geq 25$ kg/m <sup>2</sup>	0,656	0,572–0,736	0,226	0,006	1,022	0,864

**Figura 2.** Desempeño del modelo para  $\text{IMC} \geq 25 \text{ kg/m}^2$ .



**Tabla 4.** Modelo logístico ajustado para IMC  $\geq 25$  kg/m<sup>2</sup> (OR, IC 95% y p)

Variables	OR	IC 95% inferior	IC 95% superior	p
Constante	0,10	0,03	0,38	<0,001
Sexo masculino (vs femenino)	3,21	1,65	6,25	<0,001
Edad (años)	1,05	1,00	1,11	0,048
Índice de actividad física (z)	0,66	0,46	0,95	0,024
Curso (1-6)	1,08	0,88	1,31	0,471

Modelo no penalizado para interpretación; el modelo principal es *elastic-net*.

**Tabla 5.** Importancia por permutación ( $\Delta$ AUC) — Top 10 predictores (IMC  $\geq 25$  kg/m<sup>2</sup>)

Variables	$\Delta$ AUC media	IC 95% inferior	IC 95% superior
Sexo masculino	0,107	-0,033	0,273
Índice de actividad física (z)	0,028	-0,084	0,103
Edad (años)	0,023	-0,076	0,100
Alcohol (frecuencia)	0,007	-0,065	0,057
Almuerzo (frecuencia)	0,001	0,000	0,014
Tipo de alcohol	0,000	0,000	0,000
Cena (frecuencia)	-0,001	-0,010	0,003
Desayuno (frecuencia)	-0,002	-0,032	0,006
Curso (1-6)	-0,005	-0,057	0,021
Bebidas azucaradas (frecuencia)	-0,013	-0,075	0,000

La tabla 4 presenta un modelo logístico ajustado no penalizado como complemento interpretativo.

La tabla 5 muestra la importancia por permutación ( $\Delta$ AUC) de los predictores con mayor contribución al desempeño.

## DISCUSIÓN

En esta cohorte de estudiantes de medicina se observó una proporción sustancial de sujetos en rangos de IMC  $\geq 25$  kg/m<sup>2</sup>, con diferencias por sexo. Este patrón coincide con estudios que muestran altas frecuencia de IMC en estudiantes de medicina, especialmente en hombres. Además, repor-

tes recientes en estudiantes de medicina han asociado el IMC con otros marcadores fisiológicos y determinantes conductuales, lo que refuerza la necesidad de integrar prevención y autocuidado durante la formación<sup>3-5</sup>.

Aunque la prueba de tendencia lineal por curso no fue significativa, las variaciones entre cursos sugieren que el riesgo puede fluctuar en relación con cambios curriculares, periodos de exámenes o transiciones a rotaciones clínicas. Estudios prospectivos en universitarios muestran que la ganancia de peso y los cambios de composición corporal pueden acumularse a lo largo de varios años, y no restringirse al primero. Por ello, los hallazgos trans-

versales deben interpretarse como una fotografía que justifica el seguimiento longitudinal y la evaluación de periodos críticos<sup>1,2</sup>.

En Paraguay, informes nacionales y estudios universitarios han descrito factores de riesgo cardiometabólicos y patrones de actividad física en la población joven. En este contexto, cuantificar la frecuencia de rangos elevados de IMC en estudiantes de medicina permite orientar acciones institucionales de prevención. El enfoque debe priorizar salud y bienestar, evitando mensajes estigmatizantes y facilitando el acceso a entornos saludables en campus<sup>7,8</sup>.

#### **Interpretación del modelo predictivo: discriminación, calibración y utilidad**

En términos prácticos, el modelo logró una capacidad moderada para diferenciar a los estudiantes con sobrepeso de los que no lo tenían (discriminación), y sus predicciones fueron precisas en cuanto a la probabilidad real de tener sobrepeso (calibración). Esto significa que, aunque el modelo no es perfecto, sí es útil para estimar riesgos a nivel grupal y orientar estrategias preventivas en la universidad. Por ello, se reportó intercepto y pendiente de calibración, además de calibración por deciles, en línea con recomendaciones TRIPOD y con argumentos metodológicos recientes que destacan la calibración como un 'talón de Aquiles' de la analítica predictiva<sup>10-12</sup>.

#### **Rigor metodológico y estabilidad del modelo**

La regularización *elastic-net* combina penalización L1 y L2, facilitando selección y estabilidad cuando existe correlación entre predictores. La validación cruzada estratificada y el uso de predicciones *out-of-fold* reducen el sesgo optimista del desempeño. Sin embargo, guías metodológicas recomiendan planificar validación externa antes de aplicar modelos fuera de

la cohorte de desarrollo, y valorar adecuación del tamaño muestral y número de eventos para garantizar estabilidad y minimizar sobreajuste<sup>13,14,16,23</sup>.

#### **Interpretabilidad y priorización de acciones**

La importancia por permutación sugiere que el sexo masculino es el predictor con mayor contribución al desempeño, seguido por actividad física y edad. Este enfoque permite priorizar variables relevantes sin asumir causalidad. En términos prácticos, estos resultados apoyan intervenciones universales complementadas con acciones selectivas dirigidas a subgrupos con mayor necesidad, siempre bajo principios de confidencialidad y equidad<sup>3,4,15</sup>.

#### **Implicancias clínicas y para la práctica**

En el entorno universitario, se sugiere un enfoque multicomponente que actúe sobre el ambiente alimentario (oferta y precios), oportunidades de actividad física y componentes de bienestar (estrés y sueño). En estudiantes de medicina, la integración del autocuidado como competencia transversal puede beneficiar la salud del estudiante y reforzar la coherencia profesional, con potencial impacto en la consejería futura<sup>6,24</sup>.

#### **Limitaciones**

El diseño transversal limita las inferencias temporales y no permite estimar trayectorias individuales. Diversas variables conductuales pueden incluir error de medición. La muestra proviene de una institución; por ello, la generalización del modelo requiere validación externa y, eventualmente, recalibración local, conforme a recomendaciones TRIPOD<sup>9,10,12</sup>.

#### **Recomendaciones**

Se recomienda: (i) validar externamente el modelo en otras universidades (públicas y privadas) y en cohortes de diferentes regiones, (ii) evaluar necesidad de recalibración al transportar el modelo, y (iii)

mejorar medición de hábitos y actividad física con instrumentos validados u objetivos. Además, se sugiere incorporar determinantes no medidos (estrés, sueño, condiciones socioeconómicas) en estudios futuros, y evaluar la eficacia de intervenciones institucionales mediante diseños longitudinales o cuasiexperimentales<sup>4,11,12,23</sup>.

### Conclusiones

En estudiantes de medicina (n178), la frecuencia de IMC  $\geq 25$  kg/m<sup>2</sup> fue 41,0% (IC 95% 34,0–48,4) y la de IMC  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup> fue 12,9% (IC 95% 8,8–18,6). El modelo *elastic-net* para IMC  $\geq 25$ kg/m<sup>2</sup> mostró discriminación moderada y calibración adecuada en validación interna. Se recomienda validación externa y evaluación de intervenciones preventivas universitarias basadas en evidencia.

### Conflictos de interés

Los autores no declaran conflictos de interés comercial.

### Contribución de los autores

Todos los autores han contribuido para la recolección y análisis de datos, redacción y aprobación final del manuscrito.

### Financiamiento

Autofinanciado.

### Disponibilidad de datos

Los datos utilizados en este estudio están disponibles en: [https://www.revistaspmi.org.py/bd/2026/39\\_26\\_base\\_de\\_datos.xlsx](https://www.revistaspmi.org.py/bd/2026/39_26_base_de_datos.xlsx)

### Revisión por pares

Este artículo fue evaluado mediante proceso de revisión por pares a doble ciego, acorde a las políticas de transparencia editorial de la revista. Los revisores autorizaron que sus nombres y dictámenes fueran publicados. Las observaciones y comentarios emitidos por los revisores fueron considerados por los autores, quienes aplicaron las

modificaciones necesarias a la versión final publicada. Los dictámenes de los revisores pueden consultarse en el siguiente enlace: [https://www.revistaspmi.org.py/dictamenes/2026/39\\_26\\_dictamenes.pdf](https://www.revistaspmi.org.py/dictamenes/2026/39_26_dictamenes.pdf)

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Deliens T, Deforche B, Chapelle L, Clarys P. Changes in weight and body composition across five years at university: a prospective observational study. PLoS One [Internet]. 2019 [cited 2025 Jul 15];14(11):e0225187. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31721793/>
2. Gropper SS, Simmons KP, Connell LJ, Ulrich PV. Changes in body weight, composition, and shape: a 4-year study of college students. Appl Physiol Nutr Metab [Internet]. 2012 [cited 2025 Jul 15];37(6):1118-23. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22978391/>
3. Shafiee A, Nakhaee Z, Bahri RA, Amini MJ, Salehi A, Jafarabady K, et al. Global prevalence of obesity and overweight among medical students: a systematic review and meta-analysis. BMC Public Health [Internet]. 2024 [cited 2025 Jul 15];24(1):1673. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/38915047/>
4. Szemik S, Zieleń-Zynek I, Szklarek E, Kowalska M. Prevalence and determinants of overweight or obesity among medical students over a 2-year observation. Front Nutr [Internet]. 2024 [cited 2025 Jul 15];11:1437292. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39234290/>
5. Song L, Li J, Yu S, Cai Y, He H, Lun J, et al. Body mass index is associated with blood pressure and vital capacity in medical students. Lipids Health Dis [Internet]. 2023 [cited 2025 Jul 15];22(1):174. Available from:

<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37853414/>

6. Frank E, Breyan J, Elon L. Physician disclosure of healthy personal behaviors improves credibility and ability to motivate. *Arch Fam Med* [Internet]. 2000 [cited 2025 Jul 15];9(3):287-90. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10728118/> Subscription required

7. Ministerio de Salud Pública y Bienestar Social. Instituto Nacional de Alimentación y Nutrición (INAN). Situación nutricional de escolares y adolescentes del Paraguay [Internet]. Asunción: Instituto Nacional de Alimentación y Nutrición; 2023. [citado 28 Ene 2026]. Disponible en: <https://www.inan.gov.py/site/?p=7902>

8. Alfonso Cardozo EB, González Vázquez GS, Viveros G, Ortiz Rolón A, Méndez J, Galeano D. Presencia de factores de riesgo para el desarrollo del síndrome metabólico en estudiantes universitarios, Paraguay, 2023. *Rev. Nutr. Clin. Metab* [Internet]. 2024 [citado 15 Jul 2025];7(4):18-27. Disponible en: <https://revistanutricionclinicametabolismo.org/index.php/nutricionclinicametabolismo/article/view/650>

9. von Elm E, Altman DG, Egger M, Pocock SJ, Gøtzsche PC, Vandenbroucke JP. The Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies. *PLoS Med* [Internet]. 2007 [cited 2025 Jul 15];4(10):e296. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17941714/>

10. Collins GS, Reitsma JB, Altman DG, Moons KGM. Transparent reporting of a multivariable prediction model for individual prognosis or diagnosis (TRIPOD): the TRIPOD statement. *BMJ* [Internet]. 2015 [cited 2025 Jul 15];350:g7594. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25569120/>

11. Moons KGM, Altman DG, Reitsma JB, Ioannidis JPA, Macaskill P, Steyerberg EW,

et al. Transparent reporting of a multivariable prediction model for individual prognosis or diagnosis (TRIPOD): explanation and elaboration. *Ann Intern Med* [Internet]. 2015 [cited 2025 Jul 15];162:W1-73. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25560730/>

12. Van Calster B, McLernon DJ, van Smeden M, Wynants L, Steyerberg EW. Calibration: the Achilles heel of predictive analytics. *BMC Med* [Internet]. 2019 [cited 2025 Jul 15];17:230. Available from: [https://www.researchgate.net/publication/337962983\\_Calibration\\_The\\_Achilles\\_heel\\_of\\_predictive\\_analytics](https://www.researchgate.net/publication/337962983_Calibration_The_Achilles_heel_of_predictive_analytics)

13. Zou H, Hastie T. Regularization and variable selection via the elastic net. *J.R. Statist. Soc. B* [Internet]. 2005 [cited 2025 Jul 15];67(Part 2):301-320. Available from: [https://hastie.su.domains/Papers/B67.2%20\(2005\)%20301-320%20Zou%20&%20Hastie.pdf](https://hastie.su.domains/Papers/B67.2%20(2005)%20301-320%20Zou%20&%20Hastie.pdf)

14. Friedman J, Hastie T, Tibshirani R. Regularization paths for generalized linear models via coordinate descent. *J Stat Softw* [Internet]. 2010 [cited 2025 Jul 15];33(1):1-22. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20808728/>

15. Altmann A, Toloşi L, Sander O, Lengauer T. Permutation importance: a corrected feature importance measure. *Bioinformatics* [Internet]. 2010 [cited 2025 Jul 15];26(10):1340-7. Available from: <https://academic.oup.com/bioinformatics/article/26/10/1340/193348?login=false>

16. Steyerberg EW. *Clinical prediction models: A practical approach to development, validation, and updating*. 2nd ed. Switzerland: Springer; 2019

17. World Health Organization. Body mass index (BMI) [Internet]. Geneva: WHO; 2026 [citado 2026 Ene 28]. Disponible en: <https://www.who.int/data/gho/data/themes/topics/topic-details/GHO/body-mass-index>

18. International Committee of Medical Journal Editors. Recommendations for the Conduct, Reporting, Editing, and Publication of Scholarly Work in Medical Journals [Internet]. ICMJE; 2026 [cited 2026 Ene 28]. Available from: <https://icmje.org/recommendations>

19. Wilson EB. Probable inference, the law of succession, and statistical inference. J Am Stat Assoc [Internet]. 1927 [cited 2025 Jul 15];22(158):209-12. Available from: [https://www.jhanley.biostat.mcgill.ca/c607/ch08/wilson\\_jasa\\_1927.pdf](https://www.jhanley.biostat.mcgill.ca/c607/ch08/wilson_jasa_1927.pdf)

20. Cochran WG. Some methods for strengthening the common  $\chi^2$  tests. Biometrics [Internet]. 1954 [cited 2025 Jul 15];10(4):417-51. Available from: <https://www.semanticscholar.org/paper/Some-Methods-for-Strengthening-the-Common-%CF%87-2-Tests-Cochran/e798116fb13f44ca8cb299b83da78a6d216042ae> Subscription required

21. DeLong ER, DeLong DM, Clarke-Pearson DL. Comparing the areas under two or more correlated receiver operating characteristic curves: a nonparametric approach. Biometrics [Internet]. 1988 [cited 2025 Jul 15];44(3):837-45. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3203132/> Subscription required

22. Brier GW. Verification of forecasts expressed in terms of probability. Mon Weather Rev [Internet]. 1950 [cited 2025 Jul 15];78(1):1-3. Available from: [https://journals.ametsoc.org/view/journal/mwre/78/1/1520-0493\\_1950\\_078\\_0001\\_vofeit\\_2\\_0\\_co\\_2.xml](https://journals.ametsoc.org/view/journal/mwre/78/1/1520-0493_1950_078_0001_vofeit_2_0_co_2.xml)

23. Riley RD, Snell KI, Ensor J, Burke DL, Harrell Jr FE, Moons KG, Collins GS. Minimum sample size for developing a multivariable prediction model: PART II—binary and time-to-event outcomes. Stat Med [Internet]. 2019 [cited 2025 Jul 15];38(7):1276-96. Available from: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30357870/>

24. Thompson FE, Subar AF. Dietary assessment methodology [Internet]. In: Coulston AM, Boushey CJ, Ferruzzi M, Delahanty L, editors. Nutrition in the prevention and treatment of disease. 4th ed. San Diego: Academic Press; 2017. p. 5-48. [cited 2025 Jul 15]. Available from: [https://epi.grants.cancer.gov/dietary-assessment/Chapter%201\\_Coulston.pdf](https://epi.grants.cancer.gov/dietary-assessment/Chapter%201_Coulston.pdf)

## APÉNDICE

Implementación, reproducibilidad y reporte de los resultados

**Implementación en campus.** Se propone un plan de intervención escalonado: (a) intervención universal para toda la cohorte (mejoras del entorno alimentario, acceso a agua, señalización y oportunidades de movimiento), (b) intervención selectiva para riesgo intermedio (programas guiados y seguimiento), y (c) intervención indicada para riesgo alto o IMC  $\geq 30$  kg/m<sup>2</sup> (evaluación clínica, consejería nutricional y seguimiento). Este enfoque combina eficiencia y equidad, al mantener un componente universal que reduce estigmatización<sup>4,12</sup>.

**Recalibración y mantenimiento.** Al aplicar el modelo en nuevas cohortes, la prevalencia y la distribución de predictores pueden cambiar. Se recomienda evaluar la calibración periódicamente (intercepto y pendiente) y recalibrar cuando corresponda, ya que modelos con buena calibración interna pueden perderla al transportarse a nuevos contextos<sup>11,12,16</sup>.

**Reproducibilidad y auditoría.** Para garantizar reproducibilidad se recomienda mantener un repositorio institucional con diccionario de variables, script de depuración, script de análisis y versiones congeladas del dataset depurado. Esto facilita auditorías y asegura la consistencia entre texto, tablas y figuras. Para el

proceso editorial, se sugiere adjuntar checklists STROBE/TRIPOD y describir con precisión manejo de faltantes, selección de hiperparámetros y métricas<sup>9,10,18</sup>.

**Mejora de medición.** Los predictores autorreportados pueden introducir error de medición. En futuras cohortes, se recomienda fortalecer la medición dietaria con metodologías validadas (p. ej., recordatorios de 24 horas o diarios) y la actividad física con mediciones objetivas cuando sea posible. Esto puede aumentar señal predictiva y utilidad práctica para intervenciones<sup>16,24</sup>.

**Evaluación de impacto.** La implementación institucional debe incluir un plan de evaluación con indicadores de proceso (participación, adherencia), resultado (cambios en IMC y conductas), y equidad (brechas por sexo/curso). Diseños antes-después con mediciones repetidas o diseños cuasi-experimentales pueden proporcionar evidencia pragmática.

**Comunicación de riesgo.** Si se usa el modelo para estratificación, la comunicación debe ser centrada en bienestar y salud, con confidencialidad y consentimiento para seguimiento.

**Uso del modelo.** El modelo no debe emplearse para etiquetar o sancionar, sino para ofrecer apoyos escalonados<sup>9,10,12,18</sup>.