



Facultad de Estudios Superiores  
**IZTACALA**

# **Análisis de somnolencia y hábitos de salud en pacientes con apnea del sueño mediante Red Neuronal Artificial**

## *Analysis of drowsiness and health habits in patients with sleep apnea using Artificial Neural Network*

Aguilera-Sosa Víctor R<sup>1</sup>, Arias González Leticia<sup>1</sup>,  
Santa-Miranda Rafael<sup>2</sup>, Pérez Vielma Nadia Mabel<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Sección de Posgrado e Investigación, ESM. Doctorado en Investigación en Medicina, Instituto Politécnico Nacional, CDMX, México.

<sup>2</sup> Clínica de Trastornos del Sueño del Departamento de Fisiología, Facultad de Medicina, Universidad Nacional Autónoma de México. Hospital General. CDMX, México.

<sup>3</sup> Sección de Posgrado e Investigación, CICS-UST, Instituto Politécnico Nacional, CDMX, México.

**Recibido: 2023-08-27**

**Revisado: 2023-09-14**

**Aceptado: 2024-04-24**

**Autor de correspondencia:** [vaguilera@ipn.mx](mailto:vaguilera@ipn.mx) & [psicologiaonline117@gmail.com](mailto:psicologiaonline117@gmail.com) (V.R. Aguilera-Sosa)

**Conflicto de intereses:** Los autores declaran no tener conflicto de intereses.

### **Resumen.**

La OB es uno de los principales factores de riesgo para el Síndrome de apnea obstructiva del sueño (SAOS), que a su vez es generadora de somnolencia diurna. Los hábitos y estilos de vida, en conjunto con factores sociodemográficos, pueden explicar los niveles de somnolencia. **Objetivo:** generar una Red Neuronal Artificial para identificar pesos sinápticos de los hábitos de salud, que incluye a la sobre y sub ingesta, IMC, y factores sociodemográficos, en una n=140 de pacientes entre 18-65 años que acudieron a la Clínica de Trastornos del Sueño, de la UNAM,  $IMC \geq 25$  kg / m<sup>2</sup> y con un SAOS de grave a moderada, tratados con CPAP (presión positiva continua en las vías respiratorias). **Método:** estudio a conveniencia, transversal, exploratorio, cuantitativo, y explicativo. **Resultados:** el IMC, la sobre ingesta, los antojos, la sub ingesta, y las expectativas para bajar de peso, tiene pesos sinápticos cada una por >60%. De las variables sociodemográficas, la escolaridad y padecer alguna comorbilidad, tuvieron pesos sinápticos de 46% cada una. **Conclusiones:** el IMC, y las conductas de salud, con puntos de

corte en riesgo, explican a la somnolencia. Estos hallazgos nos permiten identificar con modelos no lineales, la importancia por separado que tiene las variables psicológicas y sociodemográficas en la somnolencia en sujetos con SAOS.

**Palabras clave:** Somnolencia, IMC, estilo de vida, Red Neuronal Artificial, factores sociodemográficos.

**Abstract.** Obesity is one of the main risk factors for Obstructive Sleep Apnea Syndrome (OSAS), which in turn causes daytime sleepiness. Habits and lifestyles, together with sociodemographic factors, can explain the levels of sleepiness in relation to OSAS. **Objective:** to generate an Artificial Neural Network to identify the difference in the synaptic weights of health habits, which includes over and under intake, BMI, and sociodemographic factors, in  $n=140$  of patients between 18-65 years of age who attended to the Sleep Disorders Clinic, UNAM,  $BMI \geq 25$  kg/m<sup>2</sup> and with severe to moderate OSAS, treated with CPAP (continuous positive airway pressure). **Method:** convenience, cross-sectional, exploratory, quantitative, and explanatory study. diagnosed with moderate to severe OSAS. **Results:** BMI, over-eating, cravings, under-eating, and expectations for weight loss each have synaptic weights by  $>60\%$ . Of the sociodemographic variables, schooling and suffering from some comorbidity, had synaptic weights of 46% each. **Conclusions:** the BMI, and health behaviors, with cut-off points at risk, explain sleepiness. These findings allow us to identify, with non-linear models, the separate importance of psychological and sociodemographic variables in sleepiness in subjects with OSAS.

**Keywords:** Sleepiness, BMI, lifestyle, Artificial Neural Network, sociodemographic factors.

## Introducción

La apnea obstructiva del sueño (SAOS) es el colapso de las vías aéreas superiores durante el sueño, y se da, cuando los músculos de la garganta se relajan durante la fase de hipotonía, acompañada de disminución del oxígeno en sangre o hipoxia, fragmentación del sueño, y durante el día, hipersomnolencia. El SAOS tiene alta prevalencia en pacientes con obesidad (OB), lo que es de alto riesgo para el aumento nuevamente de adipositos, cardiopatía, accidentes laborales o de tráfico, disfunción eréctil, diabetes mellitus tipo 2, e incluso la muerte por EVC o ataque al miocardio (Bonsignore, 2021).

## Obesidad

Aproximadamente un 50% de los pacientes con OB e incluso con sobrepeso, son comórbiles a SAOS u a otro trastorno del sueño, incluso, a mayor IMC la agudeza y frecuencia del SAOS es mayor, llegando incluso

al 90% en pacientes con OB mórbida. Hasta ahora, la forma más confiable para su diagnóstico, es mediante la polisomnografía, sin embargo, se pueden aplicar instrumentos para evaluar somnolencia, como un método indirecto (Kuvat, Tanriverdi & Armutcu, 2020).

Thorn et al. (2017), encontraron que los sujetos con SAOS eran más resistentes a la insulina, tenían un flujo sanguíneo de TA en reposo mayor, además de haber alta correlación con marcadores pro inflamación como IL-6 y MCP-1, mayor proclividad a fibrosis, mayor expresión de HIF1A, y una reducción de la adipogénesis (Knight, Pastel, McCulloch, Patel, Shore, Kos, 2017).

## Somnolencia

La somnolencia excesiva diurna (SED) es un fenómeno fisiológico y conductual, definido como el incremento del nivel de sueño durante el día que impide el funcionamiento del sujeto, con repercusiones cognitivas, emocionales, conductuales, sociales y

metabólicas. La SED es comórbil a trastornos del ánimo, como depresión y ansiedad, narcolepsia, SAOS, insomnio, síndrome de piernas inquietas, hábitos del sueño disfuncionales, y disrupción del ciclo circadiano (Duong-Quy et al., 2018).

En el Estado de México, aplicaron el EPWORTH a una *n* de 257 adultos, de ambos géneros, y encontraron que un 33.4% padecía SED; al analizarlos por sexo, un 19.4% de hombres, y 11.9% de mujeres la padecían; cuando los compararon por nivel de riesgo, se obtuvo un O.R. de 4.1 para los hombres > 50 años, riesgo cuatro veces mayor que la mujer de presentar SED (Tlatoa-Ramírez, Ocaña-Servín, Márquez-López, Bermeo-Méndez & Gallo-Avalos, 2015). Los resultados de somnolencia al analizarla por estado civil, género y sexo, no son contundentes, ejemplo de ello, es el trabajo de López-Meza y su grupo (2006), en donde no encontraron correlación entre la somnolencia y el género, aunque sí por grado escolar e IMC.

### Hábitos de salud y sueño

Se evaluó la relación de hábitos y estilos de vida, con el nivel de somnolencia, en norteamericanos, del año 2017 al 2020, el principal hallazgo, fueron las variaciones en los hábitos de sueño dependientes de los días laborales, fines de semana, días festivos, y vacaciones, con mayor duración del sueño y fases más tardías de sueño. De los trastornos del sueño con mayor prevalencia, fueron la privación del dormir, desfase horario social crónico, y SED (Di et al, 2022).

En cuanto a los predictores del nivel de somnolencia en pacientes con SAOS, se sabe que a > edad, IMC > 26, la SaO<sub>2</sub> (SaO<sub>2</sub><90%), explican mayores puntajes en los instrumentos aplicados para su diagnóstico (Sierra., Sánchez, BuenaCasal, Ambrosio & ViruésOrtega, 2007). Gallego-Gómez y su grupo (2021), encontraron en estudiantes de enfermería, un cronotipo vespertino con sueño corto, alta prevalencia de malos hábitos de sueño, asociando a bajo rendimiento académico, y acompañados de un patrón de sueño corto. En otro estudio, pero en hospitales de Michigan Estados Unidos, reportaron una duración promedio del sueño de 6 horas 37 minutos, un 50% dormía siestas durante el día, el 76,2 % de las mujeres dieron positivo en la

detección de alteraciones significativas del sueño. Solamente un 3% padecía SAOS, aunque un 30,6 % informaron que roncaban, el 5% tenían problemas para respirar durante la noche, y el 9,1 % se despertaban sin aliento. Se encontró correlación alta con IMC (Kalmbach et al., 2019).

En una revisión sistemática de Dobbie et al. (2023), recalcaron una correlación entre la OB, la depresión, y baja autoestima, probablemente provocado por la desregulación del eje Hipotalámico-hipofisiario- adrenal. Por otro lado, destacaron la importancia de evaluar la presencia de trastornos alimentarios, como atracón, que tiene relación con la conducta de sobre ingesta, y bulimia nerviosa, compatible con sub ingesta y sobre ingesta (Dobbie, Coelho, Crane & McGowan, 2023).

Con el avance de la inteligencia artificial y del desarrollo de programas para ejecutar ciencia de datos, se ha ampliado la aplicación de las RNA en el área de la salud, tanto para mejora los diagnósticos, como para predecir la mejor intervención, toma de decisiones bajo riesgo en casos difíciles, uso de medicamentos, desarrollo de vacunas, o incluso para predecir cambios en el ARN de los virus (Shahid, Rappon & Berta, 2019).

En las ciencias y medicina del sueño ya hay basta investigación referente al uso de las RNA, principalmente, en SAOS, SAOS y obesidad, SAOS y CPAP, SAOS y el uso de fármacos, análisis de características polisomnográficas y clínicas en trastornos neuropsiquiátricos, polisomnografía, clasificación de etapas de sueño en hogares, para minimizar los costos de los estudios de sueño para la predicción del SAOS, para el análisis eficiente del CO<sub>2</sub>, y más (Teferra et al., 2014; Li et al., 2018; Malafeev et al., 2018; Gagliano et al., 2021; Yeckle, 2023).

Falta literatura científica que identifique la importancia que tienen por una parte los hábitos, y estilos de vida, acompañados de factores sociodemográficos, como son el sexo, la escolaridad, el estado civil, la comorbilidad, y tener o no cuidador primario, en el nivel de somnolencia diurna en participantes con SAOS, tratados con CPAP, de la CDMX. Por otra parte, la mayoría de los estudios usan modelos lineales para explicar fenómenos diversos, y por lo tanto, el fenómeno de la salud-contexto, presentan limitaciones para poder integrar variables categóricas y de razón, además que el nivel de error es mayor, a diferencia de

las redes neuronales, además de que estas, permiten ejecutar varias pruebas hasta encontrar el menor error esperado mediante aprendizaje autónomo de la propia red, y por último, cada variable de entrada (independiente) (Mena & Montecinos, 2006; Morales, Zamora, Vásquez, Porras, y López, 2018), tiene un peso que pronostica a la variable de salida (dependiente), Por lo tanto, nos preguntamos, ¿qué peso sináptico tendrán las variables clínicas, las sociodemográficas, los hábitos de alimentación-salud, y el IMC para predecir a la somnolencia con una RNA con método de función de activación tangente hiperbólica, y retro propagación?

El objetivo de esta investigación, fue determinar los pesos sinápticos de variables clínicas, sociodemográficas, de hábitos de alimentación-salud, y de IMC para predecir la somnolencia, con una RNA con método de función de activación tangente hiperbólica, y retro propagación. Hipotetizamos, que los hábitos de alimentación-salud, principalmente la sobre ingesta, la sub ingesta, los antojos, y la sociodemográficas, como tener o no cuidador primario, el estado civil, las comorbilidades y el IMC tendrán sinapsis  $>80$  para predecir a la somnolencia, con el uso de una con una RNA con método de función de activación tangente hiperbólica, y retro propagación.

## Métodos

### Diseño

Se trató de un estudio a conveniencia, transversal, exploratorio, cuantitativo, y predictivo.

### Sujetos

Se trató de una  $n=140$  adultos diagnosticados con SAOS de moderada a grave, reclutados en la Clínica de Trastornos del Sueño UNAM, Sede Hospital General, de la CDMX, México. La selección de los participantes, la lectura y firma del consentimiento informado, las entrevistas, la recopilación de datos, el seguimiento, y la entrega de resultados, se llevaron a cabo en la Clínica, por medio de la plataforma: [ibsi.online/unidades\\_mixtas/timeline.php](https://ibsi.online/unidades_mixtas/timeline.php).

### Criterios de inclusión

Hombres y mujeres asistentes a la Clínica de Trastornos del Sueño con un rango de edad de 18-65 años,  $IMC \geq 25$  kg / m<sup>2</sup>, diagnóstico reciente de SAOS (moderado a severo), tratamiento con CPAP, que no participaran en algún otro programa de pérdida de peso; presencia de cualquier otro trastorno primario del sueño.

### Criterios de exclusión

Padecimiento de algún trastorno mental (incluyendo depresión, ansiedad y adicción al alcohol u otras sustancias), u otra enfermedad orgánica severa, excepto aquellas comórbidas con SAOS como EPOC. Uso regular de medicamentos neurolépticos, sedantes o hipnóticos, o cualquier otro medicamento que pueda causar trastornos del sueño o aumento de la somnolencia diurna.

### Procedimiento

El reclutamiento de participantes se realizó en la Clínica de Trastornos del sueño de la Facultad de Medicina sede UNAM, en el 2019 y 2020. Se llevó a cabo una breve plática para los participantes potencialmente interesados en participar en el estudio. Se obtuvieron firmas de consentimiento informado de los participantes que cumplieran con los criterios, y se acordaron las citas para la evaluación. Al finalizar las mediciones, los participantes se integraron a una intervención para aumentar adherencia al CPAP, modificación de hábitos y estilos de vida, mediante una intervención cognitivo conductual, en la modalidad on line individual, por el inicio de la pandemia. Durante la entrevista, se aplicaron los instrumentos, se midió el IMC ( $IMC = \text{Peso (kg)} / \text{altura (m)}^2$ ) (báscula de bioimpedancia, Inbody), también se obtuvieron los datos sociodemográficos y clínicos. Subsiguientemente al obtener los resultados de las puntuaciones de los instrumentos, se vació en una base de datos en el SPSS, para correr los análisis descriptivos y la RNA.

## Instrumentos

OQ, Cuestionario de sobre-ingesta alimentaria (O'Donnell & Warren, 2007), se puede aplicar a partir de los 9 años de edad, validez de .82 y confiabilidad del .88. Se aplica en la forma de autoinforme, de 80 ítems en escala Likert (0 nada, a 4 muchísimo) divididos en 12 escalas: dos para la validez, y seis de actitudes y hábitos relacionados con el comer:

- Sobre-ingesta alimentaria, Sub-ingesta alimentaria, Antojos alimentarios,
- Expectativas relacionadas con comer, Racionalizaciones, Motivación para bajar de peso, y cuatro escalas para hábitos generales de salud, Imagen corporal, Aislamiento social y Alteración afectiva. Puntos de corte: defensividad (>20 riesgo), sobre ingesta (<15 riesgo), sub ingesta (>12 riesgo), antojos (> 11 riesgo), expectativas para bajar de peso (> 11 riesgo), racionalización (> 7 riesgo), motivación (< 2 riesgo), salud (< 6 riesgo), imagen corporal (<5 riesgo), aislamiento (> 13 riesgo), y afectividad (> 13 riesgo).

La EPWORTH está validada en población mexicana, es un instrumento de auto aplicación constituido por ocho ítems que miden somnolencia ante ocho tipos de estímulos, en su mayoría monótonas. Cada reactivo de 0-3, (0 significa nula probabilidad de quedarse dormido y 3 alta probabilidad). Se realiza sumatoria de cada ítem, con un rango de 0-24: puntuación total < a 10 es considerada normal, 10-12 somnolencia marginal, > a 12 sugestiva de somnolencia excesiva. Tiene una  $\alpha$  de Cronbach = 0.90, confiabilidad test-retest ( $\rho = 0.81$ ). (Sandoval-Sandoval R., Alcalá-Lozano R., Herrera-Jiménez I. & Jiménez-Genchi A., 2013).

Báscula de bioimpedancia (InBody 120 Analizador de Composición Corporal DSM BIA Multifrecuencia Segmental), mide peso, IMC, porcentaje de masa magra, grasa, agua y distribución.

## Aspectos éticos

El estudio se ajustó a los últimos principios éticos revisados para la investigación médica que involucra sujetos humanos incluidos en la Declaración de Helsinki, a su

vez se tomaron en cuenta los aspectos del Código ético del psicólogo. La aprobación del protocolo del estudio se obtuvo por el Comité de Ética en Investigación del Centro Interdisciplinario de Ciencias de la Salud, Unidad Santo Tomás del Instituto Politécnico Nacional, con dictamen de Aprobación del Protocolo con Número de Registro: CONBIOETICA 09 CEI 019 20170731, con número de registro asignado por el Comité: CEI CIC 02.

Los datos obtenidos de los participantes fueron resguardados bajo la Ley General de Protección de Datos Personales en Posesión de Autoridades, Órganos y Organismos, por lo que se garantiza el anonimato de la información obtenida. Todos los participantes recibieron información precisa sobre las evaluaciones e intervención por medio de un consentimiento informado previo a la recopilación de datos. A continuación, presentamos el método utilizado que integra a las variables de entrada, de salida y el número de capas ocultas establecidas, de la RNA (tabla 1).

## Red Neuronal Artificial

La utilización de la RNA ha aumentado en su aplicación en el área de la salud, ya que permite identificar la relación no lineal entre las variables, a partir de una simulación de redes neuronales conectadas entre sí, bajo procedimientos de inteligencia artificial. Dichas conexiones se inician de forma aleatoria, creciente, y partir de entrenamientos (pruebas) que usan las variables dependientes (salida), y las variables de entrada (independientes). Todos los datos y sujetos de la investigación, se aleatorizan, hasta llegar al 100%, lo que concluye con el aprendizaje finalizado cuando se ejecutaron todas las iteraciones, y cuyo valor final es el peso sináptico para cada variable de entrada por separado, conectada con la variable de salida. Una RNA reconoce patrones, que son altamente tolerantes a errores (Sáenz-Bajo, & Ballesteros, 2002; Méndez-Peña et al., 2022).

## Resultados

La  $x$  de edad = 47 (DS=9.1), un 44.3% padecía hipertensión, 31.4% diabetes mellitus tipo 2, y 23.9% otras

**Tabla 1. Metodología**

Variables de entrada	Factores	1	Escolaridad
		2	Estado Civil
		3	Comorbilidad
		4	Cuidador Primario
		5	IMC
		6	Sobre ingesta
		7	Sub ingesta
		8	Antojos
		9	Expectativas para bajar de peso
		10	Racionalización para comer
		11	Motivación para bajar de peso
		12	Salud
		13	Imagen corporal
		14	Aislamiento
		15	Afectividad
	<b>Covariables</b>	1	Sexo
	<b>Número de unidades</b>		159
	<b>Método de cambio de escala para covariables</b>		Estandarizado
	<b>Sujetos</b>		140
<b>Capas</b>	<b>Número de capas ocultas</b>		1
	<b>Número de unidades de capas ocultas</b>		6
	<b>Función de activación</b>		Tangente hiperbólica
<b>Salida</b>	<b>Variable dependiente (salida)</b>	1	EPWORD
	<b>Método de cambio de escala para dependientes de escala</b>		Estandarizada
	<b>Función de error</b>		Suma de cuadrados (error relativo)

patologías. La  $x$  de peso=78 (DS=10.58),  $x$  de IMC= 28 (DS=2.53);  $x$  de EPWORTH = 16 (DE=3.12). Recordar que sí los puntos de corte para esta escala, se ubican en 1 - 6 puntos: sueño normal, 7 - 8 puntos: somnolencia media, y de 9 - 24 puntos: somnolencia anómala (posiblemente patológica), el promedio de los participantes padece un problema con respecto a esta variable. Partiendo de los puntos de corte clínicos, encontramos que la variable somnolencia es alta, y la variable de salud, imagen corporal, aislamiento y afectividad se ubican clínicamente de forma negativa (baja).

Se muestran los resultados de los datos sociodemográficos, de comorbilidad o no, y de haber tenido o no cuidador primario se muestran en la tabla 2.

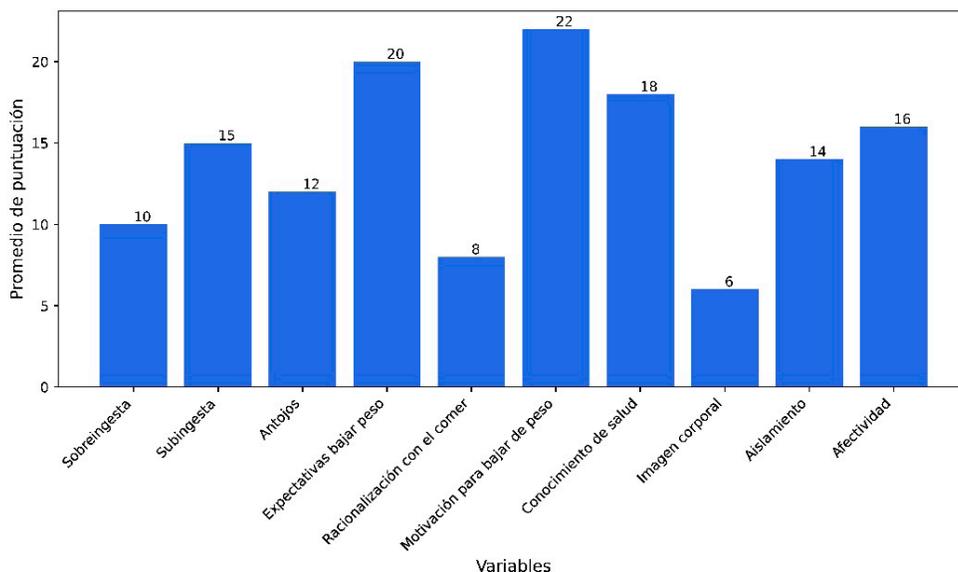
**Tabla 2. Porcentajes y frecuencias de variables sociodemográficas y de cuidador primario.**

Variable	Frecuencia	Porcentaje
Sexo		
Masculino	52	74.3
Femenino	18	25.7
Cuidador primario		
Sí	43	61.4
No	27	38.6
Escolaridad		
Primaria	5	7.1
Secundaria	13	18.6
Medio superior	26	37.1
Licenciatura	25	35.7
Posgrado	1	1.4
Estado civil		
Soltero	7	10.0
Casado	37	52.9
Divorciado	26	37.1

A continuación, se describe en la figura 1, el resultado del promedio de los puntajes del OQ de hábitos y estilos de vida, con respecto a la OB (Figura 1).

Con base en el análisis de los resultados, comparándolos con los puntos de corte, encontramos que, la sobre ingesta se ubica en nivel de (riesgo), al igual que antojos (riesgo), expectativas con bajar de peso

**Figura 1.**  
**Estadísticos descriptivos de los factores del OQ.**



(riesgo), racionalización (riesgo), e imagen corporal (límite); por otro lado, la motivación (buena), la salud (buena), la conducta de aislamiento (bueno), y afectividad (buena).

Al realizar la RNA, encontramos diversos pesos sinápticos de las variables de entrada con respecto, a la variable de salida para 11 pruebas (Figura 2).

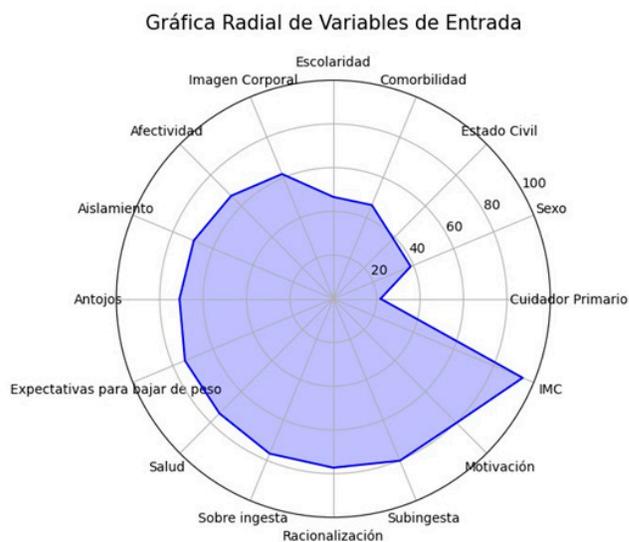
Al promediar los pesos por de las XI pruebas encontramos que, el IMC, la motivación, sub ingesta, racionalización, sobre ingesta, salud, y expectativas para bajar de peso tiene porcentajes  $\geq 70$ ; los pesos más bajos, cuidador primario, sexo, estado civil, comorbilidad, escolaridad.

En la tabla 3 presentamos los datos completos de los pesos sinápticos de las once pruebas realizadas.

El resultado de los pesos sinápticos nos ayuda a definir la potencia de una conexión sináptica entre una neurona presináptica y una postsináptica; sean positivos o negativos (excitadora o inhibitoria), que se amplía a más grupos de neuronas por la retro propagación, cuya función determina el potencial de la sinapsis, resultado de la variación entre el proceso de aleatorización automática de la RNA del número de sujetos, y por lo tanto en la diferencia de las XI pruebas que buscó relaciones (sinapsis) ocultas entre las variables de salud-alimentación, IMC, del cuidador

primario y sociodemográficas, con la somnolencia. Es importante destacar que la red aprende cuando ubica el menor nivel de error (Figura 4).

**Figura 2.**  
**Pesos sinápticos de las variables de entrada de la RNA.**



*Nota:* la gráfica de gradiente representa el peso promedio de las variables de entrada o predictivas con respecto a la variable de salida, IMC, motivación, sub ingesta, racionalización, sobre ingesta y salud, con el mayor peso sináptico, como se identifica en los gradientes de la figura.

**Tabla 3. Pesos sinápticos.**

VARIABLES DE ENTRADA	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	PROMEDIO
Cuidador Primario	19.7%	13.2%	34.8%	12.4%	17.0%	8.9%	34.1%	18.8%	18.6%	46.2%	16.2%	21.8%
Sexo	28.0%	84.6%	22.3%	31.2%	40.1%	26.8%	48.0%	22.3%	50.8%	40.3%	30.3%	38.6%
Estado Civil	53.7%	28.7%	30.1%	43.1%	37.0%	29.2%	40.8%	48.9%	36.3%	29.9%	51.0%	39.0%
Comorbilidad	46.9%	73.5%	34.8%	39.9%	41.5%	43.2%	38.5%	73.4%	44.6%	32.8%	41.5%	46.4%
Escolaridad	45.1%	53.9%	42.5%	40.0%	37.6%	24.4%	41.5%	62.6%	60.6%	66.9%	37.1%	46.6%
Imagen Corporal	38.0%	66.2%	57.6%	61.0%	76.6%	42.2%	74.4%	65.1%	67.6%	65.6%	65.5%	61.8%
Afectividad	66.9%	65.8%	67.1%	70.8%	77.2%	47.0%	79.6%	56.1%	76.4%	62.0%	63.4%	66.6%
Aislamiento	76.0%	64.4%	64.4%	96.3%	48.5%	55.6%	87.0%	63.5%	50.7%	67.7%	92.1%	69.6%
Antojos	58.1%	71.2%	79.7%	73.7%	63.1%	52.5%	64.4%	79.3%	72.9%	90.3%	74.7%	70.9%
Expectativas para bajar de peso	60.0%	73.2%	75.5%	62.4%	67.4%	71.1%	85.0%	100.0%	57.6%	62.4%	100.0%	74.0%
Salud	69.4%	63.8%	79.3%	100.0%	64.5%	86.7%	73.6%	85.2%	49.2%	68.0%	76.6%	74.2%
Sobre ingesta	63.2%	74.8%	75.5%	98.9%	69.2%	68.9%	67.2%	81.2%	75.3%	84.2%	85.2%	76.7%
Racionalización	75.6%	91.3%	79.5%	61.5%	82.8%	90.5%	71.2%	68.0%	80.1%	81.7%	68.8%	77.3%
Sub ingesta	70.9%	52.1%	95.3%	84.4%	80.0%	82.5%	99.5%	66.8%	72.2%	100.0%	79.0%	80.2%
Motivación	100.0%	100.0%	68.0%	61.2%	100.0%	67.0%	85.9%	85.5%	51.1%	77.8%	86.4%	80.3%
IMC	99.1%	85.3%	100.0%	99.1%	99.1%	100.0%	100.0%	86.9%	100.0%	91.6%	78.6%	94.5%

Nota: en color verde se representan los pesos altos, en amarillo los medios, en naranja los bajos, y en rojo los muy bajos. Posterior a la prueba XI, se ubican los promedios de los pesos sinápticos cada variable de entrada.

Fue así que, en el promedio del total de las pruebas, el IMC, seguido de la motivación para bajar de peso, la conducta de sub ingesta, la racionalización que se le da al comer en exceso, el pobre conocimiento que los usuarios tiene de la salud, las expectativas bajas para bajar de peso, los antojos que activan la conducta de sobre ingesta, el aislamiento social y los niveles altos de ansiedad, y depresión, tienen por separado pesos sinápticos < 50, por lo que en su conjunto explican a la variable somnolencia (EPWORTH). Las variables de contexto, como tener cuidador primario, el sexo, el estado Civil, padecer alguna comorbilidad, la escolaridad, presentaron pesos sinápticos en sus capas ocultas, <50% cada una.

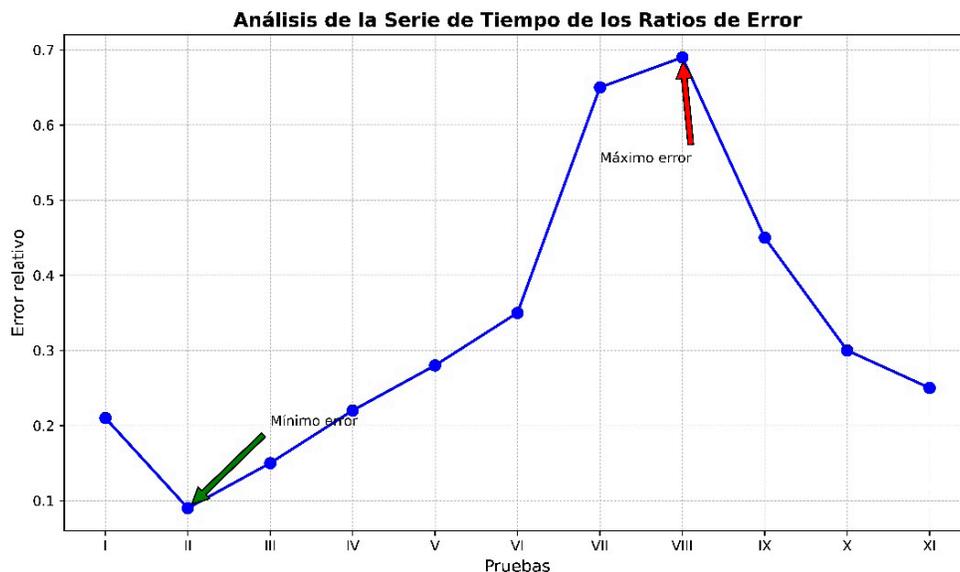
Es de destacar que las variables con mayor peso sináptico del OQ, fueron las que puntuaron en nivel de riesgo alto, en los análisis descriptivos. Para validar el

modelo de la RNA, llevamos a cabo una serie de tiempo del error relativo (Figura 4).

## Discusión

Aproximadamente un 50% de los pacientes con OB y sobrepeso, padecen SAOS y, por lo tanto, hipersomnolencia diurna excesiva. En esta investigación, fue el IMC el que tuvo el mayor peso sináptico, seguido de sub ingesta, motivación para bajar de peso, sub ingesta, racionalización para comer, sobre ingesta, salud, expectativas para bajar de peso, antojos, aislamiento, afectividad, e imagen corporal; la mayoría en zona de riesgo clínico, según los puntos de corte. Las variables sociodemográficas, a diferencia de otros estudios, no tuvieron pesos sinápticos mayores a 50%, y en especial,

Figura 4.  
Error relativo de la RNA.



Nota: el modelo es fiable, dado que la prueba XI se aleja del número 1, solamente dos de las pruebas, la VII y la VIII son cercanas al mismo; el  $x = 0.31$  ( $DS = 0.19$ ).

el sexo, fue la de menor importancia, seguida de tener cuidador primario. (Duong-Quy et al., 2018; Kuvat, Tanriverdi & Armutcu, 2020).

Por otra parte, somnolencia es comórbil a trastornos del ánimo, como depresión y ansiedad, por el efecto en la disrupción del ciclo circadiano, dato concordante con el peso sináptico de la RNA, que tuvieron ambas escalas que miden estados emocionales, afectividad y aislamiento, con pesos cercanos al 70% (Sierra, Sánchez, BuenaCasal, Ambrosio & Virués-Ortega, 2007).

En cuanto a los factores que predicen a la somnolencia en pacientes con SAOS, se sabe que a > edad, a > IMC, y  $SaO_2 < 90\%$ , son concordantes con puntajes altos del EPWORTH, en esta investigación, el promedio fue de 16 puntos, si partimos del punto de corte, este se ubica en el nivel de somnolencia anómala (Duong-Quy et al., 2018).

Lo anterior nos ayuda a reforzar lo que plantean Di et al. (2022) en relación a los hábitos y estilos de vida, y el nivel de somnolencia; en un estudio en norteamericanos, y cuyo el principal hallazgo fueron porcentajes altos en la privación del dormir, desfase horario social crónico, y somnolencia; con base en el análisis de los

resultados, comparándolos con los puntos de corte, encontramos que, la sobre ingesta se ubica en nivel de (riesgo), al igual que antojos (riesgo), expectativas con bajar de peso (riesgo), racionalización (riesgo), e imagen corporal (límite), similar a los datos que enseñaron Gallego-Gómez y su grupo en el 2021, encontraron en estudiantes de enfermería, un cronotipo vespertino con sueño corto, alta prevalencia de malos hábitos de sueño, asociando a bajo rendimiento académico, y acompañados de un patrón de sueño corto.

A diferencia de nuestros datos sociodemográficos como probables predictores, en otras investigaciones, el sexo-género, si explicaron niveles de somnolencia. De 227 sujetos analizados, encontraron que 33.4%, sufrían de sueño y cansancio durante el día, 19.4% de hombres, 11.9% del total. Al comparar el riesgo Hombre-Mujer se halló un valor de O.R. de 4.1 en hombres vs 1.0; es decir, el género masculino tuvo un riesgo cuatro veces mayor que la mujer para somnolencia excesiva diurna. En nuestro trabajo, ambos factores sociodemográficos, tanto el sexo, como la escolaridad obtuvieron pesos sinápticos por debajo de 40% (Tlatoa-Ramírez, Ocaña-Servín, Márquez-López, Bermeo-Méndez & Gallo-Avalos, 2015).

La OB y los trastornos del sueño van de la mano, hay evidencia de la correlación entre ambos fenómenos, el sueño de baja calidad impacta en el aumento de la sobre ingesta, por la mediación del por hormonas, específicamente por la baja de la leptina, y aumento de la grelina. (Rodrigues, Fiorelli, Furlan, Montano & Tobaldini, 2021); la privación del sueño provoca somnolencia diurna excesiva, cansancio, y el aumento de células grasas, e IMC; la escala de sobre ingesta alimentaria mide la tendencia a seguir comiendo aun después de haber saciado el hambre, recordar que puntuaciones bajas (<40), representan inhibición de la conducta, y mayores, la incapacidad que tiene el individuo para dejar de comer, en este trabajo, esta escala es un factor ponderal importante para la somnolencia medida por el EPWORTH, como señala la literatura científica revisada para este estudio.

Castro et al. (2018). al evaluar los antojos en pacientes obesos bajo dieta cetogénica, encontraron modificaciones positivas provocadas por la dieta en el IMC, y el porcentaje de masa grasa visceral, correlacionadas con la baja en la medición del antojo; es decir, la pérdida sostenida de peso y masa grasa se asocia con control alimentario en sujetos obesos. En nuestro estudio, la escala de antojos fue un factor importante que explica la somnolencia, en conjunto con el IMC, y la sobre ingesta, son variables que nos ayudaría a entender como la conducta desregulada, está íntimamente direccionada con el aumento de IMC y porcentaje de grasa, y, por ende, en la mala calidad del sueño, reflejada en la hipersomnolencia diurna excesiva. Por lo tanto, el manejo de los hábitos, y estilos de vida, puede impactar en la baja del IMC, porcentaje de grasa, e IMC, y por lo tanto en los niveles clínicos de hipersomnolencia diurna excesiva, nuestros datos reflejan que posiblemente el IMC está antecedido por los comportamientos de sub ingesta, antojos, expectativas para bajar de peso, salud, sobre ingesta, racionalización, la motivación, imagen corporal, la afectividad, y la conducta de aislamiento.

El uso de la inteligencia artificial y en específico, de los algoritmos para solucionar problemas, como son la RNA, modelo matemático dirigido a encontrar patrones relacionales no lineales, mediante el análisis continuo de los datos en forma aleatoria, a diferencia de las regresiones, tienen un menor error y, por lo

tanto, son más eficaces para predecir. En el estudio de Eyvazlou et al. (2020), identificaron con una RNA, el peso predictivo de los estilos de vida, los factores estresantes relacionados con el trabajo, en el sueño y el SAOS, en 16 pruebas de aprendizaje, la cual fue comparada con modelos de regresión logística. Los autores concluyen, que el uso de las RNA permite desarrollar diseño de estrategias preventivas más eficaces, que incide de manera positiva en la reducción de los costos de la atención médica.

Enlazando a la hipótesis de trabajo con nuestros hallazgos, encontramos diferencias con dicho planteamiento, principalmente con el peso sináptico en la última prueba de la RNA, verificada por el error relativo más bajo, para las variables de entrada cuidador primario y las variables sociodemográficas, todas con pesos >52%, por el contrario de Salud, el IMC, la Sub ingesta, la Sobre ingesta, la Motivación, el Aislamiento, y las Expectativas para bajar de peso, con pesos > 70%, confirmando la hipótesis alternativa, por la variación encontrada en nuestros resultados, siendo las variables de alimentación-salud las que mejor predicen a la somnolencia, por encima de las variables sociodemográficas y de cuidador primario. Hipotezando que las intervenciones psicológicas dirigidas principalmente a las variables de hábitos de alimentación y de creencias relacionadas con la conducta de comer, podrían tener un efecto positivo en el IMC y por lo tanto en el grado de somnolencia.

## Conclusión

La RNA obtuvo niveles de validez elevados, a once pruebas, medidos por la última medición del error. El IMC y los hábitos de alimentación tuvieron pesos sinápticos arriba de 70%, la somnolencia excesiva medida por el EPWORTH, tuvo puntajes medios de riesgo, al igual que las escalas la sobre ingesta antojos, expectativas con bajar de peso, racionalización, e imagen; la motivación, la salud, la conducta de aislamiento, y afectividad podrían ser factores positivos para el cambio comportamental, por otra parte, el sexo, tener cuidador primario, el estado civil, y la escolaridad explican a la somnolencia, con pesos sinápticos bajos.

## Sugerencias y limitaciones

La muestra tendría que ampliarse, así como la búsqueda de racimos equilibrados para los factores distales, y compararse con sujetos con diferentes niveles de IMC.

## Agradecimientos

A las y los participantes asistentes a la Clínica del Sueño de la UNAM, del Hospital General de México, y a los técnicos de disco laboratorio.

Esta investigación no recibió financiamiento.

## Referencias

- Bonsignore M. R. (2022). Obesity and Obstructive Sleep Apnea. *Handbook of experimental pharmacology*, 274, 181–201. [https://doi.org/10.1007/164\\_2021\\_558](https://doi.org/10.1007/164_2021_558)
- Castro, A. I., Gomez-Arbelaez, D., Crujeiras, A. B., Granero, R., Aguera, Z., Jimenez-Murcia, S., Sajoux, I., Lopez-Jaramillo, P., Fernandez-Aranda, F., & Casanueva, F. F. (2018). Effect of A Very Low-Calorie Ketogenic Diet on Food and Alcohol Cravings, Physical and Sexual Activity, Sleep Disturbances, and Quality of Life in Obese Patients. *Nutrients*, 10(10), 1348. <https://doi.org/10.3390/nu10101348>
- Di, H., Guo, Y., Daghlas, I., Wang, L., Liu, G., Pan, A., Liu, L., & Shan, Z. (2022). Evaluation of Sleep Habits and Disturbances Among US Adults, 2017-2020. *JAMA network open*, 5(11), e2240788. <https://doi.org/10.1001/jamanetworkopen.2022.40788>
- Dobbie, L.J., Coelho, C., Crane, J. et al. (2023). Clinical evaluation of patients living with obesity. *Intern Emerg Med.*, 18, 1273–1285 <https://doi.org/10.1007/s11739-023-03263-2>
- Duong-Quy, S., Dang Thi Mai, K., Tran Van, N., Nguyen Xuan Bich, H., Hua-Huy, T., Chalumeau, F., Martin, F. (2018). Étude de la prévalence du syndrome d'apnées obstructives du sommeil au Vietnam [Study about the prevalence of the obstructive sleep apnoea syndrome in Vietnam]. *Revue des maladies respiratoires*, 35(1), 14–24. <https://doi.org/10.1016/j.rmr.2017.10.006>
- Eyvazlou, M., Hosseinpouri, M., Mokarami, H., Gharibi, V., Jahangiri, M., Cousins, R., Nikbakht, H. A., & Barkhordari, A. (2020). Prediction of metabolic syndrome based on sleep and work-related risk factors using an artificial neural network. *BMC endocrine disorders*, 20(1), 169. <https://doi.org/10.1186/s12902-020-00645-x>
- Gagliano, A., Puligheddu, M., Ronzano, N., Congiu, P., Tanca, M. G., Cursio, I., Carucci, S., Sotgiu, S., Grossi, E., & Zuddas, A. (2021). Artificial Neural Networks Analysis of polysomnographic and clinical features in Pediatric Acute-Onset Neuropsychiatric Syndrome (PANS): from sleep alteration to “Brain Fog”. *Nature and science of sleep*, 13, 1209–1224. <https://doi.org/10.2147/NSS.S300818>
- Gallego-Gómez, J. I., González-Moro, M. T. R., González-Moro, J. M. R., Vera-Catalán, T., Balanza, S., Simonelli-Muñoz, A. J., & Rivera-Caravaca, J. M. (2021). Relationship between sleep habits and academic performance in university Nursing students. *BMC nursing*, 20(1), 100. <https://doi.org/10.1186/s12912-021-00635-x>
- Tlatoa-Ramírez, H.L. Ocaña-Servín, M.L. Márquez-López, J. Bermeo-Méndez, A.F. Gallo-Avalos (2015). El género, un factor determinante en el riesgo de somnolencia. *Medicina e Investigación*, 3(1):17-21. <http://dx.doi.org/10.1016/j.mei.2014.06.003>
- Kalmbach, D. A., Cheng, P., Sangha, R., O'Brien, L. M., Swanson, L. M., Palagini, L., Bazan, L. F., Roth, T., & Drake, C. L. (2019). Insomnia, Short Sleep, And Snoring In Mid-To-Late Pregnancy: Disparities Related To Poverty, Race, And Obesity. *Nature and science of sleep*, 11, 301–315. <https://doi.org/10.2147/NSS.S226291>
- Kuvat, N., Tanriverdi, H., & Armutcu, F. (2020). The relationship between obstructive sleep apnea syndrome and obesity: A new perspective on the pathogenesis in terms of organ crosstalk. *The clinical respiratory journal*, 14(7), 595–604. <https://doi.org/10.1111/crj.13175>
- Li, A., Quan, S. F., Silva, G. E., Perfect, M. M., & Roveda, J. M. (2018). A Novel Artificial Neural Network Based Sleep-Disordered Breathing Screening Tool. *Journal of clinical sleep medicine: JCSM: official publication of the American Academy of Sleep Medicine*, 14(6), 1063–1069. <https://doi.org/10.5664/jcsm.7182>
- López-Meza, Elmer, Olmos-Muñoz, Adriana, Vargas-Cañás, Steven, Ramírez-Bermúdez, Jesús, López-Gómez, Mario, Corona, Teresa, & Volkens, Georgina. (2006). Somnolencia en la ciudad de México. *Gaceta médica de México*, 142(3), 201-203. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0016-38132006000300004&lng=es&tlng=e](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0016-38132006000300004&lng=es&tlng=e)
- Malafeev, A., Laptev, D., Bauer, S., Omlin, X., Wierzbicka, A., Wichniak, A., Jernajczyk, W., Riener, R., Buhmann, J., & Achermann, P. (2018). Automatic Human Sleep Stage Scoring Using Deep Neural Networks. *Frontiers in neuroscience*, 12, 781. <https://doi.org/10.3389/fnins.2018.00781>
- Mena Frau, Carlos, & Montecinos Guajardo, Rodrigo. (2006). Comparación de redes neuronales y regresión lineal para

- estimar productividad de sitio en plantaciones forestales, utilizando geomática. *Bosque (Valdivia)*, 27(1), 35-43. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-92002006000100004>
- Méndez-Peña, B. I., Murillo-Tovar, M. M., Leija-Alva, G., Montufar Burgos, I. I., Serena-Alvarado, A., Durán-Arciniega, R. S., Pérez-Vielma, N. M., & Aguilera-Sosa, V. R. (2022). Artificial neural networks model: Neuropsychological variables and their relationship with body fat percentage in adults: Variables neuropsicológicas y su relación con el porcentaje de grasa corporal en adultos. *Revista Mexicana de Trastornos Alimentarios*, 12(1), 61-70. <https://doi.org/10.22201/fesi.20071523e.2022.1.718>
- Morales, Y., Zamora, Y., Vásquez, P., Porras, M., Bárcaga, J., López, R. (2018). Comparación entre redes neuronales artificiales y regresión múltiple para la predicción de la rugosidad superficial en el torneado en seco. *Ingenius*, 19, 79-88. doi: <https://doi.org/10.17163/ings.n19.2018.08>.
- O'Donnell W. E. y Warren W. L. (2007). *Cuestionario de Sobreingesta Alimentaria (OQ)* (trad. de Olivare y Mancilla). México: Manual Moderno.
- Rodrigues, G. D., Fiorelli, E. M., Furlan, L., Montano, N., & Tobaldini, E. (2021). Obesity and sleep disturbances: The “chicken or the egg” question. *European journal of internal medicine*, 92, 11-16. <https://doi.org/10.1016/j.ejim.2021.04.017>
- Sáenz Bajo, N., & Alvaro Ballesteros, M. (2002). Redes neuronales: concepto, aplicaciones y utilidad en medicina [Neural networks: concept, applications and usefulness in medicine]. *Atencion primaria*, 30(2), 119-120. [https://doi.org/10.1016/S0212-6567\(02\)78981-6](https://doi.org/10.1016/S0212-6567(02)78981-6)
- Sandoval-Sandoval R., Alcalá-Lozano R., Herrera-Jiménez I. & Jiménez-Genchi A. (2013). Validación de la escala de somnolencia de Epworth en población mexicana. *Gaceta medica de México*, 149(4), 409-416. PMID: 23999632
- Sierra JC., Sánchez AI., BuelaCasal G., Ambrosio I. & ViruésOrtega J. (2007). Predictores del nivel de somnolencia en pacientes con Apnea Obstructiva del Sueño. *Rev. Ecuat. Neurol*, 15 (23): 1-8. <https://revuecuatneurol.com/wp-content/uploads/2015/06/Predictor.pdf>
- Teferra, R. A., Grant, B. J., Mindel, J. W., Siddiqi, T. A., Iftikhar, I. H., Ajaz, F., Aliling, J. P., Khan, M. S., Hoffmann, S. P., & Magalang, U. J. (2014). Cost minimization using an artificial neural network sleep apnea prediction tool for sleep studies. *Annals of the American Thoracic Society*, 11(7), 1064-1074. <https://doi.org/10.1513/AnnalsATS.201404-161OC>
- Thorn, C. E., Knight, B., Pastel, E., McCulloch, L. J., Patel, B., Shore, A. C., & Kos, K. (2017). Adipose tissue is influenced by hypoxia of obstructive sleep apnea syndrome independent of obesity. *Diabetes & metabolism*, 43(3), 240-247. <https://doi.org/10.1016/j.diabet.2016.12.002>
- Yeckle, J., & Manian, V. (2023). Automated Sleep Stage Classification in Home Environments: An Evaluation of Seven Deep Neural Network Architectures. *Sensors (Basel, Switzerland)*, 23(21), 8942. <https://doi.org/10.3390/s23218942>