

# Predicción de efectos fisiológicos causados por el estrés académico mediante redes neuronales artificiales

Prediction of physiological effects of academic stress using artificial neural networks  
Predição dos efeitos fisiológicos do stress académico por meio de redes neurais artificiais



José Fernando Mora Romo  
Juan Martell Muñoz



Tatiana Shepeleva

Photo By/Foto:

**Rip**  
**14<sup>3</sup>**

Volumen 14 #3 sep-dic  
14 Años

Revista Iberoamericana de  
**Psicología**

ISSN-I: 2027-1786 | e-ISSN: 2500-6517  
Publicación Cuatrimestral

ID: [10.33881/2027-1786.rip.14303](https://doi.org/10.33881/2027-1786.rip.14303)

**Title:** Prediction of physiological effects of academic stress using artificial neural networks

**Título:** Predicción de efectos fisiológicos causados por el estrés académico mediante redes neuronales artificiales

**Título:** Predição dos efeitos fisiológicos do stress académico por meio de redes neurais artificiais

**Alt Title / Título alternativo / Título alternativo**

**[es]:** Predicción de efectos fisiológicos causados por el estrés académico mediante redes neuronales artificiales

**[en]:** Prediction of physiological effects of academic stress using artificial neural networks

**[pt]:** Predição dos efeitos fisiológicos do stress académico por meio de redes neurais artificiais

**Author (s) / Autor (es) / Autor (es):**

Mora Romo & Martell Muñoz

**Keywords / Palabras Clave / Palavras-chaves:**

**[en]:** Academic stress, Procrastination, Artificial Neural Net, Multilayer Perceptron, Psychology, Education

**[es]:** Estrés académico, Procrastinación, Redes Neuronales Artificiales, Perceptrón Multicapa, Psicología, Educación

**[pt]:** Stress Académico, Procrastinação, Redes Neurais Artificiais, Perceptrão Multicamadas, Psicologia, Educação

**Proyecto / Project: / projeto**

**No Reporta**

**Submitted:** 2020-10-31

**Accepted:** 2021-04-12

## Resumen

Mediante un modelo de perceptrón multicapa (MLP) de redes neuronales artificiales, se buscó realizar un modelo predictivo de efectos fisiológicos causados por el estrés académico. Para esto, se consideran variables como la procrastinación académica, el nivel de estrés percibido en el semestre, el estrés académico, la edad, y el ingreso económico familiar e individual. Se obtuvo un porcentaje de pronósticos incorrectos en la fase de prueba y reserva de 38.5% y 19.2%, respectivamente; así como un porcentaje global de clasificación correcto de 80.8% y un valor de área bajo la curva ROC de 0.752. Las tres variables con mayor importancia normalizada dentro del modelo fueron la procrastinación, el nivel de estrés percibido en el semestre y el estrés académico. Por último, se discuten los efectos de la procrastinación y el estrés académico sobre el bienestar físico y psicológico de los estudiantes

## Abstract

Using a multilayer perceptron (MLP) model of artificial neural networks, we made a predictive model of physiological effects caused by academic stress. For this, variables such as academic procrastination, the level of perceived stress about the semester, academic stress, age, family and individual income are considered. A percentage of incorrect predictions was obtained in the test and reserve phase of 38.5% and 19.2%, respectively; as well as an overall percentage of correct classification of 80.8% and an area value under the ROC curve of 0.752. The three variables with the highest normalized importance within the model were procrastination, the level of perceived stress in the semester and academic stress. Finally, the effects of procrastination and academic stress on the physical and psychological well-being of students are discussed

## Resumo

Utilizando um modelo de perceptron multicamadas de redes neurais artificiais, procurou-se um modelo preditivo de efeitos fisiológicos causados pelo stress académico. Para este fim, foram consideradas variáveis como a procrastinação académica, a percepção do nível de stress no semestre, o stress académico, a idade, e o rendimento familiar e individual. Foi obtida uma percentagem de previsões incorrectas na fase de teste e reserva de 38,5% e 19,2%, respectivamente, bem como uma percentagem global de classificação correcta de 80,8% e uma área sob o valor da curva ROC de 0,752. As três variáveis com maior significado normalizado dentro do modelo foram a procrastinação, a percepção do nível de stress no semestre e o stress académico. Finalmente, são discutidos os efeitos da procrastinação e do stress académico no bem-estar físico e psicológico dos estudantes.

## Citar como:

Mora Romo, J. F., & Martell Muñoz, J. (2021). Predicción de efectos fisiológicos causados por el estrés académico mediante redes neuronales artificiales. *Revista Iberoamericana de Psicología*, 14 (3), 25-37. Obtenido de: <https://reviberopsicologia.ibero.edu.co/article/view/2010>

José Fernando **Mora Romo**, [MsC] Psi

**ORCID:** [0000-0002-6201-4622](https://orcid.org/0000-0002-6201-4622)

**Source | Filiacion | Filação:**  
*Universidad Autónoma de Zacatecas*

**BIO:**

*Licenciado en psicología en el área social y maestrante en Psicología Aplicada en el área de la salud*

**City | Ciudad | Cidade:**  
*Zacatecas [mx]*

**e-mail:**  
[j\\_fmora@hotmail.com](mailto:j_fmora@hotmail.com)

Juan **Martell Muñoz**, MsC Psi

**ORCID:** [0000-0001-5639-0392](https://orcid.org/0000-0001-5639-0392)

**Source | Filiacion | Filação:**  
*Universidad Autónoma de Zacatecas*

**BIO:**

*Licenciado en Psicología, Maestro en Ciencias Sociales con orientación en Población y Desarrollo, Doctor en Filosofía Con orientación en Trabajo Social*

**City | Ciudad | Cidade:**  
*Zacatecas [mx]*

**e-mail:**  
[jmartellm@uaz.edu.mx](mailto:jmartellm@uaz.edu.mx)

# Predicción de efectos fisiológicos causados por el estrés académico mediante redes neuronales artificiales

Prediction of physiological effects of academic stress using artificial neural networks  
Predição dos efeitos fisiológicos do stress académico por meio de redes neurais artificiais

José Fernando **Mora Romo**  
Juan **Martell Muñoz**

## Antecedentes

### El estrés

El término de “estrés” ha tenido varias reformulaciones a través de la historia. En un comienzo, desde el campo de la física, se le consideraba como la capacidad de resistencia de los metales; luego, en los años 1930, se consideró como una condición médica, en los años 1950 se le concibe como una problemática psicológica y en 1970 como un problema relacionado con el ambiente laboral (**Kirkegaard, 2014**). El estrés puede ser considerado como el estado emocional resultado de demandas excesivas, no planeadas y de difícil solución, las cuales son consideradas por el sujeto como amenazantes (**Cassaretto et al., 2003**).

Se puede considerar como un proceso relacional, o transaccional, de estímulos externos que influyen en patrones reactivos fisiológicos y conductuales (**Lazarus, 2000; Krohne, 2002**). En este sentido, el modelo transaccional del estrés (**MTE, Lazarus y Folkman, 1986**), pone énfasis en la evaluación cognitiva (appraisal) de la situación estresante y el afrontamiento a esta. El aspecto “transaccional” del modelo hace referencia al intercambio de recursos entre el sujeto y el ambiente dentro de un campo de acción; cuando en dicho campo de acción las demandas del ambiente exceden los recursos del sujeto es cuando empieza a percibir la situación como amenazante, de manera que su bienestar se ve afectado.

Existen varios factores que influyen en la percepción del estrés, y cada persona percibe dichos factores de forma distinta, siendo, por ejemplo, la falta de recursos para hacer frente a la situación o la percepción de que dicha situación es una imposición (Spada et al., 2008). Así, el MTE da cuenta de porqué los sujetos reaccionan de manera distintas ante las mismas situaciones, planteando que esto se debe a la interacción del individuo con el ambiente, muchas veces de manera intuitiva y automática (Cassaretto et al., 2003) producto de estados emocionales. Entonces, un estímulo estresor sólo será considerado como tal debido a los centros corticales y subcorticales de las emociones, proveyendo una valoración subjetiva de esta vivencia (Vales, 2012).

Este proceso cognitivo es una evaluación cargada de un significado psicológico que establece porqué, y hasta qué punto, la interacción del sujeto con su ambiente es estresante (Lazarus y Folkman, 1986), y puede considerarse como la verdadera causa de la reacción de estrés.

Se han denominado “variables distales” a aquellas características sociales que son demasiado globales como para establecerles un significado de predictibilidad respecto a cómo una persona se siente, piensa y actúa; como por ejemplo el género o la clase socioeconómica, por lo que el significado personal de las circunstancias que están ocurriendo en ese momento son la causa proximal de la reacción de estrés (Lazarus, 2000).

A continuación, se describen las tres clases de evaluación primaria (Lazarus y Folkman, 1986). La evaluación como situación (1) irrelevante no supone ninguna problemática por el proceso transaccional. La evaluación como (2) benigna-positiva indicarían que la situación es potencialmente negativa y podría afectar el bienestar e integridad del sujeto. Por último, la evaluación (3) estresante, supone una percepción negativa en la situación, en donde los aspectos circunstanciales provocarían un detrimento del bienestar del individuo.

En este sentido, el estrés percibido está influido por la significancia (relevancia) y dificultad que se le da a un evento, situación o problema, sea esta situación personal o ambiental (Spada et al., 2008). Por esto, como se comentaba en párrafos anteriores, ante un mismo evento estresante las personas pueden afrontarlo de diferentes maneras.

Dentro de la teoría de las emociones de Lazarus, Krohne (2002) ha identificado tres componentes de la evaluación primaria. La relevancia del objetivo, en tanto importancia otorgada por el individuo; la congruencia del objetivo, el cual determinará la coincidencia entre éste y las metas personales; y la implicación del ego, el cual muestra el nivel de compromiso del sujeto para alcanzarlo.

Una vez realizada la evaluación primaria, se empieza a realizar la valoración de los recursos para afrontar la situación estresante, de los cuales pueden contarse estrategias de afrontamiento, apoyo social, oportunidades, recursos materiales, etc. Dicha valoración ocurre en relación a la evaluación primaria, no necesariamente después de ella (Matthieu e Ivanof, 2006), por lo que esta parte del proceso puede ejemplificarse con la evaluación sobre ¿qué puedo hacer para afrontar la situación? (Crespo y Labrador, 2003).

Las alternativas transaccionales, una vez evaluada la situación como estresante, son consideradas como daño/pérdida, amenaza o desafío (Lazarus, 2000). El acto primario de valoración determina la magnitud de un evento, al tiempo que interactúa con un segundo proceso cognitivo-evaluador, definido como acto secundario de valoración.

Este acto secundario de valoración es definido como un proceso cognitivo-evaluador centrado en las opciones que tiene la persona

para hacer frente a la situación estresante entre su persona y el ambiente en términos de habilidades y recursos disponibles para lidiar con esto.

Uno de los ámbitos de estudio del estrés se ha dado dentro del contexto académico ya que se plantea que esto puede resultar en una disminución del rendimiento académico. Este tipo de planteamientos se reportan en la literatura de la siguiente sección.

## Estrés académico

El estrés psicológico asociado al ambiente escolar puede ser desencadenado por distintas razones: presentar exámenes o realizar tareas complejas y evaluaciones. Los propios estudiantes han reportado que las problemáticas académicas son una fuente principal de estrés (Akgun y Ciarrochi, 2003). La presencia del estrés académico puede ser relativamente fácil de predecir, puesto que su aparición hace referencia a causas puntuales como los tiempos en que los alumnos deben prepararse para estudiar y realizar exámenes, la competencia que implica obtener buenas calificaciones y el volumen de contenido académico a aprender en poco tiempo (Abouserie, 1994, en Misra y Castillo, 2004).

Estas situaciones afectan adversamente de diversas maneras a los estudiantes, siendo su desempeño, motivación, sentimiento de impotencia, depresión y ansiedad, uno de los efectos recurrente ante las situaciones que perciben como negativas y estresantes, por lo que este concepto estaría más orientado al estrés (Barraza, 2013). También, se ha observado una tendencia al aumento del estrés académico conforme los estudiantes van avanzando en sus estudios (Suárez-Montes y Díaz-Subieta, 2015). El estrés académico ha ocasionado incremento en síntomas depresivos e índices de suicidio en población coreana (Jun y Choi, 2015), por lo que la importancia del abordaje de esta problemática en la vida de los estudiantes se considera significativa para evitar el desarrollo de problemas psicológicos.

De la misma manera en que la forma de afrontar las situaciones de estrés es particular de cada individuo, tal como se mencionó en párrafos anteriores, también lo son las reacciones físicas, conductuales y emocionales ante estas situaciones. De las reacciones físicas, se han presentado palpitations cardíacas, incremento del pulso, aumento de la tensión muscular y transpiración, bruxismo, respiración entrecortada, pérdida de energía, trastornos del sueño, fatiga crónica, cefalea y problemas digestivos (Misra y Castillo, 2004). Al considerar las reacciones conductuales, se puede observar un deterioro del desempeño, aislamiento, desgane, tabaquismo, aumento o reducción del apetito, consumo excesivo de alcohol u otros estupefacientes, ausentismo, propensión a los accidentes, tics nerviosos e incremento o disminución del sueño. Por último, entre las respuestas psicológicas se encuentran: ansiedad, depresión, inquietud, perturbación, irritabilidad, dificultad para tomar decisiones, pensamientos recurrentes, distraibilidad, incapacidad para concentrarse, pérdida de la propia confianza y preocupación excesiva (Suárez-Montes y Díaz-Subieta, 2015).

## Procrastinación

Existen referencias sobre la procrastinación desde el año 800 a. C. (Sadeghi, Jahlooy Emami, 2011), la cual proviene del latín procrastinare, que se refiere a “dejar para mañana” debido a una falta de diligencia para comenzar, llevar a cabo o terminar una obligación. Supone un proceso que generalmente viene acompañado de sentimiento negativos como

nerviosismo o inquietud y abatimiento, experimentando estados de ansiedad (Chan, 2011; Furlan et al., 2010 y Alegre, 2013).

Se suele atribuir una consideración negativa al hecho de procrastinar desde diferentes puntos de vistas. Por ejemplo, desde el punto de vista religioso, se cohesionan el sentido de obligación (Pardo, Perilla y Salinas, 2014) o, desde el económico, donde se prioriza el beneficio utilitario-productivo (Quant y Sánchez, 2012).

El aplazamiento de las obligaciones, que supone la procrastinación, tiene una doble funcionalidad: reforzar la evitación y obstaculizar la realización de la tarea (Angarita, 2014). Esto debido a la relación entre las expectativas del individuo respecto al logro satisfactorio de la tarea.

Dentro de las consideraciones de un modelo teórico para la procrastinación, Solomon y Rothblum (1984) observaron factores vinculantes como la depresión y la baja autoestima, por lo que estrategias cognitivas para reducir la procrastinación estarían orientadas a la identificación y priorización de objetivos, gestión del tiempo libre y los recursos disponibles (Jiao et al., 2011).

Se han llevado a cabo distintas clasificaciones una de ellas es la que manejan Chun y Choi (2005, como se citó en Angarita, 2012), mientras que Furlan et al. (2012) incluyen a los ocasionales o situacionales y a los cotidianos. Miller (2007) diferencia entre la procrastinación social y la procrastinación personal, en que los procrastinadores sociales suelen caracterizarse por tener la necesidad de cumplir con sus responsabilidades sociales dejando otras de lado, mientras que los procrastinadores personales necesitan evitar aquello que afecte a sus propias vidas. Schraw y Wadkins (2007) distingue entre adaptativos y mal-adaptativos, caracterizándose los primeros por considerar la procrastinación como una manera de incrementar la eficiencia cognitiva (maximiza el aprendizaje en un tiempo mínimo), desafío y fluidez (total involucramiento en una actividad que consume toda nuestra atención), mientras que los segundos son resultado de la pereza, miedo al fracaso y posponer el trabajo en términos no establecidos.

Finalmente, otra categoría encontrada es la de Takács (Pardo, et al., 2014) quien distingue entre 7 tipos de procrastinadores; el perfeccionista, el soñador, el preocupado, el generador de crisis, el desafiante, el ocupado y el relajado.

De forma parecida al estrés, se ha contemplado los efectos que puede ocasionar la procrastinación sobre el rendimiento académico, por lo que su revisión merecerá un apartado aparte a continuación.

## Procrastinación académica

La procrastinación académica se define como el retraso intencionado de un trabajo que debe ser realizado, al punto de experimentar inconformidad (Rothblum, 1984; Schraw y Wadkins, 2007). Esta comúnmente asociada con un bajo rendimiento académico, depresión, abatimiento, ausencia de puntualidad, dificultades para seguir órdenes o instrucciones y un incremento de problemas de salud; sin embargo, no siempre está asociada a malos hábitos de estudio, sino que puede estar asociada a conflictos internos (Sénechal, Koestner y Vallerand, 1995; Sénechal, Julien y Guay, 2003).

Aproximadamente, el 80% de estudiantes graduados experimentan niveles incómodos de ansiedad, lo que influye para comenzar a realizar conductas de procrastinación (Onwuegbuzie, 2004). Esto conlleva a una disminución del desempeño académico y a un aumento de este tipo de conductas conforme se avanza de grado en la escuela

la (Solomon y Rothblum, 1984; Schraw y Wadkins, 2007). La falta de orientación, estímulo y compromiso, habilidades poco efectivas para la gestión de tiempo, estrés y problemas sociales han sido considerados como factores contribuyentes a este fenómeno (Hussain y Sultan, 2010).

La procrastinación se ha encontrado a través de varios estudios vinculada a diferentes procesos y factores psicológicos como lo son el conflicto de roles y la autodeterminación, al haber conflicto entre el rol social y el rol académico del alumno (Sénechal et al., 2003).

La inteligencia emocional, la cual es beneficiosa para la gestión de síntomas de estrés y ansiedad (Reynolds, 2015); el perfeccionismo, debido a la búsqueda de una ejecución perfecta se tiende a postergar la finalización de la tarea hasta lograrlo (Chan, 2011; Natividad, 2014); la autoeficacia, la cual disminuiría la procrastinación (Alegre, 2013); expectativas poco realistas de uno mismo (Natividad, 2014).

La motivación, especialmente la motivación intrínseca disminuiría las conductas de procrastinación (Brownlow y Reasinger, 2000). La autorregulación, entendida como la capacidad del sujeto de mantener un patrón conductual en ausencia de estímulos externos podría beneficiar a los alumnos (Clariana et al., 2011).

La depresión (Rothblum, Solomon y Murakami, 1986) y autoestima (Miller, 2007; Sadeghi et al., 2011) así como los estilos parentales (Reynolds, 2015) y ambiente familiar (Domínguez y Centeno, 2014; Pardo et al., 2014) se han observado como factores que fomentaban la postergación de las actividades académicas.

Otros factores relacionados a la procrastinación son cambios, incomodidades, exigencias ambientales, repulsión al cumplimiento y además puede darse en distintos ámbitos como el académico y el laboral (Pardo et al., 2014).

Tomando en cuenta los antecedentes revisados, en especial aquellos que se enfocan en problemáticas fisiológicas (véase Misra y Castillo, 2004; Vales, 2012), se planteó el objetivo de la investigación como llevar a cabo un modelo predictivo de los efectos fisiológicos causados por el estrés académico en población universitaria. Se optó por la estructura de perceptrón multicapa para la realización de la red neuronal artificial (RNA) puesto que, a diferencia de los modelos de regresión logística o los modelos de ecuaciones estructurales – recordemos que este último se basa en modelos de regresión lineal (Byrne, 2010)-, las funciones de activación que ofrecen los modelos de RNA brindan la oportunidad de ajustar la estructura del modelo a distribuciones de datos no lineales (Ramachandran et al., 2017), por lo que su aplicación a campos como la psicología resulta conveniente.

Si bien existen antecedentes como el de Subhani et al. (2017) que utilizan un análisis mediante redes neuronales artificiales parecido al que proponemos para el estudio del estrés, no nos fue posible localizar antecedentes que lo hayan implementado específicamente para el estudio del estrés académico dentro de bases de datos como Conricyt, Scielo, Dialnet o PubMed.

## Método

### Población y muestra

La población de estudio fueron estudiantes de licenciatura, dando una muestra de 285 participantes en el que 67 fueron hombres y 218

mujeres por medio de un muestreo no probabilístico por conveniencia. La edad media fue de 20 años (desviación estándar 2.72), tratándose de abarcar todos los semestres disponibles (véase tabla 1).

Tabla 1 Distribución por semestre

		Frecuencia	Porcentaje
Válidos	primer semestre	79	27.6
	tercer semestre	90	31.4
	quinto semestre	57	19.9
	siete semestre	32	11.2
	noveno semestre	21	7.3
	sin especificar	6	2.1
Total		285	99.7
Perdidos	Sistema	1	0.3
Total		286	100.0

Fuente: elaboración propia

255 participantes solamente estudian, mientras que 59 estudian y trabajan. El rango de ingreso familiar mensual fue de más de \$10,000, así como un rango de \$2,000 – \$4,000 para el ingreso mensual individual.

## Diseño de investigación

Se usó un diseño de investigación no experimental, ya que no hubo manipulación de las variables por parte de los autores, y transversal debido a que la recogida de información se hizo en un solo momento.

## Instrumentos de recolección de información

Para medir el estrés académico se utilizó el inventario SISCO SV-21 (Barraza-Macías 2018), que cuenta con tres dimensiones, la cual tiene configurada las opciones de respuestas en una escala tipo Likert de cinco tipos de respuestas que van de “Nunca” hasta “Siempre”. Antes de iniciar con los reactivos de las tres dimensiones que se describirán, el inventario presenta una pregunta en la cual se busca indagar sobre la frecuencia en que el participante considera estresante el semestre. Por su parte, la primera dimensión, Estresores ( $\alpha = 0.83$ ), cuenta con siete reactivos y permite identificar la frecuencia con que las demandas del entorno son valoradas como estímulos estresores; la segunda dimensión, Síntomas ( $\alpha = 0.87$ ), cuenta con siete reactivos y permite identificar la frecuencia con que se presentan los síntomas o reacciones ante un estímulo estresor; y la tercera dimensión, Estrategias de afrontamiento ( $\alpha = 0.85$ ) con siete reactivos, permite conocer la frecuencia de uso de estrategias de afrontamiento.

Para medir la procrastinación académica, se utilizó la escala de procrastinación de Tuckman (Furlan, Heredia, Piemontesi, Tuckman, 2012), la cual cuenta únicamente con un factor de 15 reactivos con un  $\alpha$  de Cronbach de 0.94. Esta escala es una medida de autoinforme sobre la tendencia a perder el tiempo, postergar o dejar de hacer cosas que ya deberían estar hechas. Presenta cuatro opciones de respuestas en formato Likert que van de “Nunca” hasta “Siempre”.

De forma adicional, se les solicitó a los participantes que llenaran un formato de indicadores sociodemográficos antes de iniciar a contestar los dos instrumentos. En el formato se incluyeron aspectos como edad, sexo, religión, estado civil, licenciatura, semestre que se estaba cursando, ingresos económicos familiares mensuales e ingresos económicos individuales mensuales.

## Estrategia de análisis de la información

Para el análisis de datos se utilizó el módulo de Redes Neuronales que provee el programa IBM SPSS versión 26, optando por el procedimiento de Perceptrón multicapa (MLP). Una red neuronal es un modelo matemático que puede cuantificar relaciones no lineales entre un conjunto de variables que conforman la “capa de entrada” (predictores) y la “capa de salida” (respuestas) gracias al cómputo realizado en la capa oculta. Así, el procedimiento MLP genera un modelo predictivo para las variables dependiente tomando en cuenta el peso de las variables predictoras (Variables independientes) y una “función de activación” que determina la magnitud de coincidencia con las respuestas que estamos investigando (Pawlus y Devine, 2020, p. 134), es decir, una función de activación sirve para limitar el rango de respuestas de la capa de salida (Llano, Hoyos, Arias y Velásquez, 2007).

La estructura del MLP está conformada por neuronas artificiales, o nodos, interconectados mediante pesos sinápticos a las neuronas de las siguientes capas (las de la capa de activación con la capa oculta y esta con la capa de salida) en donde los datos son procesados (Zacharis, 2016). La capa de entrada es la que recibe los datos recopilados por los investigadores, estos datos son procesados en la capa oculta mediante una función de activación, la cual es una función matemática no-lineal, produciendo en la capa de salida los valores predictivos para la clasificación.

La operación que se lleva a cabo en el MLP consta en segmentar la base de datos elaboradas para su uso en dos fases. La primera es una fase entrenamiento en donde los datos segmentados destinados a ella son usados como ejemplo de cómo clasificarlos, ajustando los pesos de cada uno de ellos mediante el uso de pendiente de gradiente usando algoritmos como el Backpropagation. Durante la segunda fase, la fase de validación, se presentan el segundo conjunto segmentado de datos para que, mediante la función de activación seleccionada, el modelo pueda predecir la clasificación que le corresponde a cada participante. Por último, se crea un tercer procedimiento, “Prueba”, con la finalidad de proporcionar una estimación sobre el error de generalización de los resultados (Vidal, 2015).

## Variables usadas para construir el MLP

Las variables independientes constaron de las dimensiones del inventario SISCO SV-21 para estrés académico y la puntuación obtenida de la escala de procrastinación de Tuckman (ambas comentadas párrafos atrás), así como las variables escalares de información sociodemográfica recopilada. No se contempló la variable sexo ya que no presentaba diferencias significativas para la procrastinación en la prueba *t-student* para muestras independientes ( $t = 0.4$   $p = 0.689$ ). Por ello, las variables independientes fueron:

- » Procrastinación
- » Estrés percibido en el semestre

- » Estrés académico
- » Edad
- » Ingreso familiar mensual
- » Ingreso individual mensual

## Variable dependiente:

Tipo de efectos fisiológico causado por el estrés: Esta variable es de carácter dicotómica, elaborada con dos opciones de respuestas: 1 (pocos efectos fisiológicos) y 2 (Muchos efectos fisiológicos). Las puntuaciones de los efectos fisiológicos fueron obtenidas mediante el factor de la escala SISCO SV-21, la cual fue anteriormente descrita en el apartado de instrumentos. Entre los tipos de efectos menciona: Trastornos de sueño, fatiga, dolores de cabeza, problemas de digestión, somnolencia, inquietud, ansiedad, problemas de concentración y alteración de conductas alimentarias. Si el alumno obtenía una puntuación menor a la media era etiquetado con el valor 1, mientras que si obtenía una puntuación mayor a la media era etiquetado con el valor 2.

## Diseño del MLP

Se utilizó el módulo perceptrón multicapa integrado en el IBM SPSS Statistics 26 para diseñar el modelo de red neuronal y comprobar su exactitud. Se empleó un entrenamiento en back-propagation mediante el algoritmo de aprendizaje pendiente de gradiente en lotes para minimizar la función de error.

Se asignó los datos en un 60% para el entrenamiento, 30% para validación y un 10% para la prueba. Por último, la escala de las covariables fue normalizada mediante el empleo de la fórmula  $(x-\text{mín})/(\text{máx}-\text{mín})$  para la obtención de resultado de valores comprendidos entre 0 y 1.

Para el cálculo de la capa oculta, se utilizó la función de activación Tangente Hiperbólica, la cual considera números reales como argumentos de los cuales se obtienen valores entre -1 y 1. Para la capa de salida, se empleó la función de activación Sigmoide, la cual tiene la fórmula  $\gamma(c) = 1/(1+e^{-c})$  y considera argumentos de valor real y los transforma al rango (0, 1).

Se utilizó el algoritmo de entrenamiento en lote ya que permite utilizar los datos en la partición de entrenamiento para actualizar los pesos sinápticos y así obtener convergencia, y el algoritmo de optimización por gradiente conjugado escalado, el cual permite que, ante cada iteración, los datos destinados para el entrenamiento son recuperados permitiendo la actualización de los pesos sinápticos, logrando encontrar el mínimo error al minimizar el error total obtenido en iteraciones anteriores.

Los parámetros de Lambda inicial (0.0000005), Sigma inicial (0.00005), Centro de intervalo (0) y Desplazamiento de intervalo ( $\pm 0.5$ ) fueron empleados para determinar la manera en que el gradiente conjugado escalado construyera el modelo, los cuales constituyen valores predefinidos en el paquete estadístico utilizado.

Las reglas de parada se probaron de la siguiente manera: Número máximo de pasos sin una disminución del error: 10; Datos para usar para calcular el error de predicción fueron elegidos automáticamente; Tiempo máximo de entrenamiento: 15 minutos; el Número máximo de épocas de entrenamiento fueron calculadas automáticamente; Cam-

bio mínimo relativo del error de entrenamiento: 0.0001; y Cambio mínimo relativo de la tasa de errores de entrenamiento: 0.001, obteniendo como resultado el modelo con el mínimo error total producto del número máximo de épocas de entrenamiento.

## Consideraciones éticas

Se consideró el artículo 60 del Código Ético del Psicólogo (2007) que establece que, al realizar una investigación, el psicólogo se abstiene de sacar conclusiones que no se deriven directa, objetiva y claramente de los resultados obtenidos. Además, con base al artículo 138, se informó a los participantes acerca de los usos académicos previsibles de la información generada por sus servicios.

Así mismo, basándonos en el código de conducta ética de la American Psychological Association (2017), se les informó a los participantes acerca del objetivo de la investigación, la duración de la aplicación de instrumentos y los procedimientos relacionados; así como su derecho a no participar y abandonar la aplicación en el momento en que así lo consideren adecuado y a con quién acudir en caso de que surjan dudas durante la aplicación de los instrumentos.

## Resultados

El objetivo de este trabajo fue conocer si una red neuronal artificial perceptrón multicapa puede ser de utilidad en la predicción de efectos fisiológicos causados por el estrés académico, considerando el estrés académico, el estrés percibido, la procrastinación académica y una serie de datos demográficos. De 285 participantes, la información de 168 (58.9%) fue usada para la fase de entrenamiento de la red, 91 (31.9%) participantes fueron usados para la fase de validación y por último 26 (9.1%) como prueba.

La capa de entrada constó de diez neuronas (tabla 2), una única capa oculta de siete neuronas la cual fue escogida de manera automática y la capa de salida con dos unidades. La función de error de Suma de los errores al cuadrado (ESC) fue escogida debido a la función de activación Tangente hiperbólica usada en la capa oculta.

Tabla 2. Covariables

Procrastinación académica
Estrés percibido en el semestre
Estrés académico
Edad
Ingreso familiar mensual
Ingreso individual mensual

Fuente: elaboración propia

## Resumen del modelo

El resumen del modelo se puede observar en la tabla 3, la cual muestra los resultados de la fase de entrenamiento como de la fase de validación. El valor del ESC nos indica que la capacidad predictiva del modelo es aceptable.

Tabla 2.

Resumen del modelo		
Entrenamiento	Error de suma de cuadrados	33.489
	Porcentaje de pronósticos incorrectos	29.2%
	Regla de parada utilizada	10 paso(s) consecutivo(s) sin disminución del error
	Tiempo de entrenamiento	0:00:00.04
Pruebas	Error de suma de cuadrados	20.069
	Porcentaje de pronósticos incorrectos	38.5%
Reserva	Porcentaje de pronósticos incorrectos	19.2%
Variable dependiente: Tipo de efectos fisiológicos		

Fuente: elaboración propia

Además, el hecho de que el valor del ESC sea menor en la fase de reserva que en el entrenamiento y puesta a prueba, nos indica que el modelo no ha sido sobre ajustado a los datos de la fase de entrenamiento y, de hecho, el modelo ha aprendido a generalizar los resultados de entrenamiento, lo cual es el objetivo de las redes neuronales artificiales.

También podemos observar el porcentaje de pronósticos incorrectos para la fase de entrenamiento, de prueba y reserva (29.2%, 38.5% y 19.2%, respectivamente). El diagrama de red se presenta en la figura 1

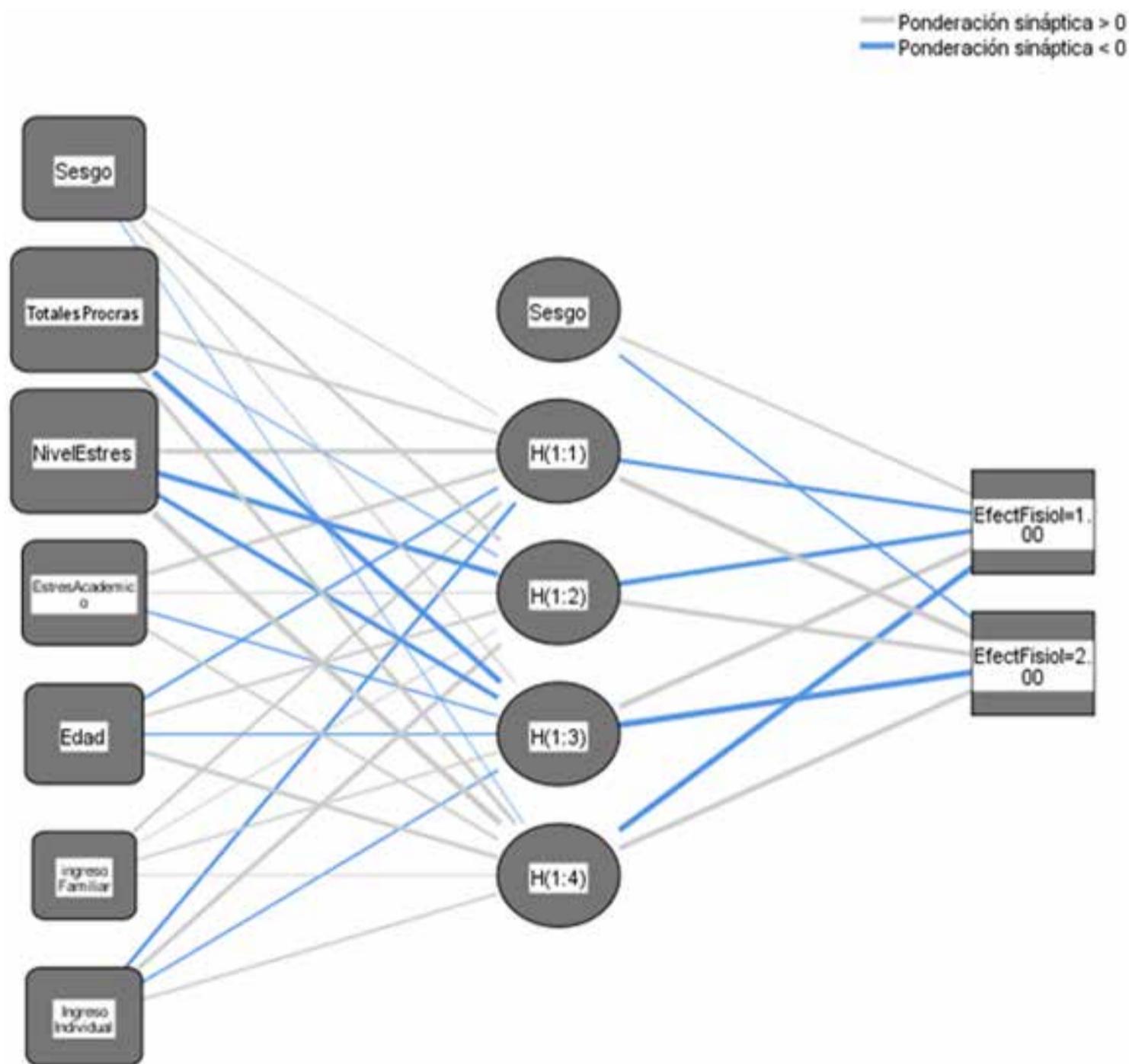


Figura 1: Función de activación de capa oculta: tangente hiperbólica – Función de activación de capa de salida: Sigmoide

En la tabla 4, se muestra la clasificación de la variable dependiente (efectos fisiológicos) por categoría y en porcentaje global.

Tabla 4.

Clasificación				
Partición	Observado	Pronosticado		
		Pocos efectos fisiológicos	Muchos efectos fisiológicos	Porcentaje correcto
Entrenamiento	Pocos efectos fisiológicos	63	20	75.9%
	Muchos efectos fisiológicos	29	56	65.9%
	Porcentaje global	54.8%	45.2%	70.8%
Pruebas	Pocos efectos fisiológicos	30	12	71.4%
	Muchos efectos fisiológicos	23	26	53.1%
	Porcentaje global	58.2%	41.8%	61.5%
Reserva	Pocos efectos fisiológicos	17	1	94.4%
	Muchos efectos fisiológicos	4	4	50.0%
	Porcentaje global	80.8%	19.2%	80.8%

Variable dependiente: Tipo de efectos fisiológicos

Fuente: Elaboración propia

Para cada caso, el resultado predicho es definido como adecuado si la probabilidad predictiva es mayor de 0.5. En este caso, el modelo clasificó de manera correcta a 119 de 168 participantes en la fase de entrenamiento y en la fase de prueba clasificó adecuadamente a 56 de 91 participantes. De manera general, el **70.8%** de los casos de entrenamiento fueron correctamente clasificados. Respecto a los casos de prueba, la sensibilidad (True positive rate), fue obtenida por la fórmula  $(TP/(TP+FN))$  100%, la especificidad (True negative rate), obtenida por la fórmula  $(TN/(TN+FP))$  100%, y por último, la exactitud del modelo, mediante la fórmula  $((TN+TP)/(TN+FP+TP+FN))$  100%. Estos resultados se muestran en la tabla 5. Con estos resultados podemos esperar un error en la clasificación de los participantes sobre los efectos fisiológicos asociados al estrés académico de **19.24%** de las veces.

Tabla 5. Probabilidad predictiva

Sensibilidad (Verdaderos positivos)	80%
Especificidad (Verdaderos negativos)	80.9%
Exactitud	80.76
Error de clasificación	19.24%

Fuente: Elaboración propia

Los resultados de la curva ROC se presentan en la figura 2. Este diagrama nos permite observar la sensibilidad/especificidad del rendimiento del modelo en la clasificación respecto a los puntos de corte.

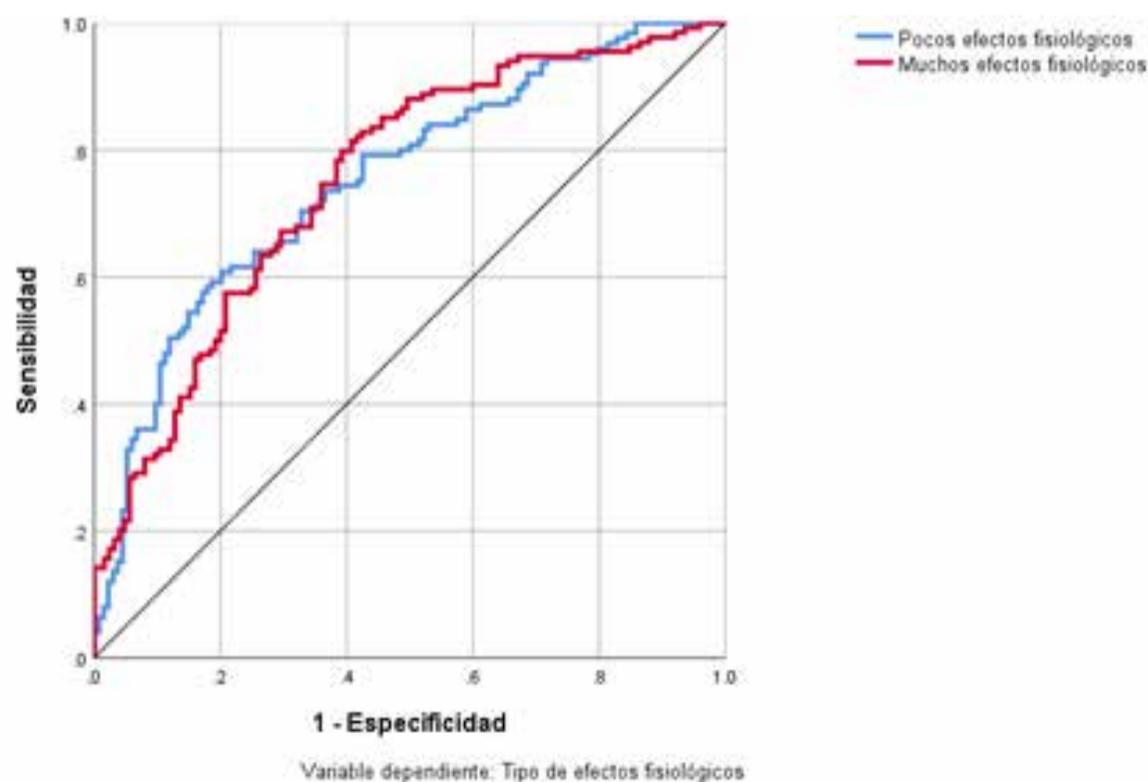


Figura 2 Curva Roc que muestra una probabilidad de 0.752 para realizar una buena clasificación.

En este diagrama se consideran de forma simultánea los conjuntos de datos de entrenamiento y prueba donde, mientras más alejados estén hacia el lado izquierdo de la línea divisoria significa que el proceso de clasificación fue hecho de manera más exacta. De igual manera, se obtuvo el área bajo la curva ROC la cual, un valor de 0.5, indicaría que el modelo no posee capacidad discriminativa (Mandrekar, 2010). El valor obtenido con este modelo fue de 0.752, el cual puede ser considerado como aceptable, con lo cual, de ser escogidos un participante de la categoría “Pocos efectos fisiológicos” y de la categoría “Muchos efectos fisiológicos” de manera aleatoria, hay una probabilidad de 0.752 que el modelo de predicción dé una mayor pseudo-probabilidad al primer participante de ser clasificado en la categoría “Pocos efectos fisiológicos” que al segundo participante.

A continuación se presentan el gráfico de ganancias acumuladas y de elevación (fig. 3). El diagrama de la izquierda nos presenta las clasificaciones correctamente realizadas por el modelo vs. aquellas clasificaciones que pudieran resultar sin usar el modelo. En este sentido, el séptimo punto de la categoría “Muchos efectos fisiológicos” esta posicionado al 60%, 80%, lo cual significa que, en caso de que la red neuronal escogiera un conjunto de datos y los clasificara según la pseudo-probabilidad de la categoría “Muchos efectos fisiológicos”, se esperaría que el 60% del conjunto de datos contuviera aproximadamente el 80% de todos los casos que en realidad pertenecen a esta categoría. Así, mientras más alejados se encuentren los puntos en el diagrama, mayor será el rendimiento del modelo.

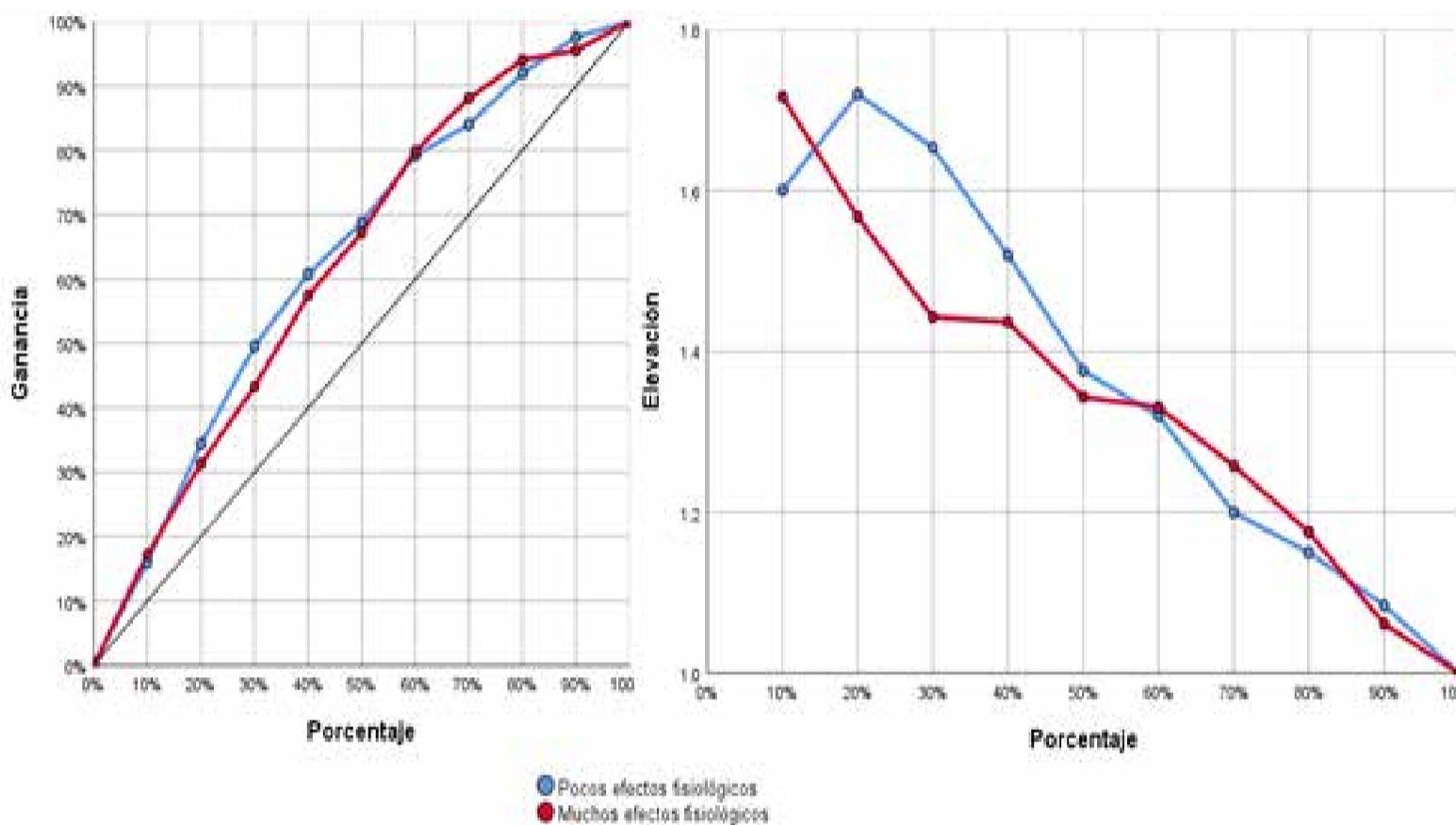


Figura 3

De igual manera, el diagrama de elevación nos permite evaluar visualmente el rendimiento de clasificación, realizando la evaluación del modelo en porciones de la muestra usada. Así, la elevación nos muestra los beneficios de usar el modelo elaborado en comparación a no usarlo. De esto, se obtiene que, para la categoría de “Poco efectos”, el beneficio sería de 1.31 (79/60); mientras que para la categoría de “Muchos efectos” sería de 1.33 (80/60).

Por último, se consideró el impacto de las variables independientes dentro del modelo en términos de importancia relativa y normalizada (tabla 6). Además, en la figura 4 se presentan la importancia de las variables independientes dentro del modelo de forma jerárquica.

Tabla 6. Impacto de las variables independientes dentro del modelo en términos de importancia relativa y normalizada

	Importancia	Importancia normalizada
Procrastinación	0.290	100.0%
Nivel de estrés percibido en el semestre	0.290	99.8%
Estrés académico	0.156	53.8%
Edad	0.121	41.6%
Ingreso mensual individual	0.108	11.9%
Ingreso familiar mensual	0.035	37.3
Tabla que muestra la importancia de las variables independientes dentro del modelo de RNA		

Fuente: Elaboración propia

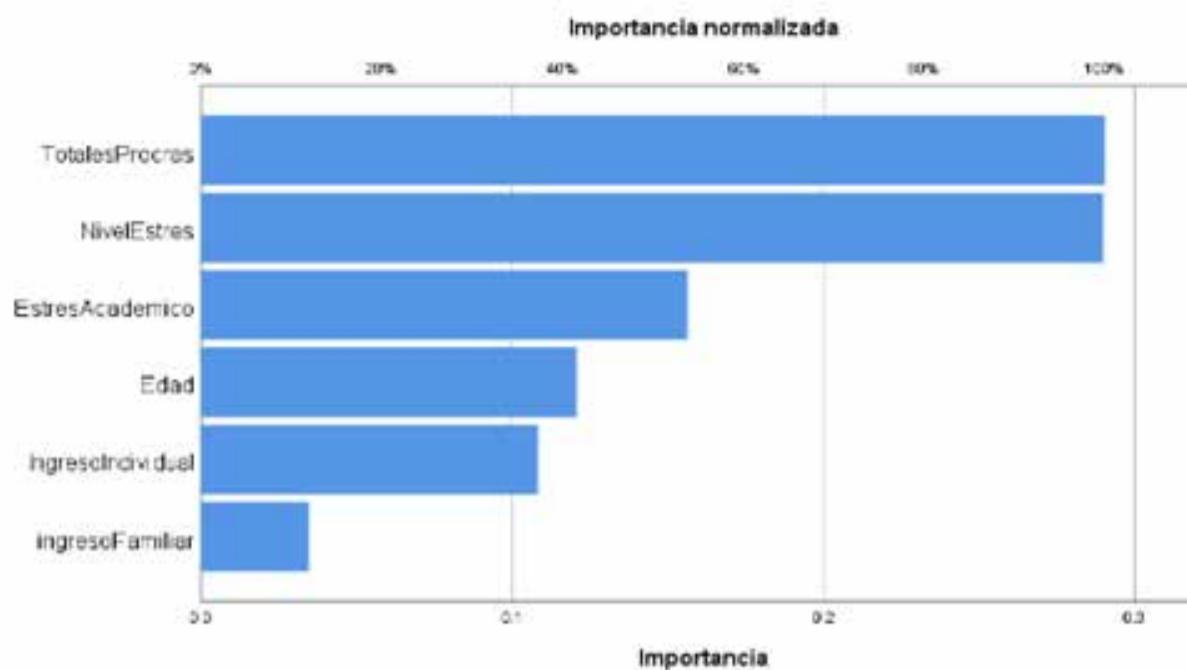


Figura 4 Visualización de la tabla 5 que permite una mejor apreciación de la importancia de las variables independientes dentro del modelo de RNA.

## Discusión y Conclusiones

Podemos concluir que el modelo llevado a cabo posee una buena capacidad para predecir los efectos fisiológicos causados por el estrés académico. Si bien en la valoración que se realizó respecto a la cuenta de falsos-positivos rondaba el 20%, creemos que es una probabilidad adecuada si consideramos este modelo predictivo como un modelo enfocado a la prevención por una parte y, por otra que, dentro de los modelos matemáticos empleados en la ciencia de datos, los resultados obtenidos en la curva ROC superan el punto de corte de 0.5 (Mandrekar, 2010). Ya que nosotros obtuvimos 0.725, podemos considerar que el modelo construido presenta una buena capacidad discriminante, y así dar por cumplido el objetivo de esta investigación. Este tipo de enfoque resulta relevante debido a que autores como Stead, Shanahan y Neufeld (2010) han argumentado la relación entre la procrastinación y una mala salud mental, así como a mayores niveles de estrés y menor índice de búsqueda de ayuda profesional, por lo que el riesgo que implicaría de mal diagnosticar mediante ese 20% de falsos-positivos, lo tendríamos que afrontar mediante una atención empática y bidireccional para brindar el tipo de atención particular que necesita la persona.

El hecho de haber encontrado que el grado de procrastinación que presentan los alumnos sea la variable más importante dentro del modelo (véase tabla 5), nos puede indicar que la procrastinación está mediada por aspectos psicológicos como los estados emocionales, cognitivos y conductuales; distractores ambientales, y la sobrecarga académica en el sentido en que su aparición está en función de las reacciones desagradables experimentadas debido a una falta de autorregulación (Barraza y Barraza, 2019).

Así mismo, la exigencia percibida, así como la cantidad de actividades académicas que deben realizar, muestran ser variables importantes no sólo dentro de este trabajo, sino en la literatura relacionada (Mejía, Ruiz-Urbina, Benites-Gamboa y Pereda-Castro, 2018). El nivel de estrés percibido durante el semestre puede ser un indicador de cómo mejoran o empeoran las estrategias de afrontamiento de los estudiantes conforme avanzan el curso de estudio; por lo que el poner atención a los efectos del estrés sobre los distintos ámbitos del alumno (psicológico, social y físico) es de gran importancia, en especial al inicio del

semestre puesto que esto nos puede indicar que la procrastinación puede resultar en ansiedad en el alumnado (Rahardjo, Juneman y Setiani, 2013).

Observamos que la edad ocupa el cuarto lugar, por lo que pudiéramos hipotetizar que durante el crecimiento no se van adquiriendo estrategias adecuadas para afrontar las situaciones de estrés académico, lo que aumenta la probabilidad de que se presenten efectos fisiológicos como trastornos del sueño, fatiga crónica, dolores de cabeza, problemas de digestión o reducción del apetito. En este sentido, Qian y Fuqiang (2018) argumentan la importancia del fomento de la autoeficacia para solventar esta problemática.

Una limitante que surge de nuestra investigación que es urgente resaltar es que, para la realización de este modelo, no se consideró la presencia de problemas psicológicos que pudieran mediar los efectos fisiológico causados por el estrés académico, por lo que se aconsejaría primero descartar la presencia de este tipo de problemas antes de intentar abordar tanto el estrés académico como la procrastinación siguiendo los hallazgos presentados en este trabajo.

## Referencias

- Akgun, S. y Ciarrochi, J. (2003). Learned Resourcefulness Moderates the Relationship between Academic Stress and Academic Performance. *Educational Psychology: An International Journal of Experimental Educational Psychology*, 287-294. <https://doi.org/10.1080/014434103200060129>.
- Alegre, A. (2013). Autoeficacia y procrastinación académica en estudiantes universitarios de Lima Metropolitana. *Propósitos y Representaciones*, 1(2), 57-82. <https://doi.org/10.20511/pyr2013.v1n2.29>.
- American Psychological Association. (2017). Ethical principles of psychologist and code of conduct. Recuperado de: <https://www.apa.org/ethics/code/ethics-code-2017.pdf>.
- Angarita, L. (2012). Aproximación a un concepto actualizado de la procrastinación. *Revista Iberoamericana de Psicología: Ciencia y Tecnología*, 5(2), 85-94. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4905094.pdf>.
- Angarita, L. (2014). Algunas relaciones entre la procrastinación y los procesos básicos de motivación y memoria. *Revista Iberoamericana de Psicología: Ciencia y Tecnología*, 7(1), 91 – 101. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4905116.pdf>.

- Barraza, A. (2013). Presencia discursiva del estrés académico en la blogósfera. Un análisis de contenido de treinta blogs. *Revista Iberoamericana De Psicología*, 6(2), 45-54. <https://doi.org/10.33881/2027-1786.rip.6205>.
- Barraza, A. y Barraza, S. (2019). Procrastinación y estrés. Análisis de su relación en alumnos de educación media superior. *Revista de Investigación Educativa*(28), 132-151. <https://doi.org/10.25009/cpue.v0i28.2602>.
- Barraza-Macías, A. (2018). Inventario SISCO SV-21 Inventario SIStémico COgnoscitivista, para el estudio del Estrés Académico. Segunda versión de 21 ítems. México: ECORFAN. Recuperado de [http://www.ecorfan.org/libros/Inventario\\_SISCO\\_SV-21/Inventario\\_sist%C3%A9mico\\_cognoscitivista\\_para\\_el\\_estudio\\_del\\_estr%C3%A9s.pdf](http://www.ecorfan.org/libros/Inventario_SISCO_SV-21/Inventario_sist%C3%A9mico_cognoscitivista_para_el_estudio_del_estr%C3%A9s.pdf).
- Brownlow, S. y Reasinger, R. (2000). Putting off until tomorrow what is better done today: Academic procrastination as a function of motivation toward college work. *Journal of Social Behavior & Personality*, 15(5), 15-34. Recuperado de <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED401811.pdf>
- Byrne, B. (2010). *Structural equation modeling with AMOS: basic concepts, applications, and programming*. New York, United State of America: Routledge.
- Cassaretto, M., Chai, C., Oblitas, H. y Valdez, N. (2003). Estrés y afrontamiento en estudiantes de psicología. *Revista de Psicología de la Pontificia Universidad Católica del Perú*, 21(2), 363-392. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/994031.pdf>.
- Chan, L. (2011). Procrastinación académica como predictor en el rendimiento académico en jóvenes de educación superior. *Temática Psicológica*, 7(1), 53-62. Recuperado de [http://www.unife.edu.pe/publicaciones/revistas/revista\\_tematica\\_psicologia\\_2011/chan\\_bazalar.pdf](http://www.unife.edu.pe/publicaciones/revistas/revista_tematica_psicologia_2011/chan_bazalar.pdf).
- Clariana, M., Cladellas, R., Badía, M. y Gotzens, C. (2011). La influencia del género en variables de la personalidad que condicionan el aprendizaje: inteligencia emocional y procrastinación académica. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 14(3), 87-96. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=217022109007>.
- Crespo, M. y Labrador, F. J. (2003). *Estrés*. Barcelona, España: Editorial Síntesis, S. A.
- Domínguez, S. y Centeno, S. (2014). Procrastinación académica: validación de una escala en una muestra de estudiantes de una universidad privada. *LIBERABIT*, 20(2), 293-304. Recuperado de <http://www.scielo.org.pe/pdf/liber/v20n2/a10v20n2.pdf>.
- Furlan, L., Heredia, D., Piemontesi, S., y Tuckman, B. (2012). Análisis factorial confirmatorio de la adaptación argentina de la escala de procrastinación de Tuckman (ATPS). *Perspectivas en Psicología: Revista de Psicología y Ciencias Afines*, 9(3), 142-149. Recuperado de [https://www.researchgate.net/profile/Luis-Furlan-2/publication/258513684\\_Analisis\\_factorial\\_confirmatorio\\_de\\_la\\_adaptacion\\_argentina\\_de\\_la\\_escala\\_de\\_procrastinacion\\_de\\_Tuckman\\_ATPS/links/00b4952875b81ef59a000000/Analisis-factorial-confirmatorio-de-la-adaptacion-argentina-de-la-escala-de-procrastinacion-de-Tuckman-ATPS.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Luis-Furlan-2/publication/258513684_Analisis_factorial_confirmatorio_de_la_adaptacion_argentina_de_la_escala_de_procrastinacion_de_Tuckman_ATPS/links/00b4952875b81ef59a000000/Analisis-factorial-confirmatorio-de-la-adaptacion-argentina-de-la-escala-de-procrastinacion-de-Tuckman-ATPS.pdf).
- Hussain, I. y Sultan, S. (2010). Analysis of procrastination among university students. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 5, 1897 – 1904. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2010.07.385>.
- Jiao, Q., Daros-Voseles, D., Collins, K. y Onwuegbuzie, A. (2011). Academic procrastination and the performance of graduate-level cooperative groups in research methods courses. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning*, 11, (1), 110-138. Recuperado de <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ915928.pdf>.
- Jun, S. y Choi, E. (2015). Academic stress and internet addiction from general strain theory framework. *Computers in Human Behavior*, 49, 282-287. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.03.001>.
- Kirkegaard, T. (2014). *Stress as a sociocultural phenomenon. Exploring the distributed nature of stress in an organizational context*. Dinamarca, Aalborg: Aalborg University Press. <https://amff.dk/media/11520/kollektiv-stress-phd.pdf>
- Krohne, H. (2002). *Stress and Coping Theories*. Recuperado el 2018, de [http://userpage.fu-berlin.de/schuez/folien/Krohne\\_Stress.pdf](http://userpage.fu-berlin.de/schuez/folien/Krohne_Stress.pdf)
- Lazarus, R. (2000). *Estrés y Emoción. Manejo e implicaciones en nuestra salud*. España: Editorial Desclée de Brouwer, S.A. <https://www.edesclée.com/img/cms/pdfs/9788433015235.pdf>
- Lazarus, R. y Folkman, S. (1986). *Estrés y Procesos Cognitivos*. Barcelona, España: Ediciones Roca. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=222981>
- Llano, L., Hoyos, A., Arias, F. y Velázquez, J. (2007). Comparación del Desempeño de Funciones de Activación en Redes Feedforward para aproximar Funciones de Datos con y sin Ruido. *Avances en Sistemas e Informática*, 4(2), 79-88. Recuperado de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/avances/article/view/9756/10379>.
- Mandrek, J. (2010). Receiver operating characteristic curve in diagnostic test assessment. *Journal of Thoracic Oncology*, 5(9), 1315-1316. <https://doi.org/10.1097/jto.0b013e3181ec173d>.
- Matthieu, M. y Ivanoff, A. (2006). Using Stress, Appraisal, and Coping Theories in Clinical Practice: Assessments of Coping Strategies After Disasters. *Brief Treatment and Crisis Intervention*, 6(4), 337-348. <http://dx.doi.org/10.1093/brief-treatment/mhl009>.
- Mejia, C., Ruiz-Urbina, F., Benites-Gamboa, D. y Pereda-Castro, W. (2018). Factores académicos asociados a la procrastinación. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 34(3), 61-70. Recuperado de <http://scielo.sld.cu/pdf/mgi/v34n3/mgi08318.pdf>.
- Miller, C. (2007). Procrastination and attention deficit hyperactivity disorder in the collage setting: The relationship between procrastination and anxiety: Minnesota, USA: ProQuest. <https://www.proquest.com/openview/faf024cea35905bd9602e813630b72bf/1?pq-origsite=gscholar&cbl=18750&diss=y>
- Misra, R. y Castillo, L. (2004). Academic Stress Among College Students: Comparison of American and International Students. *International Journal of Stress Management*, 132-148. <https://doi.apa.org/doi/10.1037/1072-5245.11.2.132>.
- Natividad, L. (2014). Análisis de la procrastinación en estudiantes universitarios. [Tesis doctoral, Universidad de Valencia] Recuperada de <http://roderic.uv.es/bitstream/handle/10550/37168/Tesis%20Luis%20A.%20Natividad.pdf?sequence=1>
- Onwuegbuzie, A. (2004). Academic procrastination and statistics anxiety. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 29, (1), 3-19. <https://doi.org/10.1080/0260293042000160384>.
- Pardo, D., Perilla, L. y Salinas, C. (2014). Relación entre procrastinación académica y ansiedad-rasgo en estudiantes de psicología. *Cuadernos Hispanoamericanos de Psicología*, 14(1), 31-44. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5493101.pdf>.
- Pawlus, M. y Devine R. (2020). *Hands-On Deep Learning with R: A practical guide to designing, building, and improving neural network using R*. United Kingdom: Packt Publishing Ltd.
- Qian, L y Fuqiang, Z. (2018). Academic stress, academic procrastination and academic performance: a moderated dual-mediation model. *Journal on Innovation and Sustainability RISUS*, 9(2), 38-46. <https://doi.org/10.24212/2179-3565.2018v9i2p38-46>.
- Quant, D. y Sánchez, A. (2012). Procrastinación, procrastinación académica: conceptos e implicaciones. *Revista Vanguardia Psicológica*, 3(1), 45-59. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4815146.pdf>.
- Rahardjo, W., Juneman y Setiani, Y. (2013). Computer anxiety, academic stress, and academic procrastination on college students. *Journal of Education and Learning*, 7(3), 147-152. <http://dx.doi.org/10.11591/edulearn.v7i3.179>.

- Ramachandran, P., Zoph, B. y Le, Q. (2017). Searching for activation functions. Recuperado de <https://arxiv.org/pdf/1710.05941.pdf>.
- Reynolds, J. (2015). Factors Affecting Academic Procrastination (Tesis, Western Kentucky University). Recuperado de <http://digitalcommons.wku.edu/theses/1511>
- Rothblum, E., Solomon, L. y Murakami, J. (1986). Affective, cognitive, and behavioral differences between high and low procrastinators. *Journal of Counseling Psychology*, 33, 387-394. <https://doi.org/doi/10.1037/0022-0167.33.4.387>
- Sadeghi, H., Hajloo, N. y Emami, F. (2011). The study of relationship between obsessive beliefs and procrastination among students of Mohagheghe ardabili and Marageh universities. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 30, 292-296. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.10.058>.
- Schraw, G. y Wadkins, T. (2007). Doing the things we do: A grounded theory of academic procrastination. *Journal of educational psychology*, 99, (1), 12-25. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.99.1.12>.
- Sénechal, C., Julien, E. y Guay, F. (2003). Role conflict and academic procrastination: A self-determination perspective. *European Journal of Social Psychology*, 33, 135-145. <https://doi.org/10.1002/ejsp.144>.
- Sénechal, C., Koestner, R. y Vallerand, R.J. (1995). Self-Regulation and Academic Procastination. *The Journal of Social Psychology*, 135(5), 607-619. <https://doi.org/10.1080/00224545.1995.9712234>.
- Sociedad Mexicana de Psicología. (2007). Código ético del psicólogo. México, D.F: Trillas.
- Solomon, L. y Rothblum, E. (1984). Academic Procrastination: Frequency and Cognitive-Behavioral Correlates. *Journal of Counseling Psychology*, 31, (4), 503-509. <https://doi.org/10.1037/0022-0167.31.4.503>.
- Spada, M., Nikčević, A., Moneta, G. y Wells, A. (2008). Metacognition, perceived stress, and negative emotion. *Personality and Individual Differences*, 1172-1181. <https://doi.org/10.15446/rsap.v17n2.52891>.
- Stead, R., Shanahan, M. y Neufeld, R. (2010). "I'll go to therapy, eventually": Procrastination, stress and mental health. *Personality and Individual Differences*, 49(3), 175-180. <https://doi.org/10.1016/j.paid.2010.03.028>.
- Suárez-Montes, N. y Díaz-Subieta, L. B. (2015). Estrés académico, deserción y estrategias de retención de estudiantes en la educación superior. *Revista de Salud Pública*, 17(2), 300-313. Recuperado de <http://www.scielo.org.co/pdf/rsap/v17n2/v17n2a13.pdf>.
- Subhani, A., Mumtaz, W., Mohamad, M., Kamel, N. y Malik, A. (2017). Machine learning framework for the detection of mental stress at multiple levels. *IEEE Access*, 5(99), 13545-13556. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2017.2723622>.
- Vales, L. (2011). Psicobiología del estrés. En M. S. (coord.), *Manual de bases biológicas del comportamiento humano*. (pp. 179-184). Montevideo, Uruguay: Universidad de la República. <file:///C:/Users/Victor/Downloads/SistemaLimbico.pdf>
- Vidal, M. (2015). El uso del Perceptrón Multicapa para la clasificación de patrones en conductas adictivas. Palma: Universidad de las Islas Baleares. Recuperado de <https://dspace.uib.es/xmlui/bitstream/handle/11201/1126/TFG%20Marta%20Vidal%20Gonz%C3%A1lez.pdf?sequence=1>.
- Zacharis, N. (2016). Predicting student academic performance in blended learning using artificial neural networks. *International Journal of Artificial Intelligence and Applications*, 7(5), 17-29. <https://doi.org/10.5121/ijai.2016.7502>.