

Artículo

# VALIDACIÓN DE UN INSTRUMENTO DE PERCEPCIÓN DE DIFICULTAD EN EL APRENDIZAJE DE BIOFÍSICA.

## VALIDATION OF A SCALE FOR THE PERCEPTION OF DIFFICULTY IN BIOPHYSICS LEARNING.

Emilio Eduardo Romero-Romero <sup>1\*</sup>, José Pompilio Young-Castillo <sup>1</sup>, Xiomara Iliana Medina Pineda <sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Fisiología y Comportamiento Animal, Facultad de Ciencias Naturales, Exactas y Tecnología, Universidad de Panamá, Campus Central Octavio Méndez Pereira, Av. Octavio Méndez Pereira, Panamá; [emilioromero2011@gmail.com](mailto:emilioromero2011@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-3262-0656>; [josepyoungc@gmail.com](mailto:josepyoungc@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-0832-4347>

<sup>2</sup> Programa de Maestría en Psicología Organizacional, Facultad de Psicología Universidad de Panamá, Campus Central Octavio Méndez Pereira, Av. Octavio Méndez Pereira, Panamá; [xiomaramedina27@gmail.com](mailto:xiomaramedina27@gmail.com), <https://orcid.org/0000-0002-0517-2552>

\* Autor de Correspondencia: [emilioromero2011@gmail.com](mailto:emilioromero2011@gmail.com)

Recibido: 04/12/2021 Aceptado: 01/08/2022

Editor temático: Yostin Añino (Universidad de Panamá, Panamá)

**Resumen:** La biofísica es uno de los cursos básicos en ciencias biomédicas en el cual se han observado dificultades en el aprendizaje. Aunque el concepto de percepción de dificultad podría ser subjetivo, su cuantificación radica en la transformación de la subjetividad de un individuo en una realidad objetiva. La finalidad de nuestro estudio fue desarrollar un instrumento que midiera la percepción de dificultad de aprendizaje para el curso de biofísica. Para analizar esta situación, se diseñó un instrumento de percepción de dificultad de aprendizaje del curso (IPDAB) compuesto por 9 reactivos, basado en una escala de Likert, con una puntuación de 1 hasta 5; combinadas en una única puntuación durante el proceso de evaluación de datos. La muestra estuvo compuesta por 155 estudiantes de la Facultad de Medicina de la Universidad de Panamá. La consistencia interna del instrumento se evaluó con una prueba de alfa de Cronbach y un análisis factorial exploratorio por el método de componentes principales con rotación oblicua Promax. Los estadísticos descriptivos indican que en promedio los estudiantes perciben con mayor dificultad el tema R2 ( $\bar{x} = 3.79$ ), en el cual se analizan los conceptos de biopotenciales, neurotransmisores y sinapsis. La prueba de Kaiser-Meyer-Olkin mostró un valor de 0.682. El alfa de Cronbach para la confiabilidad fue de 0.719. IPDAB nos permite conocer los módulos que representan mayor percepción de dificultad. Por consiguiente, contamos con un instrumento que exhibe propiedades psicométricas aceptables, válido, confiable, fácil de aplicar e interpretar, desarrollado en muestras de estudiantes universitarios panameños.

**Palabras Clave:** Dificultad de aprendizaje, Percepción, Confiabilidad, Análisis Factorial.

**Abstract:** Biophysics is an introduction-level course in the field of Biomedical Sciences where learning difficulties have been observed. Because the perception of difficulty is subjective, its quantification depends on transforming an individual's subjective perception into an objective reality. Our study aimed at developing an instrument that could measure the perception of difficulty for the course of Biophysics. For this purpose, the course learning difficulty perception instrument (IPDAB) was designed, and it contained nine items based on a Likert scale scoring from 1 to 5. The sample consisted of 155 students from the Faculty of Medicine of the University of Panama. The instrument's internal consistency was performed with a Cronbach's alpha test and an exploratory factor analysis by the principal component's method with Promax oblique rotation. Descriptive statistics indicated

that, on average, students perceive module R2 ( $\otimes = 3.79$ ), where concepts of biopotentials, neurotransmitters, and synapses are studied, with greater difficulty. The Kaiser-Meyer-Olkin test showed a value of 0.682. The Cronbach's alpha statistic was 0.719. IPDAB allows us to elucidate the issues that represent the most significant difficulties for students. The result is an instrument with acceptable psychometric properties that are valid, reliable, and easy-to-apply and interpret in samples of Panamanian university students.

**Keywords:** Learning Difficulty, Perception, Reliability, Factor Analysis.

## Introducción

En los últimos años, se ha notado un mayor interés por el estudio de los problemas que enfrentan los estudiantes de ciencias biomédicas (Haddad, 2010) con diferentes enfoques desde los factores psicológicos que afectan el aprendizaje –por ejemplo, el estrés (Shah et al., 2010; Backović et al., 2012), la motivación (Bakar, 2014; Tokan y Imakulata, 2019), autoestima (Shahzad, 2012) y la actitud (Kleebua y Siriparp, 2016)– hasta aquellos factores que evalúan intrínsecamente los contenidos que se abordan en las ciencias biomédicas, en especial, la naturaleza del curso a impartir (Michael, 2007 ; Hall et al., 2018).

El curso de biofísica se incluye en el primer año de los planes de estudio de varias facultades de Medicina y de Ciencias a nivel mundial, presentando un enfoque multidisciplinario (González y Ivanovich, 2005), orientado a un fuerte componente fisicomatemático o también desde un punto de vista biológico con fundamentos físicos (Young, 2020). De hecho, esta asignatura abarca conocimientos de matemáticas, física, química y biología; aplicado en humanos, incluyendo conceptos, procesos, mecanismos y hechos abstractos que podrían llegar a causar dificultades en el alumnado (Ornek et al., 2007; Etobro y Fabinu, 2017; O'Dwyer y Childs, 2017).

Cabe resaltar que el acto de percibir neurofisiológicamente comprende las sensaciones somáticas, no obstante, dentro del plano de la psicología cognitiva va mucho más allá e implica una conducta compleja interpretativa, referencial, dependiente de la propia experiencia personal. Las personas eliminan mucha información “irrelevante” y procesan aquella considerada importante. Esta consideración sería dependiente de factores internos como la motivación y de externos basados en la experiencia previa, como el aprendizaje (Hellriegel y Slocum, 2009), de tal manera que estas dificultades pueden llevar al estudiante a sentir frustración o impotencia en la comprensión e integración de los conceptos de la física básica del currículo de la educación media, de los procesos químicos y de los biológicos que sirven de base para la carrera de ciencias biomédicas. Aunque el concepto de percepción de dificultad podría ser subjetivo, la necesidad percibida de esta cuantificación radica en la transformación de la subjetividad de un individuo en una realidad objetiva (Joshi et al., 2015)

Por lo tanto, el estudio pretende desarrollar un instrumento que mida la percepción de dificultad de aprendizaje para el curso de biofísica, identificando los módulos en los que los estudiantes perciben mayor dificultad de aprendizaje; así como evaluar su validez y confiabilidad en una muestra de estudiantes de la Facultad de Medicina de la Universidad de Panamá.

## Materiales y Métodos

Se realizó un muestreo no probabilístico por accesibilidad logrando obtener una muestra de 181 estudiantes de primer año; 155 de medicina y 26 de nutrición, de la Facultad de Medicina de la Universidad de Panamá y que actualmente estuviesen cursando la asignatura. Esta investigación se realizó con la aprobación del Comité de Bioética de la Investigación de la Universidad de Panamá siendo la participación de los sujetos voluntaria. La identidad de los participantes fue protegida, así como los datos colectados durante la investigación.

## 1. Diseño del instrumento

Para llevar a cabo el estudio, se tuvo en cuenta que la percepción de dificultad era la característica que se deseaba valorar, así como la opinión de profesores que dictan el curso. Para la confección del instrumento se contó con el apoyo de dos docentes que dictan el curso de Biofísica, pertenecientes al Departamento de Fisiología y Comportamiento Animal, un docente especialista en Entornos Virtuales de Aprendizaje y una especialista en Psicología. El equipo sostuvo diversas sesiones grupales para dar ideas generales sobre el instrumento, así como su redacción y presentación. Finalmente se decidió evaluar los subtemas explicados a lo largo del curso, a fin de detectar cuales son los módulos que ocasionan mayores dificultades en el estudiantado.

Por ello, se procedió a elaborar un instrumento de percepción de dificultad del curso de biofísica (IPDAB), basado en una escala de Likert, compuesta de 9 reactivos, en una escala de 1 (Muy fácil) a 5 (Muy difícil) que se combinaron en una única puntuación durante el proceso de evaluación de datos. Estos reactivos se utilizan para proporcionar una medida cuantitativa de un carácter o rasgo de personalidad (Boone y Boone, 2012) en nuestro caso, percepción de dificultad de aprendizaje del curso de Biofísica.

El instrumento se aplicó a los estudiantes, una vez completados todos los módulos del curso al final de primer y segundo semestre de los años 2019 y 2020. Se utilizó el complemento de Formularios de Google, el cual permite generar y publicar encuestas en línea. El instrumento representa un conjunto de opciones de respuestas numéricas, presentadas en forma de enunciados cerrados, que miden la percepción de dificultad, desde muy fácil hasta muy difícil, de los diferentes temas tratados a lo largo de la asignatura.

Los reactivos corresponden a los 9 módulos o temas que se imparten en el curso, los cuales son: (R1) Electrofisiología de la membrana celular, (R2) Conducción del potencial de acción, (R3) Actividad eléctrica del corazón, (R4) Biomecánica, (R5) Biofísica de la respiración, (R6) Hidrostática aplicada a la medicina, (R7) Principios de óptica, (R8) Principios de termodinámica y (R9) Radiobiología.

## 2. Análisis estadísticos

Para validar el instrumento, se corroboraron los supuestos de normalidad y colinealidad, así como la detección de valores atípicos. La normalidad fue verificada con el índice de asimetría y curtosis dentro del umbral de + 1.5. La multicolinealidad se contrastó verificando las tasas de tolerancia y la inflación de la varianza, descartando los valores de tolerancia por debajo de 0.10 e inflación de la varianza superior a 10. Los valores atípicos se contrastaron con la prueba de distancia de Mahalanobis, que detecta casos atípicos multivariantes a aquellos valores numéricos que excedan el umbral de significancia de  $p < 0.001$  (Uriel y Aldás, 2002).

A continuación, se realizó una prueba de alfa de Cronbach, a fin de determinar la consistencia interna para la validación del instrumento, donde un valor alfa superior a 0,70 se considera satisfactoria (Bolarinwa, 2015). Antes de ejecutar el análisis factorial debe determinarse si los ítems están suficientemente interrelacionados, para ello, se utilizó las pruebas de esfericidad de Bartlett y la medida de adecuación muestral de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO). La prueba de esfericidad de Bartlett permite evaluar la hipótesis nula que afirma que las variables no están correlacionadas, para lo cual compara la matriz de inter-correlación de los datos recabados con una matriz de identidad en la que todos los términos de la diagonal son unidades y los demás términos son ceros (Pérez y Medrano, 2010) mientras que la prueba de Kaiser-Meyer Olkin (KMO) permite valorar el grado en que cada una de las variables es predecible a partir de las demás. Este estadístico se distribuye en valores entre 0 y 1, y cuanto mayor es el valor, más relacionadas estarán las variables entre sí (López y Gutiérrez, 2019).

Además, se efectuó un análisis dimensional del instrumento, aplicando un análisis factorial exploratorio por el método de componentes principales con rotación oblicua Promax, debido a que las soluciones provistas por los métodos de rotación oblicua son más congruentes con la estructura de las variables psicológicas (Pérez y Medrano, 2010). Para la selección e interpretación de los factores propuestos por el análisis factorial exploratorio se utilizó, como criterio de elección, aquellos valores propios iguales o superiores a 1. Se tomaron cargas factoriales positivas

superiores a 0.500, destacando que, si un reactivo aparecía en más de un factor, se clasificaba en el factor que tuviese la carga factorial más alta. Finalmente, para comprobar el instrumento en la muestra aplicada, se seleccionaron los cuartiles superiores (75%) e inferiores (25%) a estas dos sub-muestras se les aplicó una prueba t para muestras independientes.

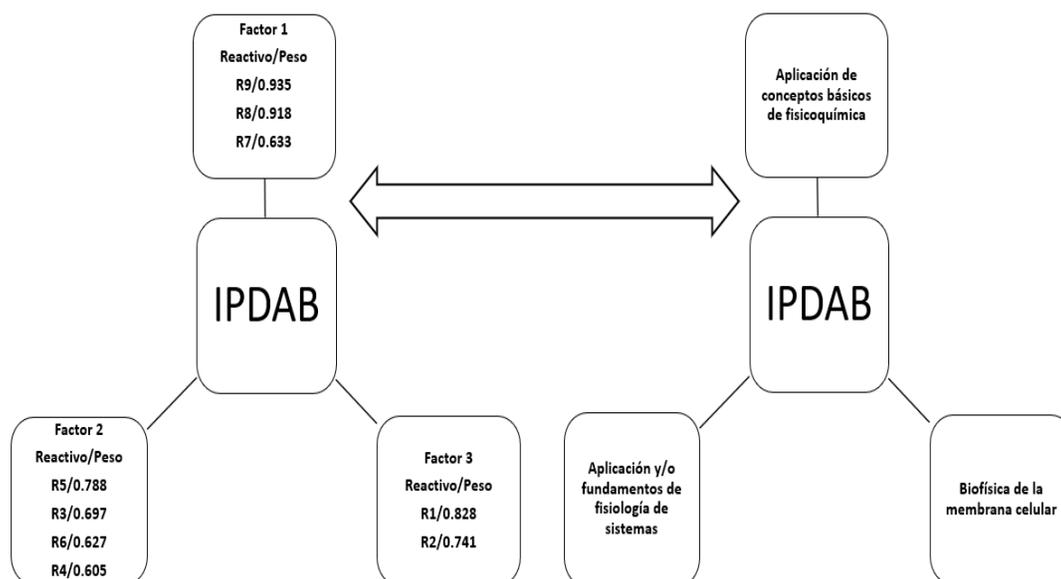
Finalmente, se aplicó una prueba t para comparar los percentiles 25% y 75%, con el fin de evaluar las diferencias entre los percentiles. La existencia de diferencias entre los percentiles es una evidencia de que la percepción de dificultad varía entre los estudiantes.

## Resultados

La distribución por sexo fue de 105 (67,7%) mujeres y 50 (32,3%) hombres. La muestra combinada se distribuye en 155 (85.6%) estudiantes de medicina y 26 (14.4%) estudiantes pertenecientes a la licenciatura en nutrición.

Los estadísticos descriptivos indican que, en promedio, los estudiantes perciben con mayor dificultad el tema R2 ( $\omega = 3.79$ ), en el cual se analizan los conceptos de potencial de acción, neurotransmisores y sinapsis. Por otro lado, el tema percibido por los estudiantes con menor dificultad es el R4 ( $\omega = 2.38$ ) (Tabla 1), correspondiente a conceptos de biomecánica, energía, trabajo muscular, planos de movimientos, articulaciones, géneros de palancas y tipos de contracción muscular. Con respecto a la moda —valor que aparece con mayor frecuencia en un conjunto de datos—, el tema con mayor moda de percepción “difícil” fue hidrostática aplicada a la Medicina, mientras que el tema con mayor moda de percepción “fácil” fue el de biomecánica. Además, se observó que las desviaciones estándares de los 9 temas oscilan entre 0.99 y 1.28, indicando que la mayor parte de los datos tienden a estar agrupados cerca de su media.

El análisis factorial exploratorio mostró 3 factores que agruparon los 9 reactivos, explicando el 61.06% de la varianza total. Por su parte la prueba de esfericidad de Bartlett indicó un valor aceptable (Chi (320.86),  $p < 0.001$ ), mientras que la prueba de Kaiser-Meyer-Olkin, mostró un valor aceptable de 0.682.



**Figura 1. Estructura factorial de IPDAB.** Se observa la solución factorial con rotación Promax de IPDAB representando tres factores (Factor 1: Aplicación de conceptos básicos de fisicoquímica, Factor 2: Aplicación y/o fundamentos de fisiología de sistemas y Factor 3: Biofísica de la membrana celular). **Fuente:** elaboración propia.

**Tabla 1:** Estadísticos descriptivos

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	Σ
Media	3.01	3.79	3.08	2.38	3.43	3.65	2.88	2.88	3.22	28.32
Error estándar de la media	0.08	0.08	0.08	0.08	0.09	0.08	0.08	0.1	0.09	
Moda	3	3	3	2	3	4	3	3	3	
Desviación estándar	0.99	0.97	1.05	1.04	1.07	1.01	0.99	1.25	1.14	
Varianza	0.99	0.94	1.11	1.08	1.14	1.02	0.98	1.57	1.3	24.71
Percentil 25	2	3	2	2	3	3	2	2	3	25
Percentil 50	3	4	3	2	3	4	3	3	3	28
Percentil 75	4	5	4	3	4	4	3	4	4	32

**Fuente:** Elaboración propia. Los estudiantes perciben con mayor dificultad el módulo R2 ( $\bar{x} = 3.79$ ), en el cual se estudian los conceptos de potencial de acción, neurotransmisión y comunicación nerviosa. En contraste, el módulo R4 ( $\bar{x} = 2.38$ ), en el cual se estudia biomecánica, energía, palancas y trabajo muscular es percibido con menor dificultad.

El coeficiente de alfa de Cronbach para la confiabilidad fue de 0.719. La figura 1 muestra los resultados del análisis factorial exploratorio por el método de extracción de componentes principales y la rotación Promax, así como las cargas factoriales de cada reactivo.

Por otro lado, la tabla 2 muestra los elementos que pertenecen a cada factor, se han presentado en orden descendente en función de su carga factorial (presentada en la figura 1). Una vez que se determinaron los factores, se realizó un análisis de los reactivos por factor, con la finalidad de encontrar aspectos comunes, así como un nombre que represente cada factor, mientras que la prueba t realizada entre el cuartil superior e inferior indica que existen diferencias entre las medias ( $p < 0.001$ ), por lo que las diferencias en la percepción de dificultad varían entre los estudiantes. Esto sugiere que la percepción de dificultad varía entre estudiantes y a la vez aporta evidencias al argumento de que el instrumento atiende a las necesidades por las cuales fue creado.

**Tabla 2.** Elementos por factor y dimensiones

Nombre	Reactivos que forman el factor
Aplicación de conceptos básicos de fisicoquímica	R8. Principios de termometría R9. Radiobiología R7. Principios de óptica y audición
Aplicación y/o fundamentos de fisiología de sistemas	R5. Biofísica de la respiración R6. Hidrostática aplicada a medicina R3. Actividad eléctrica del corazón R4. Biomecánica
Biofísica de la membrana celular	R1. Electrofisiología de la membrana R2. Conducción del potencial de acción

**Fuente:** Elaboración propia. La estructura factorial del instrumento consta de 3 factores: 1) Aplicación de conceptos básicos de fisicoquímica  $\alpha = 0.810$ , 2) Aplicación y/o fundamentos de fisiología de sistemas  $\alpha = 0.628$  y 3) Biofísica de la membrana celular  $\alpha = 0.452$

## Discusión

El paso de la escuela secundaria a la universidad puede comprenderse como una transición que modifica el ambiente y el rol social del estudiante, demandando la activación de recursos cognitivos, motivacionales y

psicosociales, imbricados de manera indisociable en todo proceso de aprendizaje (Bourgeois, 2009). Todo aquel que experimenta una transición vital, inicia un período de cambios activos, orientados al ajuste entre su vida y su nuevo ambiente, nuevo rol, o ambos. En este sentido, las transiciones son oportunidades de desarrollo, que permiten adquirir nuevas comprensiones y elaborar redefiniciones personales (Zittoun, 2004).

Cuando el estudiante de medicina inicia el período académico y práctico, se produce un cambio en los métodos y ritmo de trabajo. De hecho, el aprendizaje es concebido como activo, caracterizado por la solución de problemas, centrado en el estudiante, que garantice formas más independientes de aprender. Se reconoce la necesidad de autoaprendizaje, de cuestionamiento sobre logros y dificultades en el aprendizaje, y adaptación a nuevas condiciones (González y Recino, 2015).

No obstante, el concepto de Dificultades de Aprendizaje, tradicionalmente ha estado ligado a la educación formal y sistemática, es decir, a los procesos instruccionales que se llevan a cabo en el marco de la escolarización obligatoria. Para este estudio, se decidió utilizar la definición acuñada por Kirk y Bateman (1962), siendo entonces una alteración en uno o más de los procesos de habla, lenguaje, lectura, escritura, aritmética u otras materias escolares como resultado de un “handicap” psicológico causado por una posible disfunción cerebral y/o trastornos emocionales o de conducta. Así pues, el instrumento aplicado en esta investigación posee validez de contenido, ya que cumple con las siguientes características propuestas por Devlin et al. (1993): 1) Induce un mínimo de respuestas sesgadas; 2) Es fácil de entender e interpretar; 3) Es fácil de administrar o aplicar en el trabajo de campo; 4) Posee capacidad de discriminar; y 5) Posee credibilidad y utilidad de los resultados.

Con respecto a la reducción de dimensionalidad, el análisis factorial propone los siguientes factores: **1)** La aplicación de conceptos básicos de fisicoquímica, **2)** Aplicación y/o fundamentos de fisiología de sistemas y **3)** Biofísica de la membrana celular. Estos factores sugieren que la población evaluada percibe la dificultad por agrupación de temas. El factor 1, se caracteriza por el abordaje de los conceptos de física aplicada a los sentidos, así como de fisicoquímica que abarcan cambios de temperatura, termometría, leyes de termodinámica, radiación y sus efectos en los sistemas. Por otra parte, en el factor 2, los estudiantes exploran los fundamentos enfocados en sistemas tales como: cardiovascular, respiratorio, esquelético y muscular, siendo necesario en dominio de conceptos celulares y biología humana. Por último, el factor 3, posee cualidades que integran el estudio de las propiedades eléctricas de las células y tejidos biológicos, incluyendo cambios de voltaje y permeabilidad de la membrana celular, por lo cual, los estudiantes han de manejar e integrar conceptos de química y física aplicados a la membrana celular (Universidad Johns Hopkins, 2021).

Una forma de desarrollar instrumentos psicométricos, conlleva la formulación de un constructo teórico para su posterior medición (Joshi et al., 2015), esta conceptualización es seguida por un ensamblaje operativo de declaraciones (reactivos) guiados hacia la aptitud que se desea medir, permitiendo que los elementos de la escala sean flexibles (Youngstrom et al., 2003; Wu y Adams, 2007; Croasmun y Ostrom, 2011). Las escalas de tipo Likert son un ejemplo de este tipo de desarrollo de instrumentos psicométricos y se utilizan con frecuencia en los instrumentos de evaluación en educación y la investigación médica (Sullivan y Artino, 2013). En la literatura sobre educación médica, ha existido una controversia sobre si los datos ordinales, convertidos en números, pueden tratarse como datos de intervalo (Knapp, 1993; Carifio y Perla, 2008; Wu y Leung, 2017) y por consiguiente ser sujetos a pruebas paramétricas. No obstante, las pruebas paramétricas, como las realizadas en nuestro estudio, conducen a análisis más profundos (Mircioiu y Atkinson, 2017), incluso cuando los datos no poseen distribución normal, o no cumplen con algún supuesto estadístico (Norman, 2010).

Cabe resaltar que el diseño de escala tipo Likert goza de mayor aceptación entre los investigadores, además, no ofrece complejidad en su elaboración (Ocaña et al., 2013) y permite valorar su dimensionalidad mediante el análisis factorial exploratorio. Otra de las ventajas que ofrece nuestra propuesta de instrumento es que comparte ciertas similitudes con el modelo general de las escalas tipo Likert, como la consistencia con muestras grandes (de 5 a 7 reactivos), además de que los elementos de la escala generalmente se clasifican de menor a mayor, con el polo negativo a la izquierda y el positivo a la derecha (Hartley, 2014).

## Conclusiones

El instrumento de percepción de dificultad del curso de biofísica (IPDAB) permite evidenciar dificultades de aprendizaje en los estudiantes del curso de Biofísica impartido en la facultad de Medicina y Ciencias Biomédicas, dejando expuestas deficiencias representadas en la adaptación de los nuevos aprendizajes, debido al pensum que han manejado en módulos anteriores, e incluso, los métodos de procesamiento utilizados en la educación secundaria; creando una necesidad de análisis de estos factores que requieren un reforzamiento adicional.

Se ha creado un instrumento que exhibe propiedades psicométricas aceptables, válido, confiable, fácil de aplicar e interpretar para cuantificar la percepción del grado de dificultad en un curso de Biofísica. Además, sirve de modelo para aplicarlo a otras asignaturas del nivel universitario.

**Material Suplementario:** Tabla S1: Escala de percepción de dificultad del curso de biofísica (EDBF)

**Contribución de los Autores:** Conceptualización, E. Romero-Romero y J. Young-Castillo; metodología, E. Romero-Romero y J. Young-Castillo.; software, E. Romero-Romero; validación, E. Romero-Romero, X. Medina Pineda y J. Young-Castillo.; análisis formal, E. Romero-Romero.; investigación, E. Romero-Romero y J. Young-Castillo.; curación de datos, E. Romero-Romero; redacción – preparación del borrador original, E. Romero-Romero., X. Medina Pineda. y J. Young-Castillo.; redacción – revisión y edición, E. Romero-Romero, X. Medina Pineda y J. Young-Castillo.; visualización, E. Romero-Romero y X. Medina Pineda; supervisión, J. Young-Castillo.; administración de proyectos, J. Young-Castillo. Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

**Financiamiento:** Esta investigación no recibió financiamiento externo.

**Declaración de la Junta de Revisión Institucional:** El estudio se realizó de acuerdo con las directrices de la Declaración de Helsinki y fue aprobado por el comité de bioética (CBUP) bajo la nota N<sup>o</sup>CBUP/419/2021 y el código de inscripción VIP-04-04-09-2021-12 de la Vicerrectoría de Investigación y Postgrado de la Universidad de Panamá.

**Agradecimientos:** Agradecemos a Brian Bosworth por su asistencia en la traducción del resumen del manuscrito.

**Conflictos de Intereses:** Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses

## Referencias

- Backović, D. V., Živojinović, J. I., Maksimović, J., y Maksimović, M. (2012).** Gender differences in academic stress and burnout among medical students in final years of education. *Psychiatry Danubina*, 24(2):175-81.
- Bakar, R. (2014).** the Effect of Learning Motivation on Student's productive competencies in vocational high school, West Sumatra. *International Journal of Asian Social Science*, 4(6): 2226–5139.
- Bolarinwa, O. (2015).** Principles and methods of validity and reliability testing of questionnaires used in social and health science researches. *Nigerian Postgraduate Medical Journal*, 22(4): 195. <https://doi.org/10.4103/1117-1936.173959>
- Boone, H. N., y Boone, D. A. (2012).** Analyzing Likert Data. *Journal of Extension* 50(2): 1–5.
- Bourgeois, E. (2009).** Apprentissage et transformation du sujet en formation. *Education Permanente*, 3(136): 101–110.
- Carifio, J., y Perla, R. (2008).** Resolving the 50-year debate around using and misusing Likert scales. *Medical Education*, 42(12): 1150–1152. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2923.2008.03172.x>
- Croasmun, J. T., y Ostrom, L. (2011).** Using Likert-type scales in the social sciences. *Journal of Adult Education*, 40(1): 19–22.
- Devlin, S. J., Dong, H. K., y Brown, M. (1993).** Selecting a Scale for Measuring Quality. *Marketing Research*, 15(3): 13–16.
- Etobro, A. B., y Fabinu, O. E. (2017).** Students' perceptions of difficult concepts in biology in senior secondary schools in Lagos state. *Global Journal of Educational Research*, 16(2): 139. <https://doi.org/10.4314/gjedr.v16i2.8>

- González, E., y Ivanovich, V. (2005).** La biofísica, ¿ciencia básica o aplicada? *Elementos: Ciencia y Cultura*, 12: 47–49.
- González, S., y Recino, U. (2015).** Aprendizaje estratégico en la solución de problemas docentes en estudiantes de Medicina: dimensiones e indicadores. *Educación Médica*, 16(4): 212–217.
- Haddad, J. (2010).** Problemas de los Estudiantes de Medicina. *Colegiomedico.Hn*, 34, 2–6. <https://www.revistamedicahondurena.hn/assets/Uploads/Vol34-4-1966-8.pdf>
- Hall, S., Stephens, J., Parton, W., Myers, M., Harrison, C., Elmansouri, A., Lowry, A., y Border, S. (2018).** Identifying Medical Student Perceptions on the Difficulty of Learning Different Topics of the Undergraduate Anatomy Curriculum. *Medical Science Educator*, 28(3): 469–472. <https://doi.org/10.1007/s40670-018-0572-z>
- Hartley, J. (2014).** Some thoughts on Likert-type scales. *International Journal of Clinical and Health Psychology*, 14(1): 83–86. [https://doi.org/10.1016/S1697-2600\(14\)70040-7](https://doi.org/10.1016/S1697-2600(14)70040-7)
- Hellriegel, D., y Slocum, J. (2009).** *Comportamiento Organizacional* (12th ed.). CENGAGE.
- JHU. (2021).** Biophysics undergraduate Requirements. John Hopkins University. <https://biophysics.jhu.edu/undergraduate/requirements/>
- Joshi, A., Kale, S., Chandel, S., y Pal, D. (2015).** Likert Scale: Explored and Explained. *British Journal of Applied Science and Technology*, 7(4): 396–403. <https://doi.org/10.9734/bjast/2015/14975>
- Kirk, S. A., y Bateman, B. (1962).** Diagnosis and Remediation of Learning Disabilities. *Exceptional Children*: 73–78. <https://doi.org/10.5112/jjlp.36.315>
- Kleebua, C., y Siriparp, T. (2016).** Effects of Education and Attitude on Essential Learning Outcomes. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 217: 941–949. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2016.02.061>
- Knapp, T. R. (1993).** Treating Ordinal Scales as Ordinal Scales. *Nursing Research*, 42(3): 184–188. <https://doi.org/10.1097/00006199-199305000-00011>
- López-Aguado, M., y Gutiérrez-Provecho, L. (2019).** Cómo realizar e interpretar un análisis factorial exploratorio utilizando SPSS. *REIRE Revista d'Innovació i Recerca En Educació*, 12 (2): 1–14. <https://doi.org/10.1344/reire2019.12.227057>
- Michael, J. (2007).** What makes physiology hard for students to learn? Results of a faculty survey. *American Journal of Physiology - Advances in Physiology Education*, 31(1): 34–40. <https://doi.org/10.1152/advan.00057.2006>
- Mircioiu, C., y Atkinson, J. (2017).** A Comparison of Parametric and Non-Parametric Methods Applied to a Likert Scale. *Pharmacy*, 5(4): 26. <https://doi.org/10.3390/pharmacy5020026>
- O'Dwyer, A., y Childs, P. E. (2017).** Who says organic chemistry is difficult? Exploring perspectives and perceptions. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(7): 3599–3620. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00748a>
- Ocaña, T., Pérez, M., y Quijano, R. (2013).** Elaboración y Validación de una escala de creencias de los alumnos de educación secundaria obligatoria. *Profesorado*, 17(1): 431–454.
- Ornek, F., Robinson, W., y Haugan, M. (2007).** What Makes Physics Difficult. *Science Education International*, 18(3), 165–172.
- Pérez, E. R., y Medrano, L. (2010).** Análisis factorial exploratorio: Bases conceptuales y metodológicas. *Revista Argentina de Ciencias Del Comportamiento*, 2(1889): 58–66.
- Shah, M., Hasan, S., Malik, S., y Sreeramareddy, C. T. (2010).** Perceived stress, sources and severity of stress among medical undergraduates in a Pakistani medical school. *BMC Medical Education*, 10(1). <https://doi.org/10.1186/1472-6920-10-2>
- Shahzad, A. (2012).** Impact of Self Esteem and Support on Student Performance. *Management y Marketing*, 10 (2): 352–358.
- Sullivan, G. M., y Artino, A. R. (2013).** Analyzing and Interpreting Data from Likert-Type Scales. *Journal of Graduate Medical Education*, 5(4): 541–542. <https://doi.org/10.4300/jgme-5-4-18>

- Tokan, M. K., y Imakulata, M. M. (2019).** The effect of motivation and learning behaviour on student achievement. *South African Journal of Education*, 39(1). <https://doi.org/10.15700/saje.v39n1a1510>
- Uriel, E., y Aldás, J. (2002).** Análisis multivariante aplicado. In Madrid: Thomson Editores.
- Wu, H., y Leung, S. O. (2017).** Can Likert Scales Be Treated as Interval Scales? –A Simulation Study. *Journal of Social Service Research*, 43(4): 527–532. <https://doi.org/10.1080/01488376.2017.1329775>
- Wu, M., y Adams, R. J. (2007).** Developing Tests from IRT Perspectives – Construct and Framework. In E. M. Solution (Ed.), *Applying the Rasch model to psycho-social measurement: A practical approach.* (pp. 19–23). Springer Sigapure.
- Young, J. P. (2020).** *Fundamentos de Biofísica.* Universidad de Panamá. 265 pp.
- Youngstrom, E. A., Glutiing, J. J., y Watkins, M. W. (2003).** Stanford-Binet intelligence scale: Fourth Edition (SB4): Evaluating the empirical bases for interpretations. En C. R. Reynolds & R. W. Kamphaus (Eds.), *Handbook of psychological and educational assessment of children: Intelligence, aptitude, and achievement.* (pp. 217-242). New York, Gilford.
- Zittoun, T. (2004).** Symbolic competencies for developmental transitions: The case of the choice of first names. *Culture and Psychology*, 10(2): 131–161. <https://doi.org/10.1177/1354067X04040926>