

Confiabilidad interna de cuestionarios para medir el aprendizaje activo mediante interacción con un prototipo robótico en estudiantes de educación media

Internal reliability of questionnaires to measure active learning through interaction with a robotic prototype in secondary school students

Fiabilité interne des questionnaires pour mesurer l'apprentissage actif par interaction avec un prototype robotisé chez les élèves du secondaire

Confiabilidade interna de questionários para medir a aprendizagem ativa através da interação com um protótipo robótico em estudantes do ensino médio

Jesús Alberto Torrealba Castro
Universidad Metropolitana de Educación, Ciencia y Tecnología, Panamá
torricelli12@gmail.com
ID <https://orcid.org/0009-0009-4200-9226>

DOI: <https://doi.org/10.48204/contacto.v5n1.8999>

Recibido: 16/08/2024

Aceptado: 18/12/2024

RESUMEN

El presente artículo emerge del avance de una tesis doctoral y tiene como propósito evaluar la confiabilidad interna de dos cuestionarios psicométricos orientados a la medición de niveles de aprendizaje activo en función de la interacción con un prototipo robótico en estudiantes de educación media, mediante el cálculo del coeficiente Alfa de Cronbach, utilizando un formato sistematizado en Excel. Basado en teorías de análisis de consistencia interna con Alpha de Cronbach (Posso y Bertheau, 2020; Paye y Mejía, 2022); y aprendizaje activo, Hartikainen (2019); el estudio emplea un enfoque cuantitativo con diseño cuasiexperimental. En una prueba piloto con 10 estudiantes, se obtuvieron valores de confiabilidad de 0,582 (pobre) para el cuestionario de aprendizaje activo, y 0,948 (alta) para el de prototipo robótico. A través del análisis en un software de apoyo, se detectaron y eliminaron ítems con correlaciones negativas y bajas, lo que mejoró la consistencia interna del cuestionario, alcanzando un Alfa

de 0,826 considerado bueno. Se discutieron estrategias para evaluar y mejorar la consistencia interna de un cuestionario, aportando de esta manera a la comunidad académica una valiosa guía de apoyo para futuras investigaciones.

Palabras claves: Alfa de Cronbach, aprendizaje activo, confiabilidad y consistencia interna, cuestionarios psicométricos, prototipos robóticos.

ABSTRACT

This article emerges from the progress of a doctoral thesis and aims to evaluate the internal reliability of two psychometric questionnaires aimed at measuring levels of active learning based on interaction with a robotic prototype in secondary education students, by calculating Cronbach's Alpha coefficient, using an Excel systematized. Based on theories of internal consistency analysis with Cronbach's Alpha (Posso and Bertheau, 2020; Paye and Mejía, 2022); and active learning, Hartikainen (2019); the study employs a quantitative approach with a quasi-experimental design. In a pilot test with 10 students, reliability values of 0.582 (poor) were obtained for the active learning questionnaire, and 0.948 (high) for the robotic prototype. Through analysis in support software, elements with negative and low correlations were detected and eliminated, which improved the internal consistency of the questionnaire, reaching an Alpha of 0.826 considered good. Strategies for evaluating and improving the internal consistency of a questionnaire were discussed, thus providing the academic community with valuable guidance for future research.

Keywords: Cronbach's alpha, active learning, reliability and internal consistency, psychometric questionnaires, robotic prototypes.

Introducción

En el relevante campo científico, desde donde emanan los conocimientos fundamentales para el avance de diversas disciplinas, la validez, confiabilidad y consistencia interna de cuestionarios, se convierten en factores cruciales y de alta importancia para recolectar datos fidedignos. Según, Toma (2021) un instrumento válido y fiable asegura resultados precisos y estables, esenciales para avanzar en el conocimiento y en la investigación educativa. No obstante, en una investigación, el reto principal es obtener información confiable, lo que requiere herramientas válidas, que garanticen la robustez de los hallazgos y la credibilidad del estudio (Balderas et al., 2022).

En palabras de Medina et al. (2019) la validez se relaciona con la utilidad de los resultados derivados del test, mientras que la confiabilidad alude a los errores presentes en las mediciones efectuadas mediante este. En el ámbito educativo, la validez de un instrumento como un cuestionario crece al reflejar la realidad y evaluar la aplicación autónoma de conocimientos y habilidades, mientras que la confiabilidad asegura resultados estables y representativos del desempeño estudiantil (Backhoff et al., 2000; Salas-Perea, 2005; Pérez et al., 2008).

La confiabilidad se refiere a una característica de las evaluaciones obtenidas a través de un

cuestionario o escala aplicada a un grupo específico de individuos dentro de una muestra definida (Fan y Thompson, 2001). La consistencia interna refleja cómo los ítems de una escala se interrelacionan para medir coherentemente un constructo teórico, estando ligada a la confiabilidad, que garantiza homogeneidad y precisión mediante una fuerte correlación entre los ítems, esencial para capturar fielmente la variable estudiada (Durán y Lara, 2021). En este sentido, Aranzazu-Moya y Rodríguez (2022) mencionan que, una técnica reconocida para evaluar la consistencia interna de cuestionarios con escalas es el alfa de Cronbach.

Para valorar la confiabilidad de cuestionarios tipo Likert, se emplean estadísticos destacados como el coeficiente Alfa de Cronbach, que mide la consistencia interna del instrumento y revela la aportación de cada ítem a su cohesión general. Esto garantiza su precisión y solidez al cuantificar las variables analizadas, evaluando así el nivel de correlación entre los ítems (Cronbach, 1951; Díaz y Leyva, 2013; Mejía, 2019; Wang y Adames, 2022).

La consistencia interna de un instrumento de medición, busca garantizar respuestas confiables al evaluar a los mismos individuos en diferentes momentos o con distintos conjuntos de reactivos (Nunally y Bernstein, 1995). Por consiguiente, Montero (2013) menciona que, lo anterior permite identificar las diferencias individuales en las mediciones, donde las fluctuaciones se atribuyen al error aleatorio de medición, no al diseño original.

La confiabilidad de un cuestionario se refiere a su capacidad para proporcionar resultados consistentes y sin sesgos, especialmente al evaluar variables específicas. La consistencia, por su parte, implica que el instrumento genera los mismos resultados en condiciones similares, garantizando que las mediciones sean reproducibles y reflejadas de manera precisa la real (Villasís et al., 2018).

Para evaluar la confiabilidad de cuestionarios, se utilizan métodos estadísticos como el coeficiente Alfa de Cronbach, en herramientas como Excel o SPSS, que facilitan el análisis de la consistencia interna y la homogeneidad del instrumento, asegurando su exactitud y relevancia en los resultados obtenidos (Guevara et al., 2020). El coeficiente Alfa evalúa la proporción de la varianza observada en los puntajes que corresponden a la varianza verdadera, es decir, a las diferencias inherentes al constructo o ítem que se está midiendo. Se mide en un rango de 0 a 1, a medida que Alfa se acerca a este último valor, la confiabilidad del instrumento aumenta, reflejando mayor consistencia (Montero, 2013).

El estudio de la evolución del nivel de aprendizaje activo mediante la interacción con prototipos robóticos en estudiantes de diferentes niveles de escolaridad, será siempre todo un gran desafío, puesto que, según lo expuesto por Silva-Ortiz et al., (2020), es crucial analizar desde la experiencia de los estudiantes, cómo estas tecnologías impactan su proceso de aprendizaje, permitiendo comprender su influencia en el ámbito educativo, en este caso desde dos cuestionarios: uno orientado a aprendizaje activo y otro enfocado a la interacción con prototipos robóticos; y como argumentan Hartikainen et al. (2019), una investigación sobre aprendizaje activo enfrenta desafíos en la medición de este concepto, debido a la escasa publicación de su validez en el estado del arte, lo que representa un reto significativo para los investigadores en este ámbito.

Además de lo expuesto, son escasos los estudios actuales que ahonden sobre el fortalecimiento del aprendizaje activo a través de la incorporación de la robótica educativa en el aula, lo que demanda crear instrumentos de medición, como cuestionarios fiables y robustos, que aseguren resultados precisos. Estos

no solo facilitan la distinción de dichos resultados, sino que también proporcionan retroalimentación para perfeccionar el proceso educativo y promover competencias esenciales para el siglo XXI (Mora et al., 2024).

Según Moreno et al. (2020) la evaluación educativa implica el diseño, implementación y análisis de herramientas de medición. De acuerdo con López et al. (2014), el objetivo principal de estos instrumentos, al ser utilizados para evaluar niveles de aprendizaje y habilidades de individuos, es proporcionar datos clave que facilitan una adecuada toma de decisiones.

Medir los niveles de aprendizaje activo requiere intervenciones pedagógicas estructuradas y fundamentadas en métodos rigurosos; así como desarrollar instrumentos fiables y validados, resulta esencial para estudiantes y docentes frente a los retos de la sociedad del conocimiento, según Mosqueda et al. (2015, citado en Hernández et al., 2016) y Guevara et al. (2020). En estudios realizados por Montero y León (2017, citado en Ceballos y Tobón, 2019) y Leal-Kaymalyz y Herrera-Lillo (2021) se estimó la fiabilidad con un Alfa de Cronbach de 0,85 considerado sólido, y se sugiere integrar propiedades psicométricas en el diseño de cuestionarios evaluativos, por lo tanto, se tuvieron en cuenta para el presente artículo.

Se considera crucial contar con un cuestionario válido y fiable para medir el aprendizaje activo a través de la interacción con prototipos robóticos en estudiantes de educación media, integrando sus experiencias y percepciones como factores clave en la enseñanza y aprendizaje, por lo que son considerados fuentes primordiales de datos sobre estos procesos, siendo sus puntos de vista los que facilitan valorar su desempeño (González-Meléndez, 2023).

Materiales y métodos

Para la realización del presente estudio se diseñó una encuesta con dos cuestionarios dirigidos a estudiantes: uno de 15 preguntas orientadas al aprendizaje activo (AA) con relación a la interacción con un prototipo robótico (PR) y 32 preguntas enfocadas a este último; Se procedió a la aplicación de una prueba piloto con 10 estudiantes de educación media en una institución educativa oficial del departamento del Atlántico, Colombia. En palabras de Posso y Bertheau (2020) y Vázquez et al. (2021) antes de aplicar las encuestas a la muestra seleccionada, es imprescindible, evaluar la consistencia interna de los instrumentos (cuestionarios) mediante un análisis inicial de confiabilidad (Alpha de Cronbach), a través de un pilotaje para obtener una óptima comprensión, correcciones y ajustes de instrucciones e ítems, antes de aplicarlos de manera definitiva. A continuación, la Tabla 1 muestra el cuestionario (AA) y la Tabla 2 el cuestionario (PR), ambos aplicados con escala tipo Likert:

Tabla 1
Cuestionario en relación al Aprendizaje Activo

Nº	Reactivos/Alternativas de Respuesta Usted como estudiante...	N (1)	R (2)	AV (3)	F (4)	S (5)
1	Conecta el nuevo conocimiento con lo que ya sabe.					
2	Participa activamente en discusiones de grupo en clase.					

-
- 3** Reflexiona sobre lo que ha aprendido después de cada lección.
-
- 4** Aplica el conocimiento aprendido a situaciones nuevas o problemas.
-
- 5** Realiza actividades prácticas para reforzar el contenido teórico.
-
- 6** Trabaja en proyectos para explorar en profundidad un tema.
-
- 7** Recibe retroalimentación frecuente y constructiva de sus profesores.
-
- 8** Usa el diálogo y la discusión para aclarar conceptos complejos.
-
- 9** Participa en actividades para resolver problemas por sí mismo.
-
- 10** Se involucra en la planificación y evaluación de su propio aprendizaje.
-
- 11** Se siente responsable de su propio aprendizaje.
-
- 12** Participa en actividades de aprendizaje basadas en la indagación.
-
- 13** Analiza y reflexiona sobre sus errores para su comprensión.
-
- 14** Utiliza el aprendizaje colaborativo para comprender los contenidos.
-
- 15** Está motivado para aprender más allá de lo que se les enseña en clase.
-

Nota. Opciones de Respuesta: Nunca (Valor = 1); Raramente (Valor = 2); A veces (Valor = 3); Frecuentemente (Valor = 4) y Siempre (Valor = 5). Fuente: elaboración propia, basados en Cambridge International.

Tabla 2

Cuestionario sobre interacción con prototipos robóticos

Nº	Ítems/Alternativas de Respuestas	TA (5)	DA (4)	N (3)	EDA (2)	TDA (1)
Como estudiante considero que en cuanto a...						
Participación en el Diseño:						
01	Las sugerencias fueron tomadas en cuenta durante el diseño del prototipo robótico.					
02	Participar en la toma de decisiones sobre el diseño del prototipo robótico responde a las necesidades de aprendizaje.					
03	Se aportan ideas durante el proceso de diseño del prototipo para hacer relevante la formación académica.					
04	Colaborar en el diseño del prototipo permitiría comprender mejor su funcionamiento y objetivos educativos.					
Comprensión del Prototipo:						
05	Comprendo cómo funciona integralmente el prototipo robótico y sus funciones.					
06	El prototipo robótico está diseñado para adaptarse y utilizar de manera efectiva los distintos niveles de conocimiento técnico.					

07 El prototipo incluye tutoriales para la comprensión de su funcionamiento y sus aplicaciones en el aprendizaje.

08 El diseño del prototipo robótico ayudaría en el desarrollo de las actividades educativas.

Experiencia de Uso:

09 El uso del prototipo robótico en clase ha hecho las lecciones más interesantes y dinámicas.

10 El prototipo robótico debería ser intuitivo y fácil de usar, permitiéndome concentrarme en el aprendizaje sin dificultades técnicas.

11 Valoro que el prototipo robótico proporcione retroalimentación en tiempo real durante las actividades prácticas.

12 El prototipo debe estar diseñado para minimizar errores y facilitar la solución de problemas durante su uso.

Interacción y Colaboración:

13 El prototipo robótico debe ayudar a interactuar y colaborar con mis compañeros durante las actividades de aprendizaje.

14 El prototipo debería permitir realizar proyectos en equipo, donde se compartan conocimientos entre los estudiantes.

15 El prototipo debe facilitar la asignación de roles específicos dentro del equipo, asegurando que cada miembro contribuya de acuerdo con sus habilidades y conocimientos.

16 El prototipo debería ofrecer mecanismos de evaluación del desempeño grupal, permitiendo a los estudiantes reflexionar sobre su aporte y colaboración.

Desarrollo de Habilidades:

17 El uso del prototipo robótico ha contribuido al desarrollo de habilidades como la creatividad, resolución de problemas y pensamiento crítico.

18 El prototipo robótico me ayuda a desarrollar habilidades técnicas de programación que serán útiles en mi futuro académico.

19 El prototipo robótico promueve actividades de trabajo interdisciplinario de diversas áreas que potencializan el desarrollo de mis habilidades y aprendizaje.

20 El prototipo debe permitir experimentar de manera práctica, fortaleciendo mis competencias tecnológicas.

Mejora del Desempeño Académico:

21 El prototipo debería estar diseñado para mejorar mi rendimiento académico en asignaturas clave.

22 El uso del prototipo robótico debe reflejar una mejora de mis calificaciones y mi comprensión de los conceptos estudiados.

23 El prototipo robótico debería facilitar la integración de recursos multimedia y materiales de aprendizaje que refuerzen mi comprensión de los temas abordados en clase.

24 El diseño del prototipo debe proporcionar retroalimentación que ayude a identificar áreas de mejora en mi desempeño académico.

Satisfacción General:

25 El diseño del prototipo robótico debe ser agradable y funcional.

26 El diseño del prototipo robótico debe ser atractivo.

27 El diseño del prototipo robótico debe cubrir con mis expectativas en términos de calidad.

28 El diseño del prototipo robótico debe cubrir con mis expectativas en términos de facilidad de uso.

Resolución de Necesidades Tecnológicas:

29 El diseño del prototipo robótico debe cubrir las expectativas de resolver la necesidad tecnológica para la cual fue implementado en la comunidad educativa.

30 El prototipo robótico debe estar diseñado para cubrir todas mis necesidades tecnológicas dentro del entorno educativo.

31 El prototipo robótico debería tener actualizaciones regulares para mantenerse al día con las últimas innovaciones tecnológicas y educativas.

32 El diseño del prototipo robótico debe ofrecer soluciones tecnológicas que sean efectivas para resolver problemas específicos que encuentro en mi proceso de aprendizaje.

Nota. (TA: Totalmente de acuerdo 5); (DA: De acuerdo 4); (N: Neutral 3); (EDA: En desacuerdo 2); (TDA: Totalmente en desacuerdo 1). Fuente: elaboración propia.

Resultados

Para evaluar la confiabilidad interna del cuestionario representado en la Tabla 1, se procedió a organizar, codificar y digitar la información recolectada en las encuestas, en un formato sistematizado en Microsoft Excel, diseñado con la finalidad de introducir las fórmulas matemáticas requeridas y aplicar los procedimientos estadísticos pertinentes para llevar a cabo el cálculo del coeficiente Alpha de Cronbach, considerado uno de los métodos más utilizados para validar y evaluar este tipo de instrumentos utilizados en el enfoque cuantitativo.

Cabe notar que, dependiendo del valor que arroje el Alpha de Cronbach entre 0 y 1, así se determinará el nivel de fiabilidad del cuestionario, y así, establecer la veracidad de su consistencia interna y poder constituirse en un instrumento confiable para la aplicación real y recolección de los datos dentro del contexto de la investigación que se lleve a cabo; en este caso orientada a la relación entre el fortalecimiento del aprendizaje activo en función de la interacción con un prototipo robótico por parte de estudiantes de educación media.

Con base a lo expuesto con anterioridad, se procedió a realizar el siguiente procedimiento, que en detalle y secuencia permitió calcular el estadístico Alpha de Cronbach con relación al cuestionario de la Tabla 3:

Tabla 3

Codificación, digitación y cálculos del Alpha de Cronbach de cuestionario AA

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	ITEM/ N° ESTUD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	VARIANZA
2	1	3	3	3	3	3	4	3	3	4	5	0,44
3	2	4	5	4	3	4	3	1	4	3	4	1,05
4	3	3	5	5	5	4	2	5	3	4	4	1
5	4	4	4	4	3	3	2	3	2	4	3	0,56
6	5	4	3	3	4	3	2	2	3	3	3	0,4
7	6	4	3	2	3	2	3	4	2	4	3	0,6
8	7	5	3	4	5	5	4	3	5	5	2	1,09
9	8	5	4	4	5	2	4	5	4	3	3	0,89
10	9	4	5	5	4	5	3	5	3	3	4	0,69
11	10	3	4	4	5	4	1	3	1	3	3	1,49
12	11	5	3	5	5	5	4	5	3	4	5	0,64
13	12	3	3	3	3	4	3	3	4	3	4	0,21
14	13	5	4	4	4	5	4	5	5	2	4	0,76
15	14	4	3	4	3	3	2	5	4	4	2	0,84
16	15	4	3	5	4	4	2	5	3	3	2	1,05
17	Sumatoria Ítems	60	55	59	59	56	43	57	49	52	51	
18	ΣS_i^2											11,71
19	S_t^2											25,89
20	k											15
21												$\alpha = 0,587$

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se explica al detalle, el paso a paso y los cálculos efectuados en EXCEL para hallar el Alpha de Cronbach del cuestionario orientado a recolectar información sobre el nivel de aprendizaje activo en función de la interacción con un prototipo robótico por parte de los estudiantes de la muestra:

Tabla 4

Codificación de respuestas del cuestionario AA y cálculo del Alpha de Cronbach

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	ITEM/ N° ESTUD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	VARIANZA
2	1	3	3	3	3	3	4	3	3	4	5	0,44
3	2	4	5	4	3	4	3	1	4	3	4	1,05
4	3	3	5	5	5	4	2	5	3	4	4	1
.
.
15	31	4	3	4	3	3	2	5	4	4	2	0,84



16	32	4	3	5	4	4	2	5	3	3	2	1,05
17	Sumatoria Ítems	60	55	59	59	56	43	57	49	52	51	
18	Σs^2_i		SUMATORIA DE LAS VARIANZAS									11,71
19	s^2_t		VARIANZA DE LA SUMATORIA DE ÍTEMES									25,89
20	k		NUMERO DE ÍTEMES									15
21												$\alpha = 0,587$

Fuente: elaboración propia.

En la columna L, destinada al cálculo de la VARIANZA, en la celda con relleno rojo (L2) con valor 0,44 se introduce la siguiente fórmula en Excel:

$$= \text{VARP}(B2:K2)$$

La fórmula anterior, calcula la varianza del primer ítem (pregunta 1) marcado o seleccionado en el cuestionario por cada uno de los 10 estudiantes participantes (franja rosada). La cruz negra ubicada en la esquina inferior derecha de la celda L2, indica que para calcular el resto de varianzas de todos los ítems marcados por todos los estudiantes de la muestra se debe arrastrar el mouse en dirección hacia abajo hasta la celda L16 (ver rectángulo de bordes con línea punteada de color rojo).

En cuanto a la fórmula que se introduce en la celda con relleno de color azul (B17) con valor 60, denominada *Sumatoria Ítems*, tenemos que es la siguiente:

$$=\text{SUMA}(B2:B16)$$

Lo anterior, indica la sumatoria del total de los valores (códigos) que representan cada una de las respuestas de los 15 ítems marcados o seleccionados por el estudiante 1 (rectángulo vertical con bordes azules que va desde B2:B16). La cruz negra ubicada en la esquina inferior derecha de la celda B17, indica que para calcular el resto de la sumatoria de todos los ítems marcados por todos los estudiantes de la muestra se debe arrastrar el mouse en dirección hacia la derecha hasta la celda K17 (ver rectángulo de bordes con línea punteada de color azul).

Con respecto a la celda L18, que representa el cálculo de la sumatoria de las varianzas Σs^2_i , es decir, la suma de todas las varianzas calculadas desde la celda L2 hasta L16 con un resultado de 11,71 (ver cuadro anaranjado), la fórmula aplicada en dicha celda L18 es:

$$=\text{SUMA}(L2:L16)$$

Por otra parte, tenemos el cálculo de la varianza de la sumatoria de ítems s^2_t , la cual nos genera un valor de 25,89 (ver cuadro verde) correspondiente al aplicar en la celda L19, la formula:

$$= \text{VARP}(B17:K17)$$

Tenga en cuenta que según Montero (2013) la fórmula estadística utilizada para calcular el Alfa de Cronbach esta dada por la expresión:

Donde,
 k : número de ítems
 Σs_i^2 : sumatoria de la varianza
 s_t^2 : Varianza de sumatoria de ítem

$$\alpha = \frac{k}{(k-1)} * \left[1 - \frac{\Sigma s_i^2}{s_t^2} \right]$$

A continuación, se explicará con detalle el procedimiento manual para calcular el Alpha de Cronbach del cuestionario de Aprendizaje Activo (AA):

$$\begin{aligned}\alpha &= \frac{15}{(15-1)} * \left[1 - \frac{11,71}{25,89} \right] \\ \alpha &= \frac{15}{(14)} * [1 - 0,45229] \\ \alpha &= 1,07142 * [0,54771] \\ \alpha &= 0,58682 \approx 0,587\end{aligned}$$

Ahora, en el siguiente paso se calcula el coeficiente Alpha de Cronbach del cuestionario AA en Microsoft Excel, para lo cual, se aplica en la celda L21, la fórmula:

$$= (L20/(L20-1))*(1-L18/L19)$$

Al calcular el coeficiente Alpha de Cronbach, se procede a establecer el nivel de confiabilidad del cuestionario en referencia al aprendizaje activo, haciendo un comparativo del valor hallado con respecto a los criterios expuestos en la Tabla 5, en la cual, de acuerdo con la Facultad de Estadística de la Universidad Santo Tomás de Colombia, son los que determinan el nivel de fiabilidad de un cuestionario, en este caso tipo Likert:

Tabla 5
Criterios de fiabilidad

Coeficiente Alfa	Criterionio
> 0,9	Es excelente
> 0,8	Es bueno
> 0,7	Es aceptable
> 0,6	Es cuestionable
> 0,5	Es pobre
< 0,5	Es inaceptable

Fuente: Facultad de Estadística Universidad Santo Tomás en Betancourt y Caviedes (2018).

Por lo tanto, se puede deducir que el cuestionario presenta un nivel de confiabilidad interna pobre, debido a que en el cálculo del estadístico Alpha de Cronbach resultante, se obtuvo un valor de 0.587, el cual está por fuera del rango de confianza para ser considerado un instrumento confiable.

En el estudio realizado por Rodríguez y Reguant (2020), éstos autores hacen referencia a López-Roldán y Fachelli (2015) quienes proponen diversas estrategias para incrementar la confiabilidad en instrumentos como cuestionarios o pruebas, enfatizando en la importancia de minimizar los errores potenciales en el proceso, por lo que sugieren aumentar el número de preguntas o ítems, lo cual refuerza la estabilidad de los resultados, además de eliminar aquellos elementos que puedan interpretarse de maneras ambiguas, ya que su redacción puede inducir a respuestas inconsistentes.

También exponen la necesidad de controlar las condiciones de administración del instrumento para que el contexto no afecte las respuestas de los participantes, así como garantizar la claridad y accesibilidad en la redacción de los ítems para evitar malentendidos. Asimismo, consideran pertinente reducir la influencia de variables externas que puedan distorsionar las respuestas, proporcionar instrucciones uniformes para todos los participantes y establecer un sistema de calificación y puntuación alineado con la estructura del cuestionario o prueba. Por otro lado, resaltan la importancia de realizar estudios longitudinales y con la participación de diferentes equipos de investigación, lo cual fortalece la validez y confiabilidad.

En palabras de Merino (2020) estudios recientes plantean que el uso de tamaños muestrales amplios contribuye a reducir el error de medición y a mejorar la consistencia interna, evaluada mediante el coeficiente Alfa de Cronbach, en instrumentos de investigación. Otro aporte muy relevante, en un estudio realizado por Toro et al., (2022) éstos exponen que, el Alfa de Cronbach mostró sensibilidad a los valores atípicos de la muestra, puesto que la eliminación de ítems causantes elevó el nivel de consistencia interna del instrumento, mejorando su fiabilidad.

Desde la perspectiva de Durán y Lara (2021) la consistencia interna de un cuestionario con escala se estima aceptable entre 0,75 y 0,90. Sin embargo, diversos autores sugieren que valores de 0,80 a 0,90 son los óptimos en las fases iniciales de su desarrollo, asegurando así una mayor fiabilidad y validez del instrumento. Con relación a lo anterior, se realizaron ajustes pertinentes al cuestionario AA de la Tabla 1, apoyado en el software SPSS para analizar estadísticamente con mayor precisión los pasos a seguir con la finalidad de convertirlo en un instrumento confiable para su posterior aplicación. La Tabla 6, muestra las estadísticas del total de elementos, una vez que fueron importados y reorganizados los datos de Excel a SPSS:

Tabla 6
Estadísticas de total de elementos (antes) en SPSS

Variable	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Correlación múltiple al cuadrado	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
VAR00001	50,70	33,567	-,653	.	,675

VAR00002	50,60	29,822	-,188	.	,649
VAR00003	50,10	22,100	,561	.	,497
VAR00004	50,90	23,656	,585	.	,513
VAR00005	51,10	24,989	,500	.	,535
VAR00006	51,10	28,322	-,026	.	,608
VAR00007	50,00	28,222	-,057	.	,627
VAR00008	50,20	26,400	,135	.	,587
VAR00009	50,00	23,111	,581	.	,506
VAR00010	51,00	19,333	,687	.	,444
VAR00011	49,70	24,678	,403	.	,540
VAR00012	50,80	30,400	-,350	.	,624
VAR00013	49,90	27,433	,051	.	,599
VAR00014	50,70	24,456	,354	.	,545
VAR00015	50,60	20,489	,727	.	,454

Fuente: elaboración propia con SPSS.

Con base a la Tabla 6, se tiene que la primera columna (variable: VAR00001, ..., VAR000015) contiene los ítems (en excel) del cuestionario AA inicial (con confiabilidad 0,587). La columna 4 denominada “Correlación total de elementos corregida”, muestra resaltadas las variables o ítems que presentan correlación negativa (Items 1,2,6,7,12 o VAR0001, VAR0002, VAR0006, VAR0007 y VAR00012) y además la más baja (ítem 13 o VAR00013). Es preciso señalar que, para mejorar la fiabilidad del cuestionario AA los ítems o variables en resalte han de ser eliminados, apoyado en Torreglosa-Hernández et al. (2023) quienes exponen que al evaluar la consistencia interna mediante correlaciones entre ítems, las correlaciones bajas o negativas indican que un ítem puede reducir la fiabilidad; si al excluirlo el Alfa aumenta, su eliminación o reformulación es recomendable para mejorar la escala.

Para una mejor comprensión de lo anterior, se debe tener en cuenta que la Tabla 6, deriva de la Tabla 7; además, analizar la secuencia de la información mostrada en las tablas 7, 8 y 9; donde se muestran las estadísticas de elementos (items) antes y después de aplicar ajustes, modificando la estructura del cuestionario, pasando de 15 (ver tabla 7) a 9 items (ver tabla 8). Aparte de la media y desviación estándar registradas por cada item (ver tablas 7 y 8), cabe mencionar que N representa el número de estudiantes participantes en la prueba piloto. Por último, se observa en la Tabla 9, cómo el Alpha de Cronbach, resulta en nuevo valor de 0,826; ahora sí, con fiabilidad buena. En la Tabla 10, se muestra la estructura de cómo efectuar el procedimiento de cálculo del coeficiente en mención, y la respectiva comprobación que en Excel, resulta el mismo valor $\alpha=0,826$ (Ver Tablas 9 y 10).

Tabla 7
Estadísticas de elementos (antes)

	Desv.		
	Media	Desviación	N
VAR00001	3,40	,699	10
VAR00002	3,50	1,080	10
VAR00003	4,00	1,054	10
VAR00004	3,20	,789	10
VAR00005	3,00	,667	10
VAR00006	3,00	,816	10
VAR00007	4,10	1,101	10
VAR00008	3,90	,994	10
VAR00009	4,10	,876	10
VAR00010	3,10	1,287	10
VAR00011	4,40	,843	10
VAR00012	3,30	,483	10
VAR00013	4,20	,919	10
VAR00014	3,40	,966	10
VAR00015	3,50	1,080	10

Fuente: elaboración propia con SPSS.

Tabla 8
Estadísticas de elementos(después)

	Desv.		
	Media	Desviación	N
VAR00003	4,00	1,054	10
VAR00004	3,20	,789	10
VAR00005	3,00	,667	10
VAR00008	3,90	,994	10
VAR00009	4,10	,876	10
VAR00010	3,10	1,287	10
VAR00011	4,40	,843	10
VAR00014	3,40	,966	10
VAR00015	3,50	1,080	10

Fuente: elaboración propia con SPSS.

Tabla 9
Estadísticas de fiabilidad

	Alfa de Cronbach basada en	Alfa de Cronbach	elementos estandarizados	N de elementos
		,826	,820	9

Fuente: elaboración propia con SPSS.

A continuación, la Tabla 10 muestra el cuestionario AA de la Tabla 3 ajustado con un Alpha de Cronbach mejorado de 0,587 (confiabilidad pobre) a 0,826 (confiabilidad buena):

Tabla 10
Cálculos del Alpha de Cronbach en cuestionario AA con ítems eliminados

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	ITEM/ N° ESTUD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	VARIANZA
2	1	3	3	3	3	3	4	3	3	4	5	0,44
3	2	4	5	4	3	4	3	1	4	3	4	1,05
4	3	3	5	5	5	4	2	5	3	4	4	1
5	4	4	4	4	3	3	2	3	2	4	3	0,56
6	5	4	3	3	4	3	2	2	3	3	3	0,4
7	6	4	3	2	3	2	3	4	2	4	3	0,6
8	7	5	3	4	5	5	4	3	5	5	2	1,09

9	8	5	4	4	5	2	4	5	4	3	3	0,89
10	9	4	5	5	4	5	3	5	3	3	4	0,69
11	10	3	4	4	5	4	1	3	1	3	3	1,49
12	11	5	3	5	5	5	4	5	3	4	5	0,64
13	12	3	3	3	3	4	3	3	4	3	4	0,21
14	13	5	4	4	4	5	4	5	5	2	4	0,76
15	14	4	3	4	3	3	2	5	4	4	2	0,84
16	15	4	3	5	4	4	2	5	3	3	2	1,05
17	Sumatoria Ítems	36	34	39	38	33	22	38	26	31	29	
18	Σs^2_i	SUMATORIA DE LA VARIANZA										7,56
19	s^2_t	VARIANZA DE LA SUMATORIA DE ITEMS										28,44
20	k	NUMERO DE ITEMS										9
21		$\alpha =$										0,826

Fuente: elaboración propia.

Con base a la Tabla 4, donde se detallan los pasos a seguir y las fórmulas a aplicar para calcular el alpha de Cronbach en Excel, se tiene que en la Tabla 10, son los mismos pasos, lo único que cambia son los rangos de valores a tener en cuenta como parámetros de entrada, teniendo en cuenta realizar la excepción de los valores de los ítems eliminados en las filas 2-3, 7-8, 13-14 de Excel o ítems 1-2, 6-7, 12-13 en cuestionario (en gris oscuro). En la columna L, destinada al cálculo de la VARIANZA, los valores y fórmulas no sufren modificación alguna.

En cuanto a la fórmula que se introduce en la celda con relleno de color azul (B17) con valor 36, denominada Sumatoria Ítems, tenemos que es la siguiente:

$$=\text{SUMA}(\text{B4:B6;B9:B12;B15:B16})$$

Con respecto a la celda L18, que representa el cálculo de la sumatoria de las varianzas Σs^2_i , es decir, la suma de todas las varianzas calculadas en las celdas L4, L5, L6, L9, L10, L11, L12, L15, L6 con un resultado de 7,56 (ver cuadro anaranjado), la fórmula aplicada en dicha celda L18 es:

$$=\text{SUMA}(\text{L4:L6;L9:L12;L15:L16})$$

Ahora procede el cálculo de la varianza de la sumatoria de ítems s^2_t , la cual nos genera un valor de 28,44 (ver cuadro verde) correspondiente al aplicar en la celda L19, la formula:

$$=\text{VARP}(\text{B17:K17})$$

Finalmente, se calcula el coeficiente Alpha de Cronbach del cuestionario AA modificado, ahora con $k=9$ (ver celda L20 de color amarillo), puesto que quedó conformado por 9 ítems, ya que se eliminaron 6 de los 15 que estaban inicialmente) en Microsoft Excel, para lo cual, se aplica en la celda L21, la fórmula:

$$=(\text{L20}/(\text{L20}-1))*(1-\text{L18}/\text{L19})$$

Al efectuarse sistematizadamente los cálculos en Excel, genera un $\alpha=0,826$ con confiabilidad

bueno según los criterios de la Tabla 5. De esta manera quedó demostrado cómo se puede mejorar la confiabilidad de un instrumento en este caso cuestionario, tomando como referente el inicial representado en la Tabla 3 y finalizando con el exhibido en la Tabla 10.

El presente artículo constituye una valiosa guía de apoyo para investigadores de todos los niveles, que necesiten evaluar la fiabilidad de cuestionarios con escala Likert, similares al expuesto y la respectiva comprobación de aplicación de una técnica eficaz y eficiente usando el estadístico Alfa de Cronbach, en un formato sistematizado en Excel y con ayuda del software SPSS para identificar ítems ambiguos e irrelevantes que habían de ser eliminados para aumentar dicha fiabilidad en el instrumento.

Lo anterior, se apoya en Paye y Mejía (2022) quienes, en un estudio analizaron la consistencia interna del instrumento diseñado antes de su aplicación definitiva y que se llevó a cabo a través de la evaluación de la fiabilidad de los ítems, utilizando el programa estadístico SPSS v18 y Excel 2016. Este procedimiento permitió examinar la variabilidad de los ítems, contribuyendo a determinar la solidez del instrumento en términos de su capacidad para medir de manera coherente el constructo de interés.

Se procede a continuación a exponer la Tabla 11 que muestra la codificación de respuestas obtenidas o marcadas por los estudiantes en la prueba piloto efectuada y los posteriores cálculos para hallar el Alpha de Cronbach de cuestionario PR. A su vez, en la Tabla 12 se muestra el detalle del paso a paso a seguir para construir el cuestionario PR en Excel y sistematizar todos los cálculos que llevarán a generar como resultado el alpha de Cronbach.

Tabla 11

Codificación, digitación y cálculos del Alpha de Cronbach de cuestionario PR

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	ITEM/ N° ESTUD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	VARIANZA
2	1	5	4	4	2	4	4	4	5	2	3	1,01
3	2	4	3	3	2	3	5	3	3	3	4	0,61
4	3	3	3	3	1	5	5	5	4	3	3	1,45
5	4	4	4	4	3	5	2	5	5	2	3	1,21
6	5	4	3	3	3	4	2	4	5	2	5	1,05
7	6	2	3	3	2	4	4	5	4	3	5	1,05
8	7	4	4	4	5	5	4	5	5	1	4	1,29
9	8	2	4	3	4	4	5	5	5	2	3	1,21
10	9	5	4	3	2	5	5	3	5	1	3	1,84
11	10	1	5	4	3	3	2	4	5	3	4	1,44
12	11	3	3	3	2	3	5	4	4	2	2	0,89
13	12	5	5	5	3	3	3	4	5	3	3	0,89
14	13	3	4	4	3	3	3	4	4	1	2	0,89
15	14	4	5	5	2	4	4	5	5	2	4	1,2
16	15	2	4	4	1	4	4	5	5	3	4	1,44
17	16	4	3	3	3	5	4	5	4	1	3	1,25
18	17	3	4	4	3	5	3	4	4	2	5	0,81

19	18	5	3	3	2	5	5	5	5	2	3	1,56
20	19	2	4	3	5	5	4	5	5	2	2	1,61
21	20	5	4	4	4	5	5	5	5	1	4	1,36
22	21	2	5	5	3	3	3	5	5	3	3	1,21
23	22	5	4	4	2	4	3	4	4	1	5	1,44
24	23	1	3	4	3	4	1	4	4	3	2	1,29
25	24	3	4	3	2	3	1	3	5	4	1	1,49
26	25	3	5	4	2	5	4	4	5	2	5	1,29
27	26	1	4	5	2	4	3	4	4	2	1	1,8
28	27	4	3	4	2	4	2	2	5	3	3	0,96
29	28	1	4	4	1	4	1	2	5	2	3	2,01
30	29	5	5	4	3	4	2	4	4	1	5	1,61
31	30	2	3	5	3	3	2	3	4	2	5	1,16
32	31	4	4	4	3	2	4	3	5	1	4	1,24
33	32	4	4	4	3	3	3	4	4	2	3	0,44
34	Sumatoria Ítems	105	124	122	84	127	107	131	146	67	109	
35	ΣS_i^2											40,00
36	S_t^2											487,76
37	k											32
38												$\alpha = 0,948$

Fuente: elaboración propia.

Tabla 12

Codificación de respuestas del cuestionario PR y cálculo del Alpha de Cronbach

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	ITEM/ N° ESTUD	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	VARIANZA
2	1	5	4	4	2	4	4	4	5	2	3	1,01
3	2	4	3	3	2	3	5	3	3	3	4	0,61
4	3	3	3	3	1	5	5	5	4	3	3	1,45
.
.
32	31	4	4	4	3	2	4	3	5	1	4	1,24
33	32	4	4	4	3	3	3	4	4	2	3	0,44
34	Sumatoria Ítems	105	124	122	84	127	107	131	146	67	109	
35	ΣS_i^2											40,00
36	S_t^2											487,76
37	k											32
38												$\alpha = 0,948$

Fuente: elaboración propia.



En la columna L, destinada al cálculo de la VARIANZA, en la celda con relleno rojo (L2) con valor 1,01 se introduce la siguiente fórmula en Excel:

$$= \text{VARP}(\text{B2:K2})$$

La fórmula anterior, calcula la varianza del primer ítem (pregunta 1) marcado o seleccionado en el cuestionario por cada uno de los 10 estudiantes participantes (franja rosada). La cruz negra ubicada en la esquina inferior derecha de la celda L2, indica que para calcular el resto de varianzas de todos los ítems marcados por todos los estudiantes de la muestra se debe arrastrar el mouse en dirección hacia abajo hasta la celda L33 (ver rectángulo de bordes con línea punteada de color rojo).

En cuanto a la fórmula que se introduce en la celda con relleno de color azul (B34) con valor 105, denominada *Sumatoria Ítems*, tenemos que es la siguiente:

$$=\text{SUMA}(\text{B2:B33})$$

Lo anterior, indica la sumatoria del total de los valores (códigos) que representan cada una de las respuestas de los 32 ítems marcados o seleccionados por el estudiante 1 (rectángulo vertical con bordes azules que va desde B2:B33). La cruz negra ubicada en la esquina inferior derecha de la celda B34, indica que para calcular el resto de la sumatoria de todos los ítems marcados por todos los estudiantes de la muestra se debe arrastrar el mouse en dirección hacia la derecha hasta la celda K34 (ver rectángulo de bordes con línea punteada de color azul).

Con respecto a la celda L35, que representa el cálculo de la sumatoria de las varianzas $\sum s_i^2$, es decir, la suma de todas las varianzas calculadas desde la celda L2 hasta L33 con un resultado de 40,00 (ver cuadro anaranjado), la fórmula aplicada en dicha celda L35 es:

$$=\text{SUMA}(\text{L2:L33})$$

Por otra parte, tenemos el cálculo de la varianza de la sumatoria de ítems s_t^2 , la cual nos genera un valor de 487,76 (ver cuadro verde) correspondiente al aplicar en la celda L36, la formula:

$$= \text{VARP}(\text{B34:K34})$$

Finalmente, con relación a todos los parámetros dados y los resultados correspondientes a los cálculos efectuados anteriormente, además que el número de ítems que contiene el cuestionario se halla en la celda L37 (ver cuadro amarillo), calculamos en la celda L38 (ver cuadro color cyan) el coeficiente Alpha de Cronbach de la siguiente manera:

$$= (\text{L37}/(\text{L37}-1)) * (1-\text{L35}/\text{L36})$$

Téngase en cuenta la fórmula estadística utilizada para calcular el Alfa de Cronbach es:

$$\alpha = \frac{k}{(k-1)} * \left[1 - \frac{\sum s_i^2}{s_t^2} \right]$$

En consecuencia, al hallar el valor del Alpha de Cronbach, se procede a establecer el nivel de confiabilidad del cuestionario, comparando el valor obtenido con respecto a los criterios de fiabilidad ya expuestos anteriormente por la universidad Santo Tomás, en lo que se pudo determinar que el cuestionario presenta un nivel de confiabilidad interna excelente, puesto que el Alpha de Cronbach resultante arrojó un valor de 0,948. Lo anterior, permite considerar que el cuestionario relacionado con el prototipo robótico es apto de acuerdo con la finalidad para la que fue diseñado.

Discusión

Las variables que no pueden observables de manera directa, requieren ser evaluadas mediante cuestionarios que exhiban adecuada validez y confiabilidad, asegurando así la precisión y consistencia en su medición para investigaciones científicas (Riva, et al., 2024).

El empleo de cuestionarios sometidos a procesos de rigor de validación y medición de confiabilidad, permiten captar la perspectiva de las personas, siempre y cuando estén adaptados a su cultura, sean comprensibles y cumplan con los estándares estadísticos necesarios. Esto asegura que los datos reflejen con precisión las opiniones o percepciones de los participantes (Boparai et al., 2018).

La medición en investigación cuantitativa asigna valores a fenómenos, requiriendo datos confiables (Coolican, 2004); así como los hechos observables se miden con instrumentos mecánicos (Galindo-Domínguez, 2020); sin embargo, los constructos abstractos, como el aprendizaje, inteligencia, habilidades o emociones, necesitan definiciones operacionales con indicadores evaluados en ítems (Kerlinger y Lee, 2002). Lo anterior, exige validar rigurosamente escalas o test mediante revisión empírica (Luna et al., 2017; Galindo-Domínguez, 2020).

Con base a lo anterior, la evaluación de los ítems de un instrumento en desarrollo por parte de un panel de expertos y por medio de estadísticos como el Alpha de Cronbach, facilita la identificación de deficiencias conceptuales, posibles sesgos, ambigüedades en el significado, presencia de elementos irrelevantes o insuficientes, así como problemas en la estructura gramatical. Este proceso permite realizar ajustes necesarios para asegurar que los ítems midan de manera adecuada el constructo de interés en la población objetivo, fortaleciendo la validez y fiabilidad del instrumento (Maldonado y Santoyo, 2024).

La confiabilidad de un estudio depende en gran medida de la manera en que se realicen las mediciones de los datos recolectados a través de los instrumentos, por lo tanto, es esencial que el investigador garantice la pertinencia de las mismas, para que reflejen adecuadamente la diversidad de la población y sean imparciales, evitando sesgos que puedan comprometer los resultados de la investigación (Villasís et al., 2018).

La coherencia interna de un cuestionario refleja cómo los ítems se relacionan entre sí en torno al mismo constructo, incluso cuando evalúan diferentes dimensiones del mismo. Si una prueba incluye varios constructos distintos, las medidas de coherencia interna pueden ser irrelevantes, ya que las covarianzas aumentan de manera artificial. El alfa de Cronbach mide esta coherencia, variando entre 0 y 1 según la relación entre varianza total e individual (Terán-Bustamante et al., 2020).

Para perfeccionar la recolección de datos y aumentar la exactitud de las mediciones en cuestionarios, reduciendo el error aleatorio, es fundamental comprobar el funcionamiento óptimo de los instrumentos,

sean mecánicos o electrónicos, favoreciendo dispositivos automáticos que eviten interferencias externas. Respecto a los cuestionarios, se sugiere emplear versiones previamente validadas y, si están en otro idioma, adaptadas lingüística y culturalmente para garantizar la calidad de los datos, minimizando sesgos que afecten su validez y fiabilidad (Villasís et al., 2018).

Con respecto a programas internacionales de evaluación educativa, éstos aceptan valores de Alfa de Cronbach superiores a 0.8; no obstante, Nunnally y Bernstein (1995), exponen que para exámenes de alta repercusión, la confiabilidad debe alcanzar al menos 0.9; en instrumentos destinados a la investigación, se permite mayor flexibilidad, considerando valores adecuados de Alfa a partir de 0.7, ya que el objetivo es evaluar la relación de varianza.

El análisis de los ítems tras aplicar un test es una herramienta clave para mejorar su calidad, utilizando indicadores como dificultad, discriminación, coeficiente de confiabilidad y funcionamiento de distractores (Tavakol y Dennick, 2011; Violato y Violato, 2020). La dificultad, definida como el porcentaje de respuestas correctas por ítem, puede estar influenciada por fallas en su redacción, como planteamientos ambiguos o información irrelevante.

El índice de discriminación evalúa la capacidad de una pregunta para distinguir entre estudiantes con alto y bajo rendimiento, facilitando una retroalimentación específica y estrategias remediales (Haladyna et al., 2010; Violato y Violato, 2020). Los distractores, respuestas incorrectas, deben ser creíbles y no proporcionar pistas evidentes (Tarrant, 2009; Jurado-Núñez et al., 2013; Coughlin y Featherstone, 2017). Finalmente, el coeficiente de confiabilidad asegura la precisión del instrumento, aportando evidencias adicionales para validar sus resultados y respaldar decisiones educativas basadas en la interpretación de los resultados obtenidos (Shultz et al., 2020; Giacconi et al., 2021).

Conclusiones

La confiabilidad interna de los cuestionarios es fundamental para garantizar la validez de los resultados obtenidos en cualquier estudio. En este contexto, los cuestionarios diseñados para medir el aprendizaje activo a través de la interacción con prototipos robóticos en estudiantes de educación media deben ser evaluados con herramientas necesarias que aseguren la coherencia interna de sus ítems.

El coeficiente Alfa de Cronbach es uno de los métodos más efectivos para calcular la confiabilidad interna, ya que permite determinar la consistencia de las respuestas dentro del cuestionario. Al utilizar un formato sistematizado en Excel, se optimiza el proceso de recolección y análisis de datos, facilitando una evaluación más eficiente y confiable del instrumento, y garantizando que las mediciones reflejen de manera adecuada el constructo del aprendizaje activo.

Por otra parte, se ofrece una herramienta orientadora del paso a paso detallado de cómo evaluar la confiabilidad de un cuestionario en Excel, explicando la codificación de las respuestas y la sistematización en Excel, para luego establecer los cálculos, lo cual no es muy común encontrar en el estado del arte relacionado con la temática en cuestión.

El uso del Alfa de Cronbach como indicador de confiabilidad en la evaluación de cuestionarios es una práctica muy consolidada en investigaciones y, por ende, en el campo educativo, especialmente cuando se busca medir aspectos tan específicos como el aprendizaje activo en contextos tecnológicos. La interacción con prototipos robóticos agrega un componente innovador, pero también exige una medición

precisa y coherente del impacto de dicha interacción en el aprendizaje de los estudiantes.

Al aplicar el Alfa de Cronbach y usar un sistema estructurado en Excel para calcular este valor, como alternativa al software SPSS que en muchos casos los investigadores no cuentan con esta herramienta por no ser de libre acceso, se asegura una mayor confiabilidad en los resultados. Este enfoque sistemático no solo permite evaluar la calidad del instrumento, sino que también fortalece la validez de los hallazgos, proporcionando evidencia sólida para la toma de decisiones pedagógicas informadas dentro del ámbito educativo.

Agradecimientos

Agradece la orientación de su director de tesis doctoral, el honorable PhD. Alonso José Larreal Bracho por el apoyo brindado en relación con los cálculos estadísticos probatorios y comparativos en SPSS y la construcción de los cuestionarios expuestos en el presente.

Referencias bibliográficas

- Aranzazu-Moya, G., & Rodríguez, M. (2022). Validez y confiabilidad de un cuestionario sobre satisfacción en usuarios de prótesis dentales totales. Rev Cienc Salud. 2022;20(2):1-15. <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/revsalud/a.10795>
- Backhoff, E., Larrazolo, N., & Rosas, M. (2000). Nivel de dificultad y poder de discriminación del Examen de Habilidades y Conocimientos Básicos (EXHCOBA). Revista Electrónica de Investigación Educativa. <http://redie.uabc.mx/vol2no1/contenido-backhoff.html>
- Balderas, S. A., Cruz, N. C., Zapata, G. N., & Salazar, M. J. (2022). La validación por juicio de expertos como estrategia para medir la confiabilidad de un instrumento. TECTZAPIC: Revista Académico-Científica, 8(1), 9-18. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9593530>
- Betancourt, V. A., & Caviedes, N. I. (2018). Metodología de correlación estadística de un sistema integrado de gestión de la calidad en el sector salud. SIGNOS - Investigación en Sistemas de gestión, 10(2), 119-139. <https://doi.org/10.15332/s2145-1389.2018.0002.07>
- Boparai, J., Singh, S., & Kathuria, p. (2018). How to design and validate a questionnaire: a guide. Curr Clin Pharmacol. 2018;13(4):210-5. <https://doi.org/10.2174/1574884713666180807151328>
- Ceballos, J. M., & Tobón, S. (2019). Validez de una rúbrica para medir competencias investigativas en pedagogía desde la socioformación. Revista Atenas, 3(47) 1-7.
- Coolican, H. (2004). Métodos de investigación y estadística en psicología (3.^a ed.). El Manual Moderno.
- Coughlin, P. A., & Featherstone, C. R. (2017). How to write a high quality multiple choice question (MCQ): a guide for clinicians. European Journal of Vascular and Endovascular Surgery, 54(5), 654-658. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2017.07.012>
- Coughlin, P. A., & Featherstone, C. R. (2017). How to write a high quality multiple choice question (MCQ): a guide for clinicians. European Journal of Vascular and Endovascular Surgery, 54(5), 654-658. <https://doi.org/10.1016/j.ejvs.2017.07.012>
- Cronbach, L. J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. psychometrika, 16(3), 297-334.
- Díaz, R. P., & Leyva, S. E. (2013). Metodología para determinar la calidad de los instrumentos de evaluación. Educación Médica Superior, 27(2), 269-286. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-

<https://doi.org/10.21412013000200014&lng=es&tlng=es>.

- Durán, P., & Lara, A. (2021). Aplicación del coeficiente de confiabilidad de Kuder Richardson en una escala para la revisión y prevención de los efectos de las rutinas. Boletín Científico De La Escuela Superior Atotonilco De Tula, 8(15), 51-55. <https://doi.org/10.29057/esat.v8i15.6693>
- Fan, X., & Thompson, B. (2001). Confidence intervals about score reliability coefficients, please: An EPM guidelines editorial. Educational and Psychological Measurement, 61(4), 517–531. <https://doi.org/https://doi.org/10.1177/0013164401614001>
- Flores, R. Y. (2023). Propuesta de plantilla automatizada en Excel para evaluar autoestima, autoconcepto y motivación. RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo, 14(27). <https://doi.org/10.23913/ride.v14i27.1546>
- Galindo-Domínguez, H. (2020). Estadística para no estadísticos: una guía básica sobre la metodología cuantitativa de trabajos académicos (1.^a ed.). <https://doi.org/m5ds>
- Giaconi, E., Bazán, M., Castillo, M., Hurtado, A., Rojas, H., Giaconi, V., & Guiraldes, E. (2021). Análisis de pruebas de opción múltiple en carreras de la salud de la Universidad Mayor. Investigación en educación médica, 10 (40), 61-69. <https://doi.org/10.22201/fm.20075057e.2021.40.21365>
- Guevara, G., Veytia, M. G., & Sánchez, A. (2020). Validez y confiabilidad para evaluar la rúbrica analítica socioformativa del diseño de secuencias didácticas. Revista Espacios, 41(09). <https://www.revistaespacios.com/a20v41n09/20410912.html>
- González-Meléndez, R. C., Sánchez-Rodríguez, M. A., & Robles-López, F. (2023). Validity and reliability of an instrument for assessing microteaching in chemical biological sciences. Revista Digital De Investigación En Docencia Universitaria, 17(2), e1581. <https://doi.org/10.19083/ridu.2023.1583>
- Haladyna, T. M., Downing, S. M., y Rodríguez, M. C. (2010). A review of multiple-choice item-writing guidelines for classroom assessment. Applied measurement in education, 15(3), 309-333. https://doi.org/https://doi.org/10.1207/S15324818AME1503_5
- Hartikainen, S., Rintala, H., Pylväs, L., & Nokelainen, P. (2019). El concepto de aprendizaje activo y la medición de los resultados del aprendizaje: una revisión de la investigación en la educación superior en ingeniería. Ciencias de la Educación, 9 (4). <https://www.mdpi.com/2227-7102/9/4/276>
- Hernández, J. S., Tobón, S., & Guerrero, G. (2016). Hacia una evaluación integral del desempeño: las rúbricas socioformativas. Ra Ximhai, 12(6), 359-376. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46148194025>
- Jurado-Núñez, A., Flores-Hernández, F., Delgado-Maldonado, L., Sommer-Cervantes, H., Martínez-González, A., & Sánchez-Mendiola, M. (2013). Distractores en preguntas de opción múltiple para estudiantes de medicina: ¿cuál es su comportamiento en un examen sumativo de altas consecuencias? Investigación Educ Médica. 2013;2(8):202-10. [https://doi.org/10.1016/S2007-5057\(13\)72713-3](https://doi.org/10.1016/S2007-5057(13)72713-3)
- Kerlinger, F. N., & Lee, H. B. (2002). Investigación del comportamiento. McGraw-Hill.
- Leal-Kaymalyz, C. G., & Herrera-Lillo, A. (2021). Validez y confiabilidad para el cuestionario que mide la percepción de los profesionales fonoaudiólogos respecto al uso de tecnologías de la información y comunicación (TICs) en los procesos de evaluación e intervención fonoaudiológicas. <https://doi.org/10.1590/1982-0216/20212335421>
- López, E. G., Quintana, M. R., Rodríguez, C. O., Gómez, L. L., Pérez de Armas, A., & Aparicio, M. G. (2014). El profesor principal y su preparación para diseñar instrumentos de evaluación escritos. Edumecentro, 6(2), 94-109. <http://scielo.sld.cu/pdf/edu/v6n2/edu07214.pdf>
- López-Roldán, P., & Fachelli, S. (2015). Metodología de la investigación social cuantitativa. UAB.

- Luna, A., Reyes, R., & Jiménez, Y. (2017). Gestión del conocimiento en universidades públicas mexicanas. European Scientific Journal, 13(1). <https://doi.org/10.19044/esj.2017.v13n1p54>
- Maldonado, S. N., & Santoyo, T. F. (2024). Validez de contenido por juicio de expertos: Integración cuantitativa y cualitativa en la construcción de instrumentos de medición. REIRE Revista d'Innovació i Recerca en Educació, 17(2), 1-19. <https://doi.org/10.1344/reire.35693>
- Medina, P. J., Ramírez, D. M., & Miranda, I. (2019). Validez y confiabilidad de una prueba en línea sobre los fenómenos de reflexión y refracción del sonido. Apertura, 11 (2), 104-121. <https://doi.org/10.32870/Ap.v11n2.1622>
- Mejía, T. J. (2019). Diseño de cuestionarios y creación de escalas. Uso de EQS en las ciencias económico-administrativas. Primera Edición. Universidad de Guadalajara, México.
- Merino, S. C. (2020). Consistencia Interna del Eysenck Personality Questionnaire - Revised: Cuando Alfa de Cronbach No Es Suficiente. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/4596/459664769015/html/>
- Montero, E. (2013). Referentes conceptuales y metodológicos sobre la noción moderna de validez de instrumentos de medición: implicaciones para el caso de personas con necesidades educativas especiales. Revista Actualidades en Psicología, 27(114), 113-128. <https://www.redalyc.org/pdf/1332/133232388008.pdf>
- Mora, B. R., Lores, C. A., Almaguer-Cruz, N., Cruz, P. N., & Almaguer, C. N. (2024). Calidad de un instrumento de evaluación de la asignatura: Medicina General Integral en la carrera de Medicina. Revista de. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1561-31942024000300016&lng=es&tlang=es.
- Moreno, M. M., Lardoeyt, F. M., & Ramos, A. A. (2020). Calidad del examen final escrito de medicina comunitaria en la Facultad de Medicina Cabinda, Angola. Conrado, 16(73), 214-220. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442020000200214&lng=es&tlang=es.
- Nunnally, J., & Bernstein, I. (1995). Teoría psicométrica (3^a ed). México, D.F.: Editorial.
- Paye, H. E., & Mejía, A. C. (2022). Validez de constructo y fiabilidad de una escala de autopercepción de habilidades en investigación científica y estrategias de aprendizaje autónomo. Rev. científica memoria del posgrado., 21-28. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/en/biblio-1401884>
- Pérez, T. J., Acuña, A. N., & Arratia, C. E. (2008). Nivel de dificultad y poder de discriminación del tercer y quinto examen parcial de la cátedra de cito-histología 2007 de la carrera de medicina de la UMSA. <http://www.revistasbolivianas.org.bo/pdf/chc/v53n2/v53n2a03.pdf>
- Posso, P. R., & Bertheau, E. L. (2020). Validez y confiabilidad del instrumento determinante humano en la implementación del currículo de educación física. Revista EDUCARE - UPEL-IPB - Segunda Nueva Etapa 2.0, 24(3), 205–223. <https://doi.org/https://doi.org/10.46498/reduibp.v24i3.1410>
- Riva, N., Grandi, D., Cruzat, B., & Alvarado, R. (2024). Validación de cuestionarios para la medición de variables en salud: conceptos fundamentales. Revista Médica Revisada por Pares, 24(01), 1-9. <http://doi.org/10.5867/medwave.2024.01.2746>
- Rodríguez, R. J., & Reguant, Á. M. (2020). Calcular la fiabilidad de un cuestionario o escala mediante el SPSS: el coeficiente alfa de Cronbach. REIRE Revista d'Innovació i Recerca en Educació, 13(2), 1-13. <https://doi.org/10.1344/reire2020.13.230048>
- Salas-Perea, R. (2005). La evaluación en la educación superior contemporánea. Biblioteca de Medicina. Volumen XXIV. UMSA, La Paz, Bolivia, 1998. CD-ROM Maestría en Educación Médica, ENSAP.
- Shultz, K. S., Whitney, D., y Zickar, M. J. (2020). Measurement theory in action: Case studies and exercises. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003127536>

- of functioning and non-functioning distractors in multiple-choice questions: a descriptive analysis. BMC medical education, 9, 1-8. <https://link.springer.com/article/10.1186/1472-6920-9-40>
- Silva-Ortiz, S., Cobo-Mejía, E., & Cepeda-Sainea, J. (2020). Validación de contenido del Cuestionario de Percepción del Aprendizaje de la Anatomía a través del sistema interactivo en 3D, Cyber Anatomy. Rev Investig Salud Univ Boyacá. 2020;7(2):33-51. <https://doi.org/10.24267/23897325.420>
- Tarrant, M. W. (2009). An assessment of functioning and non-functioning distractors in multiple-choice questions: a descriptive analysis. BMC medical education, 9, 1-8. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1186/1472-6920-9-40>
- Tavakol, M., & Dennick, R. (2011). Post-examination analysis of objective tests. Medical teacher, 33(6), 447-458. <https://doi.org/10.3109/0142159X.2011.564682>
- Terán-Bustamante, A., Ramírez-Castillo, C. E., & Martínez-Velasco, A. (2020). Confiability y validez de un instrumento de selección de capital humano. Revista mexicana de economía y finanzas, 15(3), 435-454. <https://doi.org/10.21919/remef.v15i3.516>
- Toma, R. B. (2021). Problemas de validez y fiabilidad en los cuestionarios ROSE: revisión sistemática de la producción española. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 18(3), 3102. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i3.3102
- Toro, R., Peña-Sarmiento, M., Avendaño-Prieto, B. L., Mejía-Vélez, S., & Bernal-Torres, A. (2022). Análisis Empírico del Coeficiente Alfa de Cronbach según Opciones de Respuesta, Muestra y Observaciones Atípicas. Revista Iberoamericana de Diagnóstico y Evaluación - e Avaliação Psicológica, vol. 2, núm. 63, 2022-junio, p.17. <https://doi.org/10.21865/RIDEP63.2.02>
- Torreglosa-Hernández, S. G. ., González-Gómez, D., Estrada, A. ., Mera-Mamián, A. Y. ., Contreras-Martínez, H. J. ., y Lizcano-Cardona, D. (2023). Adaptación y resultados psicométricos de una escala de actitudes hacia la estadística entre estudiantes de pregrado en salud pública. Salud UIS, 55. <https://doi.org/10.18273/saluduis.54.e:22066>
- Vázquez, G. G., Jiménez, M. I., & Juárez, H. L. (2021). Análisis de validez de constructo del cuestionario “Gestión del Conocimiento para la innovación educativa en universidades”. Revista Fuentes, 23(3), 329–340. <https://doi.org/10.12795/revistafuentes.2021.12361>
- Villasís, K. M., Márquez, G. H., Zurita, C. J., Miranda, N. G., & Escamilla, N. A. (2018). El protocolo de investigación VII. Validez y confiabilidad de las mediciones. Revista alergia México, 65(4), 414-421. <https://doi.org/10.29262/ram.v65i4.560>
- Violato, E., & Violato, C. (2020). Preguntas de opción múltiple en pocas palabras: teoría, práctica y análisis de ítems posteriores al examen. Academic Medicine, 95 (4), 659. <https://doi.org/10.1097/ACM.0000000000003096>
- Wang, M., & Adames, P. E. (2022). Validez y confiabilidad de la escala de actitudes frente al endeudamiento en jóvenes universitarios panameños. REA: Revista Científica Especializada En Educación Y Ambiente, 1(1), 111–120. Obtenido de <https://revistas.up.ac.pa/index.php/rea/article/view/2916>

Conflictivo de interés

El autor de este trabajo declara no tener conflicto de interés.

Información adicional

La correspondencia y las solicitudes de materiales sobre este escrito deben dirigirse al autor al correo electrónico proporcionado.