



ORIGINAL

Design and validation of a questionnaire on the perception of learning differential equations using software in university students

Diseño y validación de un cuestionario sobre la percepción del aprendizaje de ecuaciones diferenciales mediante software en estudiantes universitarios

Sayuri Monserrath Bonilla-Novillo¹  , Edwin Ángel Jácome-Domínguez¹  , Ángela Cecibel Moreno-Novillo¹  , Javier Edmundo Albuja-Jácome¹  

¹Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.

Citar como: Bonilla-Novillo SM, Jácome-Domínguez E Ángel, Moreno-Novillo Ángela C, Albuja-Jácome JE. Design and validation of a questionnaire on the perception of learning differential equations using software in university students. Salud, Ciencia y Tecnología. 2024; 4:.1300. <https://doi.org/10.56294/saludcyt2024.1300>

Enviado: 05-02-2024

Revisado: 07-05-2024

Aceptado: 26-08-2024

Publicado: 27-08-2024

Editor: Dr. William Castillo-González 

ABSTRACT

Introduction: differential equations' complexity and abstractness make teaching challenging in university settings. The use of educational software emerges as a valuable pedagogical tool to enhance the learning process.

Objective: this research aimed to design and validate a questionnaire to know university students' perception of learning differential equations through software.

Method: this mixed-methods research employed descriptive-explanatory methods to investigate the topic. A comprehensive literature review was conducted, key aspects of the study topic were identified, the target population and sample were determined, experts were selected, an initial 27-question questionnaire was developed, content validity and reliability were assessed, and data were analyzed. Content validity was established using the Delphi method with eight mathematics experts and validated further using Aiken's V coefficient. Reliability was assessed using Cronbach's alpha and Omega McDonald's coefficients, employing Statistical Package for Social Sciences (SPSS) statistical software.

Results: the experts assessed the adequacy, relevance, and clarity of the questions, ultimately validating 17 questions with an Aiken's V greater than 0,80 (with a 95 % confidence interval). For reliability, an Alpha of 0,799 and an Omega of 0,798 were obtained, confirming that the 17 questions are well-correlated and consistently measure the same construct.

Conclusions: a 17-item questionnaire was developed with validated and consistent questions to gather reliable and accurate information on the perception of learning differential equations using educational software.

Keywords: Questionnaire; Delphi Method; Differential equations; Cronbach's Alpha Coefficient; McDonald's Omega.

RESUMEN

Introducción: la complejidad de las ecuaciones diferenciales y su abstracción dificultan su enseñanza en el ámbito universitario, siendo el uso de un software educativo una herramienta didáctica para facilitar el aprendizaje.

Objetivo: el objetivo de esta investigación fue diseñar y validar un cuestionario para conocer la percepción de estudiantes universitarios sobre el aprendizaje de ecuaciones diferenciales mediante software.

Métodos: esta investigación fue del tipo cualitativo cuantitativo, métodos descriptivo-explicativo. La metodología se dividió en: revisión bibliográfica exhaustiva, identificación de aspectos de interés, determinación de la población y muestra, selección de expertos, elaboración del cuestionario (inicialmente

con 27 preguntas), validación de contenido y confiabilidad y tratamiento de los datos. Para la validez de contenido se utilizó el método Delphi, mediante 8 expertos con amplia experiencia y conocimiento en matemáticas, estos resultados se validaron con el V de Aiken; para la confiabilidad se aplicó el coeficiente Alfa de Cronbach y el Omega McDonalds mediante el uso del software estadístico SPSS.

Resultados: los expertos evaluaron la adecuación, pertinencia y claridad, considerando válidas solo 17 preguntas con un V de Aiken superior a 0,80 (intervalo de confianza del 95 %); para la confiabilidad se obtuvo un Alfa de 0,799 y un Omega de 0,798, con lo cual se confirmó que las 17 preguntas tienen una buena correlación y además miden el mismo constructo de forma consistente.

Conclusiones: se diseñó un cuestionario con 17 preguntas validadas y consistentes, que permiten obtener información certera y confiable sobre la percepción del aprendizaje de ecuaciones diferenciales mediante software educativo.

Palabras clave: Cuestionario; Método Delphi; Ecuaciones diferenciales; Coeficiente Alfa de Cronbach; Omega de McDonalds.

INTRODUCCIÓN

La Educación Superior requiere herramientas innovadoras que se ajusten a la sociedad del conocimiento⁽¹⁾ y motiven a los estudiantes en todas las disciplinas;⁽²⁾ en los últimos años el uso de la tecnología en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas ha tenido un impacto positivo⁽³⁾ pues han permitido crear enfoque de aprendizaje diferenciados y personalizados.⁽⁴⁾ Alabdulaziz MS et al.⁽⁵⁾ en su investigación demostró que al utilizar un software libre se mejoró el aprendizaje de las matemáticas significativamente por lo que recomienda la inclusión de software en los distintos procesos.

Las ecuaciones diferenciales (ED) constituyen una parte fundamental para modelar y comprender diversos fenómenos; su estudio en el ámbito universitario presenta retos particulares debido a la complejidad de los conceptos y la abstracción de las ideas involucradas.⁽⁶⁾ En este contexto,⁽⁷⁾ manifiesta que el uso de un software educativo se ha convertido en un recurso valioso para facilitar el aprendizaje y mejorar la comprensión de las ED en los estudiantes.⁽⁸⁾ Por su parte Alcaraz L et al.⁽⁹⁾ se indica que la enseñanza tradicional de las ED suele basarse en métodos expositivos y ejercicios repetitivos, lo que puede dificultar la comprensión de los estudiantes y generar desinterés en la materia.

El uso de un software educativo en la enseñanza de las ED ofrece diversas ventajas que pueden contribuir a superar las limitaciones de la enseñanza tradicional; entre estas ventajas se destacan: visualización,⁽¹⁰⁾ interactividad⁽¹¹⁾ práctica y repetición⁽¹²⁾ aplicaciones del Mundo Real, el software puede utilizarse para modelar y simular fenómenos físicos reales, lo que ayuda a los estudiantes a comprender la relevancia de las ED en diversas áreas de la ciencia y la ingeniería.⁽¹³⁾ Motivación y compromiso, el uso de software atractivo y dinámico aumenta la motivación de los estudiantes y su compromiso con el aprendizaje de las ED.⁽¹⁴⁾

Con el fin de evaluar la eficacia de un software como herramienta educativa es esencial adentrarse en las percepciones de los estudiantes,⁽¹⁵⁾ pues, al comprender sus experiencias, actitudes y opiniones, los docentes pueden identificar aspectos que funcionan bien y aquellos que requieren ser mejorados.⁽¹⁶⁾ Esta retroalimentación valiosa permite adaptar las estrategias de enseñanza, los materiales didácticos y las actividades de aprendizaje, creando un entorno educativo más efectivo y acorde a las necesidades e intereses específicos de los estudiantes.⁽¹⁷⁾

Además, las percepciones de los estudiantes pueden revelar dificultades y desafíos específicos que enfrentan al aprender ED con software⁽¹⁸⁾ lo que resulta crucial para que los docentes puedan intervenir de manera oportuna, proporcionando el apoyo necesario a los estudiantes⁽¹⁹⁾ así como también permite identificar los aspectos del software que resultan atractivos, motivadores y útiles para el aprendizaje.⁽²⁰⁾

Para conocer las percepciones de los estudiantes, se debe considerar métodos, técnicas e instrumentos que aseguren el hecho empírico de la investigación.⁽²¹⁾ Flake J et al.⁽²²⁾ considera que la veracidad de los resultados obtenidos en investigaciones depende de la validez de su contenido y de su fiabilidad. En este Urrutia E et al.⁽²³⁾ otros inciden en que la validez es un criterio que permite verificar la calidad de un instrumento de recolección de datos, comprobando si éste evalúa lo que se pretende medir para así cumplir con los objetivos de la investigación.⁽²⁴⁾

Gamero K et al.⁽²⁵⁾ se manifiesta que el instrumento de recolección de datos al permitir obtener evidencias sobre el problema en estudio, debe estar encaminado a crear las condiciones para la medición, siendo los datos obtenidos los que expresan una abstracción del mundo real, en el cual todo lo empírico es medible.⁽²⁶⁾ Dentro de las técnicas de recolección de datos más aplicada está la encuesta⁽²⁷⁾ la cual utiliza como herramientas de recolección de datos: cuestionarios, test o pruebas de conocimiento⁽²⁸⁾ siendo los cuestionarios los más utilizados en las investigaciones⁽²⁹⁾ los cuales facilitarán la obtención de datos ventajosos y fehacientes.⁽³⁰⁾

Todo instrumento de recolección de datos debe garantizar la obtención de evidencias válidas y confiables.⁽³¹⁾ La validez es la eficiencia con que el instrumento mide lo que pretende medir.⁽³²⁾ Existen dos tipos de validez teórica: de constructo y contenido. La validez teórica de constructo es la existencia de evidencias en torno a la consistencia entre el perfil referencial y la prueba, mientras que la validez teórica de contenido es cuando la prueba tiene una

muestra representativa, adecuada y congruente del total de los conocimientos correspondientes al dominio que se pretende evaluar.⁽³³⁾

Hernández H et al.⁽³⁴⁾ consideran que para dicha validación se puede utilizar el Método Delphi o Juicio de Expertos⁽³⁵⁾ mediante el cual se obtiene la opinión de expertos en el tema, quienes evalúan de manera individual el cuestionario y luego se intercalan con retroalimentación de lo expresado por el grupo⁽³⁶⁾ Sainz V et al.⁽³⁷⁾ este método sirve tanto para la validez de constructo teórico como para la validez de contenido. Adicionalmente, se debe evaluar el Coeficiente V de Aiken, el cual cuantifica el grado de acuerdo entre los expertos en la evaluación de cada ítem del cuestionario; este estadístico se calcula dividiendo la varianza de las puntuaciones de los expertos por la varianza total posible, un valor V de Aiken igual o mayor a 0,80 se considera validado con un alto nivel de acuerdo.⁽³⁸⁾

Se menciona que la confiabilidad es el grado en que un instrumento produce resultados consistentes y coherentes⁽³⁹⁾ lo que garantiza la estabilidad de las medidas durante el proceso.^(40,41) Para su medición existen diferentes técnicas: el test - retest (re aplicación de pruebas), pruebas paralelas (aplicación de dos pruebas similares), división por mitades, consistencia o confiabilidad interna (Homogeneidad). Además, que para evaluar la confiabilidad interna se puede aplicar el coeficiente Alfa de Cronbach o el índice Omega de McDonald.⁽³⁰⁾

Finalmente, el coeficiente de Alfa de Cronbach varía entre 0 y 1, y si este es mayor a 0,7 existe una buena consistencia interna del instrumento.^(34,42) Además para realizar la validación de contenido se debe emplear una escala que permita la evaluación cuantitativa y el análisis de los resultados mediante coeficientes pertinentes para tal efecto.⁽⁴³⁾ Así mismo, el índice de McDonald varía entre 0 y 1, si es igual o mayor a 0,70 se considera una confiabilidad aceptable.⁽⁴⁴⁾

Por tanto resulta importante validar el cuestionario diseñado en esta investigación, que tiene por objetivo medir la percepción de los estudiantes sobre el aprendizaje de las matemáticas con un software, pues esto garantizará que los resultados obtenidos sean certeros y estos a su vez serán encaminados a tomar acciones de mejora que permitan optimizar el aprendizaje, mejorar la comprensión de los conceptos, desarrollar habilidades de resolución de problemas y efectuar una motivación en los estudiantes.

MÉTODO

Diseño

Para el desarrollo de este trabajo se utilizó un enfoque cuantitativo, puesto que se realiza una recolección de datos con base en la medición numérica y el análisis estadístico.⁽²⁶⁾ Aplicando métodos del tipo descriptivo-explicativo, ya que se describe, analiza e interpreta sistemáticamente un conjunto de hechos en el estudio.

La población de estudio estuvo conformada por estudiantes de las carreras de Ingeniería Industrial, Mecánica, Automotriz, Mantenimiento y Gestión del Transporte de la Escuela Superior Politécnica de Chimborazo quienes cursan la asignatura de Ecuaciones Diferenciales; población formada por hombres y mujeres cuya edad oscila entre 20 y 22 años. El muestreo efectuado fue del tipo probabilístico y aleatorio simple con los cuales se obtuvo una muestra de 250 estudiantes.

Para la validación de contenido se aplicó el Método Delphi, para lo cual se seleccionaron 8 expertos quienes fueron seleccionados en base al cumplimiento de al menos 4 de los siguientes criterios: (C1) poseer al menos un título de cuarto nivel en matemáticas, (C2) Poseer el título de tercer nivel en matemáticas o relacionado al área. (C3) ser o haber sido profesor en el área de matemáticas, (C4) Tener experiencia docente en el área de ecuaciones diferenciales de al menos 5 años, (C5) Tener al menos 5 años de experiencia en investigación dentro del área de ecuaciones diferenciales o de matemáticas, (C6) Ser o haber sido docente universitario en el área de ecuaciones diferenciales.

Luego de seleccionar a los expertos se les entregó el cuestionario inicialmente elaborado con 30 preguntas, en las cuales de acuerdo al criterio personal del experto otorgó una calificación a cada pregunta, valorando 3 criterios: adecuación de Contenido, pertinencia con el tema a investigar y claridad en la pregunta; posteriormente se calculó el coeficiente V de Aiken (ecuación 1) con sus límites inferior (ecuación 2) y superior (ecuación 3) para así cuantificar la relevancia de los valores otorgados por los jueces.

$$V = \frac{x-l}{k} \quad (1)$$

$$L = \frac{2nkV+z^2-z\sqrt{4nkV(1-V)+z^2}}{2(nk+z^2)} \quad (2)$$

$$U = \frac{2nkV+z^2+z\sqrt{4nkV(1-V)+z^2}}{2(nk+z^2)} \quad (3)$$

Donde:

x= Promedio de puntuaciones.

l= Valor más bajo de la puntuación con escala de Likert.

n= Número de jueces.

k= Valor superior menos el valor inferior de la escala de Likert.

V= Coeficiente de Aiken.

L= Límite inferior.

U= Límite superior.

Z= 1,96 (Para un intervalo de confianza de 95 %).

Posteriormente se procedió a validar el cuestionario resultante mediante el cálculo de la confiabilidad o consistencia interna, para lo cual se analizó el coeficiente Alfa de Cronbach (ecuación 4) y el Omega de McDonald's (ecuación 5), los mismos que fueron calculados mediante el software estadístico SPSS.

El índice de McDonald, a diferencia del coeficiente de Alfa utiliza las cargas factoriales (Gerbing & Anderson, 1988), lo que hace que los cálculos sean más estables y robustos, reflejando así el verdadero nivel de fiabilidad.

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^k S_i^2}{S_t^2} \right) \quad (4)$$

Donde:

α : coeficiente Alfa de Cronbach.

$\sum_{i=1}^k S_i^2$: sumatoria de varianzas de los ítems.

S_t^2 : varianza total.

k: Número de ítems.

$$\omega = \frac{[\sum_{i=1}^i \lambda_i]^2}{[\sum_{i=1}^i \lambda_i]^2 + [\sum_{i=1}^i 1-\lambda_i^2]} \quad (5)$$

Donde:

ω : coeficiente Omega.

λ_i = pocarga factorial estandarizada de i.

Para el diseño del cuestionario se consideró 30 preguntas, 3 preguntas de tipo cerrado sobre datos sociodemográficos (sexo, edad y zona de residencia del encuestado), y 27 preguntas de tipo cerrado sobre materiales didácticos utilizados y la tecnología aplicada en el proceso enseñanza - aprendizaje de las ecuaciones diferenciales. Estas preguntas a su vez se dividieron en: - 1 pregunta dicotómica (SI/NO) - 26 preguntas politómicas (7 de opción múltiple y 19 con escala de Likert, como criterio de medición de 1 a 5) (tabla 1).

Tabla 1. Cuestionario inicialmente elaborado

N° Pregunta	Pregunta	Tipo de pregunta
1	¿Cómo le resulta el aprendizaje de ecuaciones diferenciales?	Escala de Likert
2	¿Qué tipo de dificultades existe en el aprendizaje de ecuaciones diferenciales?	Opción Múltiple
3	¿En cuáles parámetros presenta dificultad al resolver ecuaciones diferenciales?	Opción Múltiple
4	¿La principal causa que dificulta el aprendizaje de ecuaciones diferenciales, es?	Opción Múltiple
5	¿Considera que los conceptos y definiciones en ecuaciones diferenciales son claros y concretos?	Escala de Likert
6	¿Con qué frecuencia revisa métodos de solución de ecuaciones diferenciales?	Escala de Likert
7	¿Con qué facilidad aplica los conocimientos de ecuaciones diferenciales para su resolución e interpretación de resultados?	Escala de Likert
8	¿Su nivel de comprensión del tema es?	Escala de Likert
9	¿Su capacidad para resolver ecuaciones diferenciales es?	Escala de Likert

10	¿Con qué facilidad aplica ecuaciones diferenciales como modelos matemáticos?	Escala de Likert
11	¿Qué tan motivado se siente por aprender el tema ecuaciones diferenciales?	Escala de Likert
12	¿Qué tan satisfecho se encuentra con la metodología utilizada?	Escala de Likert
13	¿Con qué frecuencia su docente utiliza recursos y herramientas didácticas digitales en el aprendizaje de ecuaciones diferenciales?	Escala de Likert
14	¿El docente utiliza algún software en el proceso de enseñanza-aprendizaje de ecuaciones diferenciales?	Escala de Likert
15	¿El manejo del software que actualmente utiliza el docente para el aprendizaje de ecuaciones diferenciales es?	Escala de Likert
16	¿Cuál de los siguientes softwares educativos matemáticos ha utilizado en la resolución de ecuaciones diferenciales?	Opción Múltiple
17	¿Su nivel de conocimiento sobre el software utilizado para resolver ecuaciones diferenciales es?	Escala de Likert
18	¿Su nivel de manejo del software usado en la resolución de ecuaciones diferenciales es?	Escala de Likert
19	¿Considera usted que el uso de un software mejora el aprendizaje de ecuaciones diferenciales?	Escala de Likert
20	¿Conoce las ventajas y desventajas de usar un software libre, para el proceso de enseñanza-aprendizaje de ecuaciones diferenciales?	SI/NO
21	¿Qué importancia le da a la utilización de un software libre como estrategia didáctica para el aprendizaje de ecuaciones diferenciales?	Escala de Likert
22	¿Considera usted que la utilización de un software libre permite una mayor interacción con el conocimiento, motivando así su proceso de aprendizaje?	Escala de Likert
23	¿Le gustaría mejorar su aprendizaje de ecuaciones diferenciales mediante la utilización de un software libre?	SI/NO
24	¿Con qué frecuencia le gustaría usar un software en ecuaciones diferenciales?	Escala de Likert
25	¿Qué características valora en un software educativo?	Opción Múltiple
26	¿Qué importancia les da a las características que tiene un software educativo?	Opción Múltiple
27	¿Qué recursos tecnológicos dispone usted para su aprendizaje en el tema de ecuaciones diferenciales?	Opción Múltiple

RESULTADOS

Selección de expertos

Para la selección de los expertos se consideró que cumplan al menos con 4 de los 6 criterios planteados, como resultado 8 fueron los expertos seleccionados (tabla 2).

	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Experto 4	Experto 5	Experto 6	Experto 7	Experto 8
C1	X	X	x	x	x	x	x	X
C2	X	X	x	x	x	x	x	x
C3	X	X	x	x	x	x	x	X
C4	X		x		x		x	
C5	X	X		x		x		X
C6	X	X	x		x		x	

A cada uno de los expertos se les entregó el cuestionario inicialmente diseñado junto con un formato de puntuaciones a cada pregunta, en el cual se validaron tres criterios: contenido redactado adecuadamente (Adecuación), relación de la pregunta con el área de investigación (Pertinencia), pregunta clara y entendible (Claridad), estas puntuaciones se valoraron mediante una escala de Likert con ponderación de 1 a 6, valor más bajo y alto, respectivamente. Para luego ser evaluado mediante el criterio de la V de Aiken. Las puntuaciones obtenidas permitieron aceptar o rechazar cada pregunta (tabla 3).

Tabla 3. Resultados obtenidos de la V de Aiken

N° Pregunta	Criterio De validación	Promedio	Desviación estándar	V de aiken	Límite inferior	Límite superior	Decisión
Pregunta 1	Adecuación	4,50	0,53	0,88	0,72	0,95	Aceptada
	Pertinencia	4,25	0,89	0,81	0,65	0,91	
	Claridad	4,38	0,52	0,84	0,68	0,93	
Pregunta 2	Adecuación	3,75	1,16	0,69	0,51	0,82	Rechazada
	Pertinencia	3,75	0,71	0,69	0,51	0,82	
	Claridad	3,75	0,71	0,69	0,51	0,82	
Pregunta 3	Adecuación	4,00	1,07	0,75	0,58	0,87	Rechazada
	Pertinencia	4,13	0,83	0,78	0,61	0,89	
	Claridad	3,63	0,74	0,66	0,48	0,80	
Pregunta 4	Adecuación	4,00	0,76	0,75	0,58	0,87	Rechazada
	Pertinencia	4,13	0,83	0,78	0,61	0,89	
	Claridad	3,88	0,83	0,72	0,55	0,84	
Pregunta 5	Adecuación	4,38	0,92	0,84	0,68	0,93	Aceptada
	Pertinencia	4,63	0,52	0,91	0,76	0,97	
	Claridad	4,50	0,53	0,88	0,72	0,95	
Pregunta 6	Adecuación	4,25	0,71	0,81	0,65	0,91	Aceptada
	Pertinencia	5,00	0,00	1,00	0,89	1,00	
	Claridad	4,38	0,74	0,84	0,68	0,93	
Pregunta 7	Adecuación	4,50	0,76	0,88	0,72	0,95	Aceptada
	Pertinencia	4,25	0,71	0,81	0,65	0,91	
	Claridad	4,25	0,71	0,81	0,65	0,91	
Pregunta 8	Adecuación	4,75	0,46	0,94	0,80	0,98	Aceptada
	Pertinencia	4,50	0,53	0,88	0,72	0,95	
	Claridad	4,25	0,71	0,81	0,65	0,91	
Pregunta 9	Adecuación	4,50	0,53	0,88	0,72	0,95	Aceptada
	Pertinencia	5,00	0,00	1,00	0,89	1,00	
	Claridad	5,00	0,00	1,00	0,89	1,00	
Pregunta 10	Adecuación	4,75	0,46	0,94	0,80	0,98	Aceptada
	Pertinencia	4,63	0,52	0,91	0,76	0,97	
	Claridad	4,63	0,52	0,91	0,76	0,97	
Pregunta 11	Adecuación	4,63	0,52	0,91	0,76	0,97	Aceptada
	Pertinencia	4,25	0,89	0,81	0,65	0,91	
	Claridad	4,25	0,71	0,81	0,65	0,91	
Pregunta 12	Adecuación	4,75	0,46	0,94	0,80	0,98	Aceptada
	Pertinencia	4,25	0,71	0,81	0,65	0,91	
	Claridad	4,50	0,76	0,88	0,72	0,95	
Pregunta 13	Adecuación	4,50	0,76	0,88	0,72	0,95	Aceptada
	Pertinencia	4,75	0,46	0,94	0,80	0,98	
	Claridad	4,38	0,52	0,84	0,68	0,93	

Pregunta 14	Adecuación	4,25	0,89	0,81	0,65	0,91	Aceptada
	Pertinencia	4,38	0,74	0,84	0,68	0,93	
	Claridad	4,75	0,46	0,94	0,80	0,98	
Pregunta 15	Adecuación	4,88	0,35	0,97	0,84	0,99	Aceptada
	Pertinencia	4,25	0,71	0,81	0,65	0,91	
	Claridad	4,50	0,76	0,88	0,72	0,95	
Pregunta 16	Adecuación	4,00	0,93	0,75	0,58	0,87	Rechazada
	Pertinencia	4,13	0,99	0,78	0,61	0,89	
	Claridad	4,13	0,83	0,78	0,61	0,89	
Pregunta 17	Adecuación	4,88	0,35	0,97	0,84	0,99	Aceptada
	Pertinencia	4,63	0,52	0,91	0,76	0,97	
	Claridad	5,00	0,00	1,00	0,89	1,00	
Pregunta 18	Adecuación	4,38	0,74	0,84	0,68	0,93	Aceptada
	Pertinencia	4,50	0,76	0,88	0,72	0,95	
	Claridad	4,25	0,46	0,81	0,65	0,91	
Pregunta 19	Adecuación	4,50	0,53	0,88	0,72	0,95	Aceptada
	Pertinencia	4,38	0,74	0,84	0,68	0,93	
	Claridad	4,63	0,52	0,91	0,76	0,97	
Pregunta 20	Adecuación	3,63	0,74	0,66	0,48	0,80	Rechazada
	Pertinencia	3,38	0,74	0,59	0,42	0,74	
	Claridad	3,50	0,76	0,63	0,45	0,77	
Pregunta 21	Adecuación	4,63	0,74	0,91	0,76	0,97	Aceptada
	Pertinencia	4,25	0,71	0,81	0,65	0,91	
	Claridad	4,25	0,89	0,81	0,65	0,91	
Pregunta 22	Adecuación	5,00	0,00	1,00	0,89	1,00	Aceptada
	Pertinencia	4,88	0,64	0,97	0,84	0,99	
	Claridad	4,50	0,53	0,88	0,72	0,95	
Pregunta 23	Adecuación	3,63	0,52	0,66	0,48	0,80	Rechazada
	Pertinencia	2,63	1,06	0,41	0,26	0,58	
	Claridad	3,63	0,52	0,66	0,48	0,80	
Pregunta 24	Adecuación	3,25	0,46	0,56	0,39	0,72	Rechazada
	Pertinencia	3,00	0,76	0,50	0,34	0,66	
	Claridad	3,38	1,06	0,59	0,42	0,74	
Pregunta 25	Adecuación	3,50	0,53	0,63	0,45	0,77	Rechazada
	Pertinencia	2,75	1,04	0,44	0,28	0,61	
	Claridad	3,00	0,93	0,50	0,34	0,66	
Pregunta 26	Adecuación	3,63	0,52	0,66	0,48	0,80	Rechazada
	Pertinencia	2,13	0,83	0,28	0,16	0,45	
	Claridad	4,00	0,76	0,75	0,58	0,87	
Pregunta 27	Adecuación	3,50	0,53	0,63	0,45	0,77	Rechazada
	Pertinencia	2,25	1,04	0,31	0,18	0,49	
	Claridad	3,63	1,06	0,66	0,48	0,80	

De las 27 preguntas elaboradas inicialmente (tabla 1), solo 17 cumplieron con el criterio mínimo de aprobación de 0,8 para la validez del constructo, según la V de Aiken.

Seguidamente, se procedió a evaluar la confiabilidad mediante el Alfa de Cronbach (tabla 4), cuyos valores de los niveles de confiabilidad son: 0,9-10 excelente; 0,8-0,9 muy bueno; 0,7-0,8 aceptable; 0,6-0,7 cuestionable, 0,5-0,6 pobre y 0,0-0,5 no aceptable.

N° Pregunta	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
1	54,627	38,432	0,501	0,465	0,782
2	53,181	38,199	0,474	0,444	0,783
3	53,181	40,857	0,224	0,371	0,801
4	54,133	41,897	0,216	0,401	0,799
5	54,108	39,683	0,480	0,498	0,785
6	54,229	39,642	0,541	0,649	0,783
7	54,253	40,143	0,529	0,689	0,785
8	53,121	37,156	0,525	0,447	0,779
9	53,337	39,909	0,376	0,431	0,790
10	52,759	38,819	0,374	0,490	0,791
11	53,217	39,513	0,237	0,518	0,805
12	53,952	39,754	0,376	0,544	0,790
13	54,458	38,520	0,431	0,809	0,787
14	54,374	38,212	0,467	0,814	0,784
15	53,048	39,095	0,353	0,687	0,792
16	53,000	39,098	0,368	0,691	0,791
17	53,024	39,731	0,339	0,572	0,793

Alfa de Cronbach = 0,799
N° elementos= 17

Pregunta N°	Media	Desviación Estándar	Loading	Error en la Varianza
1	2,373	0,776	0,524	0,328
2	3,819	0,843	0,406	0,546
3	3,819	0,814	0,296	0,575
4	2,867	0,580	0,205	0,294
5	2,892	0,625	0,407	0,225
6	2,771	0,570	0,448	0,125
7	2,747	0,514	0,408	0,098
8	3,880	0,916	0,476	0,612
9	3,663	0,720	0,306	0,426
10	4,241	0,905	0,274	0,744
11	3,783	1,071	0,162	1,121
12	3,048	0,747	0,189	0,523
13	2,542	0,860	0,365	0,606
14	2,627	0,851	0,349	0,603
15	3,952	0,896	0,187	0,767
16	4,000	0,870	0,208	0,713
17	3,976	0,811	0,170	0,629

Omega= 0,798

Los resultados de la tabla 4 muestran un valor total del coeficiente Alfa de Cronbach $\alpha=0,799$, con lo cual el nivel de confiabilidad es Aceptable, además se observa que no existe ningún cambio significativo si se suprime alguna de las preguntas, por lo que se decide mantener las 17 preguntas. Con el fin de tener un valor más robusto de confiabilidad se procedió a calcular el Omega de McDonald (tabla 5).

Se observa en la tabla 5 que el Índice Omega de McDonald es mayor a 0,7 por lo tanto es un valor aceptable para validar la consistencia interna del instrumento, lo que indica que las 17 preguntas evaluadas tienen una buena correlación y además miden el mismo constructo de forma consistente.

La tabla 6 representa la ficha técnica del cuestionario, la misma que sintetiza los resultados obtenidos en su elaboración y validación.

Tabla 6. Ficha técnica del cuestionario	
Título	Cuestionario sobre la percepción del aprendizaje de ecuaciones diferenciales mediante software en estudiantes universitarios
Estructura	20 preguntas (3 preguntas para datos generales y 17 preguntas específicas para la investigación)
Nivel de Confiabilidad	Alfa de Cronbach=0,799; Omega de McDonald=0,798
V de Aiken	Las 17 preguntas tienen un valor V de Aiken $\geq 0,8$ tanto en Adecuación, Pertinencia y Contenido
Criterios generales	El instrumento contiene instrucciones claras y precisas para que los encuestados puedan responderlo adecuadamente: si 100 % El número de preguntas del cuestionario es excesivo: no 100 % Las preguntas constituyen un riesgo para el encuestado: no 100 %

DISCUSIÓN

El cuestionario para evaluar la percepción del aprendizaje de ecuaciones diferenciales mediante software en estudiantes universitarios quedó diseñado con 20 preguntas, 3 preguntas sociodemográficas y 17 preguntas propias sobre el tema de investigación, las cuales son de tipo cerrado, y a su vez se subdividen en: 1 dicotómica y 16 politómicas, con una escala de Likert cuya medición está valorada en una escala de 1 a 5.

Cabe mencionar que todo instrumento de recolección de datos debe garantizar validez y confiabilidad, pues así se asegura que los datos obtenidos son verídicos para una adecuada toma de decisiones.

Respecto a la selección de expertos, se seleccionaron meticulosamente un panel de ocho expertos, con amplia experiencia y profundo conocimiento en el campo de las matemáticas. Para su selección se consideraron seis criterios de los cuales para ser seleccionados debían cumplir con al menos 4; garantizando así la calidad y confiabilidad de sus valoraciones. Además, su experiencia fue fundamental en el proceso de validación del cuestionario, se implementó un riguroso proceso de validación doble.

Se empleó el método Delphi, una técnica estructurada de creación de consenso, para evaluar la validez de contenido del cuestionario. Los expertos evaluaron concienzudamente la adecuación, relevancia y claridad de cada pregunta. Sólo 17 preguntas, que alcanzaron una V de Aiken superior a 0,80 (intervalo de confianza del 95 %), se consideraron válidas y se retuvieron para los análisis de confiabilidad.

Por otro lado, la consistencia interna y la confiabilidad del cuestionario se evaluaron utilizando dos medidas estadísticas establecidas: el coeficiente Alfa de Cronbach y el Omega McDonalds. Los valores obtenidos de 0,799 y 0,798, respectivamente, indicaron una fuerte consistencia interna y confiabilidad, lo que confirma que las 17 preguntas validadas midieron efectivamente el constructo previsto.

En este sentido, la información recopilada para el desarrollo de esta investigación fue procesada y analizada utilizando técnicas estadísticas apropiadas para extraer información significativa, además del uso de software estadístico adecuado sobre las percepciones de los estudiantes.

Finalmente, en esta investigación se abordó el desarrollo y validación de un cuestionario con el objetivo de garantizar la confiabilidad y seguridad de la información obtenida; la aplicación de técnicas rigurosas permitió asegurar que las preguntas consideradas en el diseño sean válidas en términos de contenido, adecuación y pertinencia, además de demostrar la confiabilidad de sus datos.

CONCLUSIONES

La elaboración y validación de instrumentos de recolección de datos constituyen pasos cruciales en el ámbito de la investigación científica, la selección de técnicas y métodos adecuados para su diseño garantiza la confiabilidad y seguridad de la información recolectada, permitiendo a su vez la obtención de resultados precisos que sustentan la toma de decisiones informadas.

La validez de contenido se evaluó mediante el Método Delphi, el cual involucró a especialistas con amplia experiencia en el área de investigación; este proceso garantizó que las preguntas formuladas fueran adecuadas en forma y contenido para los participantes, asegurando la pertinencia y relevancia de los instrumentos para

medir los constructos de interés, además que para garantizar su validación se aplicó la V de Aiken permitiendo que solo 17 preguntas alcanzaran un valor superior a 0,80.

El nivel de confiabilidad del cuestionario fue aceptable tanto con la técnica Alfa de Cronbach como con el índice Omega de McDonald, al obtenerse valores de 0,799 y 0,798 respectivamente, lo que garantiza la consistencia de los datos.

El análisis estadístico aplicado muestra una gran correlación entre las preguntas, lo que indica que todas están alineadas a cumplir con el objetivo de analizar la percepción de los estudiantes en el proceso enseñanza aprendizaje de ecuaciones diferenciales mediante software.

La aplicación de este instrumento validado permitirá a los docentes obtener información precisa sobre sus propias fortalezas y debilidades en el proceso de enseñanza-aprendizaje, así como sobre las actitudes y habilidades de sus estudiantes. Esta información resulta crucial para la toma de decisiones informadas que conduzcan a la implementación de estrategias pedagógicas más efectivas y la promoción de un aprendizaje significativo en los estudiantes

Es importante mencionar que el cuestionario desarrollado en este estudio no solo puede ser utilizado en esta investigación para la cual fue diseñado, sino que también puede ser adaptado y aplicado en investigaciones similares dentro del ámbito de la práctica docente. La flexibilidad y versatilidad de este instrumento lo convierte en una herramienta valiosa para la evaluación y mejora del proceso educativo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cabanillas J, Catarreira S, Sánchez M. A mixed approach to attitude and motivation towards the use of a virtual platform for learning mathematics [Un enfoque mixto de la actitud y motivación hacia el uso de una plataforma virtual para el aprendizaje de las matemáticas]. En: RISTI - Revista Iberica de Sistemas e Tecnologias de Informacao; 2023. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85174582068&partn erID=40&md5=3f89d0599ebb6471fdd59d61769fff42>
2. Trigueros M, Sánchez Matamoros G. El aprendizaje y la enseñanza de las matemáticas en la Universidad. En Avances De Investigación En Educación Matemática.; 2021. p. 1-5. <https://doi.org/10.35763/aiem21.4445>
3. Méndez V, Magaña E, Palmero J, Ariza A. Technology-enhanced mathematics learning in Europe: a literature review. En Texto Livre.; 2022. p. 15.
4. Attard C, Holmes K. An exploration of teacher and student perceptions of blended learning in four secondary mathematics classrooms. Mathematics Education Research Journal. 2022; XXXIV(4): p. 719-740. <https://www.springer.com/journal/13394>
5. Alabdulaziz MS, Aldossary SM, Alyahya SA, Althubiti HM. The effectiveness of the GeoGebra Programme in the development of academic achievement and survival of the learning impact of the mathematics among secondary stage students. En Education and Information Technologies.; 2021. p. 2685 - 2713.
6. Trigueros M. Las ecuaciones diferenciales en la enseñanza de las matemáticas. En. p. 345-364.
7. Hernández Fernández J, Ruiz Valero C, Sacristán Díaz M. The Use of GeoGebra to Teach Ordinary Differential Equations in Higher Education. En The First International Conference on Technology in Mathematics Education. Suiza; 2019. p. 213-222.
8. Conklin FE, Pavio S, Chick H. A survey of student perceptions and experiences with the use of technology in mathematics. Journal of Mathematics Teacher Education. 2005; VIII(2): p. 117-135.
9. Alcaraz L, Cogollo B, Díaz M. Design and Implementation of a Web-Based Learning Environment for Ordinary Differential Equations. In A. En Proceedings of the 13th International Conference on Technology, Education, and Design. New York: ACM; 2018. p. 42-51.
10. López Martínez M, Bardón García J, Lupiáñez Pérez A. The Use of GeoGebra to Teach the Concept of the Derivative of a Function in Secondary Education. En Proceedings of the 12th International Conference on Technology, Education, and Design. New York: ACM p. 489-496.
11. García Valcarcel A, Herrero Sanz A. Using Interactive Simulations to Teach Ordinary Differential.
12. Pérez López G, Rodríguez Asensio M, Herrero Vallejo R. Práctica y Repetición: Un Entorno Seguro para

el Aprendizaje de la Resolución de Problemas. En Servicio de Publicaciones de la Universidad de Extremadura. Badajoz; 2015. p. 1-6.

13. Lage Castellanos A, Ontivero Ortega M, Valente G, Goebe IR, Huertas Cereso A. Modelado y simulación de fenómenos físicos con software libre. En Una experiencia de aprendizaje en ecuaciones diferenciales.; 2014. p. 235-252.

14. Guerrero R, Ramírez Santiesteban M. Efectos del uso de software educativo sobre la motivación y el compromiso de los estudiantes en el aprendizaje de las ecuaciones diferenciales. En Educación Matemática.; 2013. p. 247-268.

15. Alajaji S, Mukheimer A. The effect of using GeoGebra. En.; 2010.

16. García Valcarcel A, Herrero Migueláñez A. The use of GeoGebra to teach differential equations. A case study. International Journal of Technology in Education and Science. 2014; I(1): p. 43-52.

17. Al-Zahrani AM, & Al-Quraan AA. The effect of using dynamic mathematics software on students' achievement in learning first-year calculus concepts. International Journal of Mathematical Education in Science and Technology. 2010; XLI(2): p. 247-258.

18. Oliver MB, Cagayan JL. The impact of using GeoGebra on pre-service mathematics teachers' knowledge and attitudes towards teaching differential equations. Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education. 2010; VI(2): p. 117-130.

19. Triola MF, Young OT. Elementary differential equations and boundary value problems. Decima ed.: Pearson; 2017.

20. Kay FH, Brush T. Integrating Technology into K-12 Teaching and Learning: Current Knowledge Gaps and Recommendations for Future Research. En Education Technology Research and Development.; 2007. p. 223-252. https://www.researchgate.net/publication/225668789_Integrating_technology_into_K-12_teaching_and_learning_Current_knowledge_gaps_and_recommendations_for_future_research

21. Hernández S, Ávila D. Data collection techniques and instruments. En Boletín Científico de las Ciencias Económico Administrativas del ICEA.; 2020. p. 51-53. <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icea/issue/archive>

22. Flake J, Pek J, Hehman E. Validación de constructos en investigaciones sociales y de personalidad: prácticas actuales y recomendaciones. En Psicología social y ciencias de la personalidad.; 2017. p. 370-378. <https://doi.org/10.1177/1948550617693063>

23. Urrutia E, Barrios A, Gutiérrez N, et al. Métodos óptimos para determinar validez de contenido. En. Cuba: Revista Cubana de Educación Médica Superior; 2014. p. 547-558. <http://scielo.sld.cu/pdf/ems/v28n3/ems14314.pdf>

24. Yuni J, Urbano C. Técnicas para investigar. Recursos metodológicos para la preparación de proyectos de investigación. En.: Editorial Brujas; 2014. <http://abacoenred.com/wp-content/uploads/2016/01/T%C3%A9cnicaspara-investigar-2-Brujas-2014-pdf.pdf>

25. Gamero K, Flores C, Arias W, Ceballos K, Román A, Marquina E. Estandarización del Test de Dependencia al Celular para estudiantes universitarios de Arequipa. En. Arequipa: Revista Persona; 2016. p. 179-200. <https://doi.org/10.26439/persona2016.n019.979>

26. Hernández R, Mendoza C. Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. En. México, D.F: McGraw-Hill Interamericana Editores; 2023.

27. Gauchi V. Estudio de los métodos de investigación y técnicas de recolección de datos utilizadas en bibliotecología y ciencia de la información. En.: Revista Española de Documentación Científica; 2017. p. 175. <http://dx.doi.org/10.3989/redc.2017.2.13>

28. Useche M, Pereira M, Artigas W. Data collection, technologization and pandemic. En. Venezuela: Revista Venezolana de Gerencia; 2023. p. 210-227. <https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0->
29. Chu H. Research methods in library and information science. En.: A content analysis, Library & Information Science Research; 2015. p. 36-41. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0740818815000109>
30. Martínez S, Selva A. Utilización de los métodos de validación y confiabilidad de los instrumentos de recolección de datos en los trabajos de tesis de postgrado. En.; 2019.
31. Zúñiga C, Cárdenas P. Instrumentos de evaluación: ¿Qué piensan los estudiantes al terminar la escolaridad obligatoria? Perspectiva Educacional, Formación de Profesores. En.; 2014. p. 57-72. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=333329700005>
32. Cronbach L. Test validation. Educational measurement. Segunda ed. Washington: Consejo Americano en Educación; 1971. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=6301940&pid=S1607-4041201100020000900004&lng=es
33. Macías E. Validación y confiabilidad de pruebas de opción múltiple para la evaluación de habilidades. En Tesis de Maestría en Ciencias en Estadística Oficial.: Centro de Investigación en Matemáticas CIMAT.; 2011. <http://cimat.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1008/245>
34. Hernández H, Pascual A. Validación de un instrumento de investigación para el diseño de una metodología de autoevaluación del sistema de gestión ambiental. En.: Revista De Investigación Agraria Y Ambiental; 2018. p. 157-164. <https://doi.org/10.22490/21456453.2186>
35. De la Torre MC, Luna MJ. El juicio de expertos: una metodología para la validación de instrumentos de investigación. En Enfermería Integral.; 2010. p. 10-14.
36. Medina J, Ramírez M, Miranda. Validez y confiabilidad de un test en línea sobre los fenómenos de reflexión y refracción del sonido. En. Guadalajara, Jal.: Apertura; 2019. p. 104-121. <https://doi.org/10.32870/ap.v11n2.1622>
37. Sainz V, Jacott L. Diseño y Validación de los Cuestionarios de Representaciones de Justicia Social para Estudiantes de Educación Secundaria (CRJSES) y para Profesores (CRJSP). En.: Revista Internacional De Educación Para La Justicia Social; 2020. p. 351-381. <https://doi.org/10.15366/riejs2020.9.2.017>
38. Bolarín A, Sánchez I, Pérez M. El método Delphi en la investigación en educación. En Revista de Investigación Educativa.; 2016. p. 127-142.
39. Hernández R. Metodología de la Investigación. Sexta ed. México: McGraw Hill.; 2014.
40. Lobos K, Cobo R, Guzmán E, Bruna C. Adaptación y validación de dos cuestionarios sobre implementación de la tecnología en la docencia universitaria. En Formación Universitaria.; 2022. p. 1-14. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062022000500001>
41. Muñiz J, Fonseca E. Diez pasos para la construcción de un test. En Psicothema.; 2019. p. 7-16. <https://doi.org/10.7334/psicothema2018.291>
42. Del Río Manjarrez B, Álvarez J, Islas K. Validez de contenido y consistencia interna de una escala de autoeficacia para el trabajo en equipo dentro de entornos laborales en futuros egresados. En Revista de Psicología de la Universidad Autónoma del Estado de México. México, D.C; 2020. p. 73-93.
43. Juárez L, Tobón S. Análisis de los elementos implícitos en la validación de contenido de un instrumento de investigación. En Revista Espacios.; 2018. p. 23-30.
44. George Reyes CE, D GML. Elaboración y análisis de confiabilidad de un cuestionario para medir desde la perspectiva del estudiante, las competencias digitales del docente en entornos no presenciales de enseñanza. En Rev. complut. educ.; 2022. p. 413-24. <https://revistapsicologia.uaemex.mx/article/view/1522>

FINANCIACIÓN

Los autores no recibieron financiación para el desarrollo de la presente investigación”

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Conceptualización: Sayuri Monserrath Bonilla-Novillo.

Curación de datos: Edwin Ángel Jácome-Domínguez, Javier Edmundo Albuja-Jácome.

Análisis formal: Sayuri Monserrath Bonilla-Novillo, Edwin Ángel Jácome-Domínguez.

Adquisición de fondos: Ángela Cecibel Moreno-Novillo, Javier Edmundo Albuja-Jácome.

Investigación: Sayuri Monserrath Bonilla-Novillo, Edwin Ángel Jácome-Domínguez.

Metodología: Sayuri Monserrath Bonilla-Novillo, Ángela Cecibel Moreno-Novillo.

Administración del proyecto: Sayuri Monserrath Bonilla-Novillo, Ángela Cecibel Moreno-Novillo.

Recursos: Ángela Cecibel Moreno-Novillo.

Software: Sayuri Monserrath Bonilla-Novillo, Edwin Ángel Jácome-Domínguez.

Supervisión: Edwin Ángel Jácome-Domínguez.

Validación: Sayuri Monserrath Bonilla-Novillo.

Visualización: Javier Edmundo Albuja-Jácome.

Redacción - borrador original: Sayuri Monserrath Bonilla-Novillo, Edwin Ángel Jácome-Domínguez.

Redacción - revisión y edición: Ángela Cecibel Moreno-Novillo, Javier Edmundo Albuja-Jácome.