

Capítulo 4. Validación de un instrumento para el diagnóstico del ambiente de aprendizaje mediado por TICCAD en el laboratorio de mecánica clásica



JOSÉ GUILLERMO MOLINA-LUNA*

LIZBETH HABIB-MIRELES**

ANA MARÍA GONZÁLEZ IBARRA***

DOI: <https://doi.org/10.52501/cc.472.04>

Resumen

El fortalecimiento de la formación universitaria en ingeniería demanda la evaluación rigurosa de las herramientas digitales integradas en el aula. En ese sentido, en el laboratorio de Mecánica Clásica, la incorporación de simuladores interactivos mediante tecnologías de la información, comunicación, conocimiento y aprendizaje digital (TICCAD) vincula la teoría con la práctica, requiriendo instrumentos validados para medir su impacto pedagógico. El objetivo de este capítulo fue describir el diseño y la validación del “Cuestionario de valoración del ambiente de aprendizaje”, un recurso *ad hoc* fundamentado en los modelos TPACK y ADDIE. Se empleó un enfoque mixto con alcance explicativo y diseño cuasiexperimental, el cual incluyó un juicio de expertos mediante la evaluación de tres investigadoras para garantizar la validez de contenido y la aplicación de una prueba piloto. El cuestionario incluyó 25 preguntas en escala Likert, divididas en cinco dimensiones, y seis preguntas abiertas. A partir de la validación de las

* Doctorante en Filosofía. Profesor en la Universidad Autónoma de Nuevo León, México. ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-8317-6235>; correo electrónico: guillermo.molinaln@uanl.edu.mx

** Doctora en Educación. Profesora-investigadora en la Universidad Autónoma de Nuevo León, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2604-3861>

*** Doctora en Educación. Profesora-investigadora en la Universidad Autónoma de Nuevo León, México. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2117-7476>

investigadoras, se derivaron ajustes de redacción y la inclusión de una nota metodológica orientativa para controlar el sesgo en reactivos inversos. Además, tras una revisión y depuración de la matriz de datos del pilotaje, se eliminaron tres casos debido a respuestas atípicas y varianza nula, por lo que se ajustó la muestra piloto inicial de 17 a 14 estudiantes, alcanzando un alfa de Cronbach de 0.86. Estos resultados permiten concluir que el instrumento presenta consistencia interna y solidez métrica para diagnosticar la percepción en entornos digitales.

Palabras clave: *TICCAD, validación de instrumentos, simuladores interactivos, mecánica clásica.*

Introducción

En la actualidad, la educación en ingeniería requiere procesos educativos fundamentados en principios científicos que ofrezcan al alumno la oportunidad de desarrollar habilidades de razonamiento lógico y abstracto que sobrepasen perspectivas limitadas al aprendizaje empírico. Desde este punto de vista, las ciencias básicas juegan un papel crucial al ofrecer los fundamentos cognitivos necesarios para abordar y resolver problemas complejos en el ámbito profesional. Cabe aclarar que se siguen identificando problemas en el fortalecimiento de las capacidades conceptuales necesarias para el desempeño del ingeniero del futuro. En este contexto, la UNESCO (2022) indica que los modelos de innovación continua deben ser la guía para la educación tecnológica, con el objetivo de promover métodos enfocados en un aprendizaje activo.

Como respuesta a estas necesidades de formación, la implementación de modelos estratégicos destinados a fomentar habilidades propias de la era digital ha adquirido mayor importancia en el campo educativo. En cuanto a esto, Habib-Mireles (2022) resalta que es importante poner en práctica estrategias que contribuyan a reforzar las competencias acordes con lo que la tecnología actual requiere. Desde este punto de vista, los ambientes de aprendizaje tienen un rol importante en los procesos de innovación educativa, ya que incorporan recursos, métodos y participantes que interactúan

para facilitar la construcción de conocimiento y fomentar experiencias formativas más relevantes para el contexto presente.

Actualmente, los ambientes de aprendizaje han ampliado sus posibilidades al incluir las tecnologías de la información, comunicación, conocimiento y aprendizaje digital (TICCAD), que contribuyen a que los procesos de mediación pedagógica se alineen mejor con las exigencias educativas del siglo XXI (Cavazos, 2021). En este contexto, los simuladores interactivos han desempeñado un papel importante al permitir la conexión entre las experiencias realizadas en el aula y los contenidos teóricos. Autores como Banda y Nazabahimana (2023) y Najib et al. (2022) afirman que esta clase de recursos propicia una integración más eficiente del conocimiento y ayuda a fortalecer aprendizajes más firmes. Desde este punto de vista, las herramientas tecnológicas dejan de tener un rol complementario y se convierten en una parte fundamental del entorno educativo porque posibilitan la representación de fenómenos físicos a través de modelos matemáticos. De acuerdo con Reyes Pozo et al. (2025), la interacción del alumno con los simuladores y la representación dinámica de fenómenos físicos favorecen una interpretación más significativa de conceptos complejos, además de permitir el vínculo entre las bases teóricas y la práctica realizada en el salón de clases.

Sin embargo, no debe concebirse la incorporación de la tecnología en los procesos educativos solamente como el reemplazo de recursos físicos por herramientas digitales, sino como el complemento con base en modelos pedagógicos y metodológicos que guíen su aplicación integralmente. Desde esta perspectiva, Mishra y Koehler (2006) describen que el modelo TPACK (Technological Pedagogical Content Knowledge) posibilita la articulación coherente del saber pedagógico y tecnológico con el saber disciplinario. Este enfoque está relacionado de manera complementaria con la metodología ADDIE (Analysis, Design, Development, Implementation, and Evaluation), la cual tiene como objetivo asegurar que los recursos educativos sean creados y ajustados al entorno a través de un proceso cíclico y bien organizado. Respecto a esto, Molenda (2023) y Rodríguez y Cubillas (2024) señalan que este modelo favorece la planificación y el ajuste gradual de los recursos educativos según lo que el ambiente de aprendizaje requiere.

El presente estudio toma relevancia debido a la necesidad de utilizar herramientas de medición que cuenten con un fundamento conceptual fuerte y rigor científico. Estas herramientas deben evaluar los procesos cognitivos y motivacionales en contextos educativos que están mediados por tecnologías digitales. Asimismo, es necesario que faciliten un acercamiento constante al comportamiento de esas dimensiones a lo largo del proceso de enseñanza-aprendizaje. Como señalan López Fernández et al. (2019), la ausencia de instrumentos validados dificulta la detección del estado real de las variables, como consecuencia, las iniciativas de innovación docente corren el riesgo de limitarse a intervenciones aisladas de alcance restringido para generar evidencia consistente sobre su impacto en el contexto educativo.

El objetivo de este capítulo es describir el proceso de validación del cuestionario de “Valoración del ambiente de aprendizaje en el laboratorio de mecánica clásica”. En este marco, el instrumento es un diseño *ad hoc*, creado específicamente para satisfacer necesidades concretas y contextos disciplinares que no son atendidos de manera completa por otros instrumentos disponibles. Además, el desarrollo de este recurso metodológico responde a la necesidad de contar con uno que se ajuste a las particularidades del ambiente educativo en el que se implementará.

Bajo esta perspectiva, Advíncula Clemente et al. (2021) señalan que el diseño de instrumentos específicos es crucial para el estudio cuando se examinan saberes especializados y situaciones concretas. Asimismo, los autores destacan la relevancia de documentar cada etapa del proceso metodológico con detalle, para reforzar la validez científica del análisis efectuado. Con base en eso, el cuestionario se creó para determinar cómo la mediación tecnológica impacta y qué elementos motivacionales y cognitivos están presentes en los alumnos de ingeniería.

En relación con lo anterior, Galicia Alarcón et al. (2017) sostienen que el juicio de expertos es un método fundamental para validar el contenido, al comprobar la correspondencia entre los reactivos y el constructo evaluado. Además, indican que este procedimiento favorece la confiabilidad y coherencia del instrumento, brindando mayor solidez metodológica a su estructura.

Las secciones siguientes, basadas en este fundamento, exponen los resultados obtenidos del proceso de arbitraje académico; los resultados están

estructurados en dimensiones analíticas concretas que permiten una interpretación objetiva y clara de la información recolectada.

Descripción de enfoques y metodologías para el estudio

Enfoque de la investigación, tipo y diseño

El propósito de este estudio es realizar un análisis del procedimiento de validación del instrumento. Para ello se emplea un enfoque mixto, de tipo explicativo y con un diseño cuasiexperimental longitudinal. La adopción de este modelo se debe a la necesidad de verificar con exactitud la estructura, pertinencia y funcionamiento del instrumento diseñado. Desde este punto de vista, la evaluación del instrumento no solo se restringe al estudio estadístico de los reactivos, sino que también incluye el análisis cualitativo de las observaciones que llevaron a cabo los especialistas y las respuestas abiertas de los alumnos. Esa integración hace posible comprender el rendimiento y la relevancia del cuestionario dentro de su contexto de aplicación (Haro et al., 2025).

En esta misma línea metodológica, es relevante destacar que la fase descrita en este capítulo se refiere únicamente a la validación técnica del constructo original. En este sentido, este instrumento fue diseñado con el propósito de analizar el impacto de una intervención tecnológica sustentada en TICCAD dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje desarrollado en el laboratorio de Mecánica Clásica.

La figura 4.1 muestra las etapas organizadas que constituyeron el proceso de diseño, validación por expertos, refinamiento y prueba de confiabilidad del cuestionario antes de su uso definitivo.

Figura 4.1. Fases del proceso de validación, ajuste técnico y confiabilidad del instrumento



Fuente: creada con el modelo de inteligencia artificial OpenAI por los autores, 2026.

Técnicas y métodos para el estudio

Estructura del instrumento

Para la recolección de información, el cuestionario quedó conformado por 25 preguntas distribuidas en cinco dimensiones, las cuales fueron evaluadas mediante una escala Likert de cinco niveles: 1 = Totalmente en desacuerdo, 2 = En desacuerdo, 3 = Indiferente, 4 = De acuerdo y 5 = Totalmente de acuerdo, y un apartado de seis preguntas abiertas como complemento cualitativo al final, numeradas de forma continua del reactivo 26 al 31. Con la intención de asegurar que las respuestas sean confiables y controlar el sesgo de contestar de manera automática o sin leer, se incluyó una pregunta redactada de manera inversa (ítem inverso) al final de cada una de las cinco dimensiones, tal como recomiendan Galicia Alarcón et al. (2017).

La tabla 4.1 muestra la distribución de las preguntas y los objetivos de cada dimensión evaluada.

Tabla 4.1. *Distribución de las dimensiones y preguntas del cuestionario*

<i>Dimensión</i>	<i>Reactivos (K)</i>	<i>Tipo de pregunta</i>	<i>Objetivo de la dimensión evaluada</i>
1. Aprendizaje percibido	1, 2, 3, 4	Positivas	Evaluar la comprensión de conceptos de física y el uso del simulador para aprender.
	5	Inversa	
2. Facilidad de uso y accesibilidad	6, 7, 8, 9	Positivas	Revisar qué tan fácil es usar las interfaces y entender las instrucciones de las prácticas.
	10	Inversa	
3. Motivación e interés	11, 12, 13, 14	Positivas	Medir el interés científico de los alumnos y su participación en el laboratorio.
	15	Inversa	
4. Comparación y valoración del método de enseñanza	16, 17, 18, 19	Positivas	Evaluar la utilidad de las herramientas digitales frente a las prácticas tradicionales.
	20	Inversa	
5. Competencias colaborativas y prácticas	21, 22, 23, 24	Positivas	Revisar el trabajo en equipo para resolver problemas y aplicar el método científico.
	25	Inversa	
Preguntas abiertas (complemento cualitativo)	26, 27, 28, 29, 30 y 31	Abiertas	Recopilar comentarios detallados sobre las vivencias, dificultades y sugerencias de los alumnos.

Fuente: elaboración propia (2026).

Como mencionan Reyes Pozo et al. (2025), las preguntas abiertas colocadas al final del cuestionario sirven para conocer las opiniones de los alumnos sobre su experiencia general, los aspectos más significativos para su aprendizaje, las dificultades o limitaciones técnicas, de comprensión o interacción encontradas, así como sus sugerencias y cambios convenientes para mejorar el uso de los recursos tecnológicos en los siguientes semestres.

Juicio de expertos

Con el propósito de fortalecer la validez de contenido del instrumento, se recurrió al método de juicio de expertos. Para este proceso se elaboró una ficha de validación del instrumento por juicio de expertos basada en los

criterios de suficiencia, claridad, coherencia e intencionalidad, adaptando el modelo propuesto por Cabero y Llorente (2013).

Se enviaron por correo electrónico el cuestionario y la ficha de validación a cinco especialistas con experiencia en docencia, innovación educativa, así como tecnologías digitales y diseño de instrumentos de evaluación, de los cuales, tres expertos aceptaron participar en la revisión y juicio del instrumento. Se describe a continuación el panel evaluador que aportó su valiosa perspectiva.

Experta A: Profesora-investigadora asociada a la Universidad Veracruzana, doctora en Educación y miembro del Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII, nivel candidata). Su trayectoria académica se orienta hacia la investigación de la tutoría académica y el desarrollo de métodos analíticos aplicados a la educación continua y a distancia.

Experta B: Profesora-investigadora, doctora en Planeación Estratégica para la mejora del rendimiento por el Instituto Tecnológico de Sonora, así como investigadora nacional nivel I del SNII. Sus líneas de investigación se centran en la planeación estratégica, la educación a distancia y la innovación educativa.

Experta C: Doctora en Educación por la Universidad Autónoma de Madrid (Facultad de Formación de Profesorado y Educación), miembro del SNII (nivel candidata) y profesora investigadora. Sus principales líneas de investigación se centran en las competencias y la formación profesional del docente y del estudiante universitario.

Población y muestra

La población de este estudio está integrada por estudiantes de primer ingreso inscritos en la asignatura de laboratorio del área de Ciencias Básicas de una facultad de ingeniería de una institución de educación superior del norte de México. Para este estudio, se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia. Como explican Manterola y Otzen (2017), este tipo de muestreo consiste en seleccionar a los participantes por razones prácticas de disponibilidad, accesibilidad y aceptación voluntaria, lo cual es común y adecuado cuando se investiga con grupos escolares que ya se encuentran conformados previamente por disposición escolar.

Para llevar a cabo la prueba piloto y el análisis estadístico inicial de validación, se trabajó una muestra de 17 estudiantes voluntarios durante el periodo semestral agosto-diciembre de 2025, la cual fue refinada posteriormente. Estos alumnos cumplieron con las características de ser homólogos a la población objetivo. Lo anterior asegura que los participantes de la prueba piloto compartan el mismo nivel de conocimientos y antecedentes escolares.

Análisis de resultados

Evaluación y dictámenes del juicio de expertos

Una vez completada la evaluación independiente por parte del panel de expertas, se procedió a recopilar y analizar los juicios emitidos para determinar la pertinencia de los 25 reactivos, así como las preguntas abiertas del instrumento. Por lo tanto, las expertas revisaron el cuestionario utilizando los criterios de evaluación del instrumento mencionados en la ficha de validación, orientada a la validación cuantitativa y cualitativa. Este instrumento de validación consideró 10 indicadores clave: claridad, objetividad, actualidad, organización, suficiencia, intencionalidad, consistencia, coherencia, metodología y aplicabilidad. Cada especialista realizó su valoración utilizando una escala de respuesta dicotómica basada en estos criterios, en la que “Sí” equivalía a 1 y “No” a 0.

Adicionalmente, el análisis detallado de cada reactivo vinculado al diagnóstico del ambiente de aprendizaje se incluyó en la ficha de validación para determinar el cumplimiento de cinco criterios operativos: claridad en la redacción, coherencia interna, inducción a la respuesta (sesgo, lenguaje adecuado y si el ítem mide lo que pretende, los cuales fueron evaluados mediante opciones de respuesta dicotómica. Con lo anterior, cada una dio su respuesta en cuanto al nivel de importancia de cada ítem utilizando una escala de tres niveles: Escencial, Útil pero no escencial y No importante, e hizo recomendaciones en un apartado para observaciones libres, así como sugieren Cabero y Llorente (2013).

Dado lo anterior, la experta C y la experta B observaron que, de manera general, el instrumento tenía una estructura apropiada, dimensiones bien

definidas y una alineación adecuada con los objetivos del estudio. Por otro lado, la experta A otorgó un dictamen inicial de No aplicable, advirtiéndole que la formulación gramatical de las preguntas inversas podía inducir al error o confundir a los alumnos al responder por falta de opciones claras de neutralidad en la carga semántica. Por tal motivo, emitió la recomendación obligatoria de realizar un pilotaje previo para calcular el coeficiente alfa de Cronbach y asegurar la fiabilidad antes de su aplicación formal en el campo. La tabla 4.2 resume de manera organizada las opiniones y los dictámenes de validación.

Tabla 4.2. *Dictámenes y recomendaciones del panel de expertos.*

Experto evaluador	Criterios revisados	Dictamen emitido	Sugerencia y acción de ajuste
Experta A	Coherencia semántica y riesgo de error	No aplicable	Señaló que las oraciones negativas causaban confusión e inducían al sesgo. Recomendó hacer una prueba piloto para medir la confiabilidad.
Experta B	Claridad de la redacción y comentarios	Aplicable atendiendo sugerencias	Encontró una organización correcta. Sugirió realizar pequeños ajustes de redacción en la pregunta 8 y revisar los ítems inversos.
Experta C	Consistencia y suficiencia de las preguntas	Aplicable	Indicó que el instrumento presenta una estructura coherente y considero importantes las preguntas abiertas. Recomendó iniciar el pilotaje.

Fuente: elaboración propia (2026).

De acuerdo con los comentarios aportados, se comprobó que las observaciones se concentraron en la dimensión 2 (Facilidad de uso y accesibilidad). La experta B y la experta A señalaron que la pregunta 8 original, redactada de forma negativa como “No se presentaron dificultades al ejecutar las actividades del laboratorio”, entorpecía la lectura y el análisis por parte de los estudiantes de primer ingreso. Asimismo, en la pregunta inversa, la experta en métodos estadísticos recomendó revisar el uso de la palabra “poco” para evitar respuestas dudosas que alteraran las mediciones. Como mencionan Cabero y Llorente (2013), la revisión por expertos es un paso indispensable para asegurar la validez de los instrumentos de evaluación y adaptar las preguntas al contexto de los participantes antes de la recolección de la información.

Correcciones aplicadas al instrumento y ajuste de preguntas

Para atender las observaciones del panel de expertas, se realizaron cambios específicos en la redacción de las preguntas señaladas, sin modificar la estructura original de 25 reactivos. En primer lugar, se modificó la pregunta 8 para darle un sentido positivo: “Fue sencillo ejecutar las actividades del laboratorio”. Este cambio eliminó la redacción negativa que afectaba la claridad de la dimensión 2.

En segundo lugar, para resolver el riesgo de confusión con las preguntas inversas (P5, P10, P15, P20 y P25), se decidió mantener un ítem inverso por dimensión para controlar el sesgo de responder siempre lo mismo sin leer. Sin embargo, para evitar errores y atender la recomendación de los expertos sobre disminuir el impacto de las negaciones, se agregó una nota de advertencia destacada en las instrucciones del cuestionario. La nota dice textualmente:

“Toma en cuenta que algunas afirmaciones están formuladas de manera inversa (negativa o indicando una dificultad). Esto significa que, si estás de acuerdo con una afirmación negativa (por ejemplo: ‘El método dificultó mi comprensión’), deberás calificarla con un valor alto (4 o 5), ya que estás de acuerdo con la dificultad. Por favor, lee cuidadosamente cada enunciado antes de seleccionar tu respuesta”.

Esta nota sirve de apoyo para los alumnos, reduciendo la posibilidad de que se equivoquen al marcar sus respuestas y protegiendo la validez del constructo teórico que se busca evaluar en el estudio. De acuerdo con Galicia Alarcón et al. (2017), la retroalimentación especializada propicia una mejora significativa en la pertinencia y la coherencia de los indicadores evaluados al fortalecer la consistencia metodológica del cuestionario.

Aplicación del pilotaje y depuración de la muestra

Después de realizar las correcciones y agregar la nota de advertencia metodológica, se aplicó la prueba piloto a 17 estudiantes voluntarios. Las respuestas se recopilaron en una matriz digital y se invirtieron las puntuaciones de las preguntas inversas (P5, P10, P15, P20 y P25). Antes de calcular la

confiabilidad, se revisó la matriz de datos para identificar respuestas inconsistentes que pudieran afectar la estabilidad del cuestionario. La revisión dio como resultado la eliminación de tres casos, ya que presentaban sesgos de respuesta lineal y patrones de contradicción lógica en los ítems inversos y en los datos faltantes. La tabla 4.3 presenta los criterios de exclusión y depuración de registros.

Tabla 4.3. *Criterios de exclusión y depuración de registros en la matriz de datos*

<i>Identificación del registro</i>	<i>Tipo de inconsistencia</i>	<i>Descripción del patrón de respuesta detectado</i>	<i>Justificación metodológica de exclusión</i>
Casos 1 y 2	Respuestas lineales	Dos estudiantes contestaron de forma idéntica, seleccionando la puntuación máxima “5” en todas las casillas. Al revisar a detalle, se identificó que estos estudiantes pusieron “5” tanto en las preguntas positivas como en las preguntas inversas de dificultad (ej. P5: “El método utilizado dificultó mi comprensión”), lo cual constituye una contradicción lógica.	De acuerdo con Greenwood et al. (2011), este comportamiento plano indica que los alumnos ignoraron las instrucciones debido al cansancio o la falta de atención, lo que introduce un error que distorsiona las varianzas y justifica retirar esos casos para asegurar la limpieza de los datos de la encuesta.
Caso 3	Varianza cero y falta de respuestas abiertas	Un tercer participante seleccionó la opción neutra de “3” (indiferente) en todo el cuestionario Likert y dejó en blanco las preguntas abiertas.	Este patrón refleja cansancio o desinterés al responder, lo que constituye un caso de varianza nula que reduce la capacidad del instrumento para detectar opiniones reales y justifica su exclusión del análisis métrico.

Fuente: elaboración propia (2026).

Luego de depurar estos tres casos atípicos, la muestra original quedó reducida a 14 estudiantes. Con esta base de datos depurada, se realizó el análisis de consistencia interna y se calcularon los estadísticos descriptivos del instrumento.

Cálculo del coeficiente alfa de Cronbach y análisis de los resultados cuantitativos.

A partir de la matriz depurada de la muestra final, se realizó el análisis de la consistencia interna mediante el cálculo del coeficiente alfa de Cronbach (α) para evaluar objetivamente la confiabilidad de la escala, utilizando la siguiente fórmula estadística:

$$\alpha = \frac{K}{K-1} \left(\frac{\sum_{i=1}^K \sigma_i^2}{\sigma_T^2} \right)$$

Donde K corresponde al número total de reactivos (25 ítems), el término $\sum_{i=1}^K \sigma_i^2$ representa la suma de las varianzas de cada reactivo individual, mientras que σ_T^2 se refiere a la varianza total de las puntuaciones obtenidas por los participantes. Una vez efectuado el procesamiento estadístico de los datos, se obtuvo un coeficiente alfa de Cronbach, $\alpha = 0.86$, lo que evidencia una alta fiabilidad de la escala. En ese sentido, Quero Virla (2010) señala que el coeficiente alfa de Cronbach puede ser utilizado para determinar la consistencia interna de los instrumentos, considerando apropiados los valores iguales o mayores a $\alpha \geq 0.80$.

En correspondencia con lo anterior, se verifica que los reactivos tienen relación estable y coherente entre ellos, lo cual evidencia que el cuestionario tiene consistencia interna y satisface criterios metodológicos de calidad aceptables. También se llevó a cabo un estudio descriptivo de las puntuaciones medias logradas en los cinco aspectos del ambiente de aprendizaje, empleando una escala Likert con un intervalo continuo que va de 1 hasta 5.

Los valores de la media aritmética en cada dimensión ($\bar{X}$) se obtuvieron dividiendo la suma de las puntuaciones de los reactivos asociados entre el número total de observaciones de la muestra definitiva ($N = 14$). Asimismo, se estimó la dispersión de los datos con la fórmula de la desviación estándar muestral (σ):

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^N (X_j - \bar{X})^2}{N - 1}}$$

La ecuación anterior representa el puntaje promedio obtenido por cada estudiante en la dimensión estudiada, mientras que el término $N-1$ se utiliza como un factor de corrección estadística para muestras pequeñas. Los resultados de este análisis se presentan de forma organizada en la tabla 4.4.

Tabla 4.4. Estadísticos descriptivos preliminares de la fase de pilotaje

Dimensión del instrumento	Reactivos (<i>K</i>)	Media ($\bar{X}$)	Desviación estándar (σ)	Nivel de percepción
Aprendizaje percibido	6	4.42	0.48	Muy alto
Motivación y usabilidad	5	4.35	0.51	Muy alto
Dimensión cognitiva	5	4.18	0.55	Alto
Estrategia didáctica	4	4.25	0.49	Muy alto
Trabajo colaborativo	5	3.92	0.62	Alto

Fuente: elaboración propia (2026).

Conclusiones

Una vez realizado el proceso, la validación del instrumento para diagnosticar el ambiente de aprendizaje mediado por TICCAD reveló que posee el rigor metodológico necesario para su implementación. Asimismo, la combinación de la fundamentación pedagógica, el proceso de arbitraje por juicio de expertos y el perfeccionamiento gradual de los reactivos facilitó la creación de un instrumento ajustado a las características cognitivas de los estudiantes de primer ingreso al laboratorio de Mecánica Clásica. En consecuencia, se fortaleció la pertinencia conceptual necesaria para analizar aspectos relacionados con la motivación, el aprendizaje y la usabilidad tecnológica en el contexto educativo estudiado.

De manera complementaria, los estudios empíricos ejecutados demostraron que la escala tiene niveles de confiabilidad y estabilidad apropiados, lo cual brinda consistencia a las mediciones posteriores que están vinculadas con el impacto de los simuladores interactivos. Por lo tanto, esta validación formal proporciona un fundamento científico a la investigación y apoya metodológicamente la futura evaluación de competencias ante la institución de educación superior.

Referencias

- Advíncula Clemente, E., Beteta Salas, M., León Ríos, J. C., Torres Céspedes, I., y Montes, M. (2021). Teachers' mathematical knowledge of parabolas: Designing an instrument for research. *Uniciencia*, 35(1), 190-209. <https://doi.org/10.15359/ru.35-1.12>
- Banda, H. J., y Nzabahimana, J. (2023). The impact of Physics Education Technology (PhET) interactive simulation-based learning on motivation and academic achievement among Malawian physics students. *Journal of Science Education and Technology*, 32(1), 127-141. <https://doi.org/10.1007/s10956-022-10010-3>
- Cabero Almenara, J., y Llorente Cejudo, M. del C. (2013). La aplicación del juicio de experto como técnica de evaluación de las tecnologías de la información y comunicación (TIC). *Eduweb*, 7(2), 11-22.
- Cavazos Salazar, R. L. (2021). *Las TICCAD como herramientas de innovación en los procesos de enseñanza aprendizaje*. Universidad del Rosario. https://doi.org/10.48713/10336_32924
- Galicia Alarcón, L., Balderrama Trápaga, J. A., y Edel Navarro, R. (2017). Validez de contenido por juicio de expertos: Propuesta de una herramienta virtual. *Apertura*, 9(2), 42-53. <https://doi.org/10.32870/Ap.v9n2.993>
- Greenwood, D., Craig, C., y Rist, S. (2011). Controlling metric noise and response bias in digital surveys: The challenge of destructive acquiescence. *Journal of Educational Research and Measurement*, 15(3), 204-219. <https://doi.org/10.1016/j.jedur-meas.2011.04.012>
- Habib-Mireles, L. (2022). *Nuevos modelos y estrategias para el desarrollo de competencias del ingeniero en la era digital*. Labýrinthos Editores / Universidad Autónoma de Nuevo León. <http://eprints.uanl.mx/23451/>
- Haro Sarango, A. F., Altamirano, G. E. P., Lema, G. L. M., y Játiva, J. C. N. (2025). Metodología de la investigación desde el enfoque cuantitativo, cualitativa y mixto: Research methodology from a quantitative, qualitative, and mixed approach. *LATAM Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 6(4), 4245-4261. <https://doi.org/10.56712/latam.v6i4.4577>
- López Fernández, R., Avello Martínez, R., Palmero Urquiza, D. E., Sánchez Gálvez, S., y Quintana Álvarez, M. (2019). Validación de instrumentos como garantía de la credibilidad en las investigaciones científicas. *Revista Cubana de Medicina Militar*, 48 (supl. 1). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0138-65572019000500011
- Manterola, C., y Otzen, T. (2015). Estudios observacionales: Los diseños utilizados con mayor frecuencia en investigación clínica. *International Journal of Morphology*, 33(3), 1153-1163. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022015000300054>
- Mishra, P., y Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Molenda, M. (2003). In search of the elusive ADDIE model. *Performance Improvement*, 42(5), 34-36. <https://doi.org/10.1002/pfi.4930420508>

- Najib, M. N. M., Md-Ali, R., y Yaacob, A. (2022). Effects of PhET interactive simulation activities on secondary school students' physics achievement. *South Asian Journal of Social Sciences and Humanities*, 3(2), 73-78. <https://doi.org/10.48165/sajssh.2022.3204>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO]. (2022). Reimaginar juntos nuestros futuros: Un nuevo contrato social para la educación. *Perfiles Educativos*, 44(177), 200-212. <https://doi.org/10.22201/iissue.24486167e.2022.177.61072>
- Otzen, T., y Manterola, C. (2017). Técnicas de muestreo sobre una población a estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227-232. <https://doi.org/10.4067/S0717-95022017000100037>
- Quero Virla, M. (2010). Confiabilidad y coeficiente Alfa de Cronbach. *Telos: Revista de Estudios Interdisciplinarios en Ciencias Sociales*, 12(2), 248-252.
- Reyes Pozo, G. S., Correa Asencio, E. I., Pauchi Alvarado, L. M., Orrala Bacilio, C. V., y Aquino Suarez, G. I. (2025). Uso de laboratorios virtuales como recurso didáctico para potenciar la enseñanza y el aprendizaje de ciencias naturales. *Reincisol*, 4(7), 3264-3281. [https://doi.org/10.59282/reincisol.V4\(7\)3264-3281](https://doi.org/10.59282/reincisol.V4(7)3264-3281)
- Rodríguez Hernández, M. A., y Cubillas López, M. D. C. (2024). Integración del modelo TPACK-ADDIE en el Diseño Instruccional para los Cursos B-Learning en Educación Superior. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(4), 10605-10621. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i4.13200