ISSN: **2661-6831**
Vol. 10 No. 4, pp. 184 – 208, octubre - diciembre 2026
Revista en Arte, Educación, Humanidades
Artículo original

www.exploradordigital.org

El impacto del simulador Tinkercad como herramienta didáctica en la programación robótica para estudiantes de décimo grado

The impact of the Tinkercad simulator as a teaching tool for robotics programming among tenth-grade students

[1] Yanina Elizabeth Gonzalez Mina https://orcid.org/0009-0009-4685-5577
Universidad Bolivariana del Ecuador (UBE), Durán, Ecuador
Maestría en Educación Entornos Digitales
yegonzalezm@ube.edu.ec

[2] Erika Tatiana Hidalgo Ulloa https://orcid.org/0009-0001-9345-054X
Universidad Bolivariana del Ecuador (UBE), Durán, Ecuador,
Maestría en Educación Entornos Digitales
ethidalgou@ube.edu.ec

[3] Efraín Velasteguí López https://orcid.org/0000-0002-7353-5853
Universidad Bolivariana del Ecuador (UBE), Durán, Ecuador.
evelasteguil@ube.edu.ec

[4] Giceya Maqueira Caraballo https://orcid.org/0000-0001-6282-3027
Universidad Bolivariana del Ecuador (UBE), Durán, Ecuador.
gdmaqueirac@ube.edu.ec

Artículo de Investigación Científica y Tecnológica
Enviado: 18/06/2026
Revisado: 09/09/2026
Aceptado: 12/10/2026
Publicado: 02/11/2026
DOI: **https://doi.org/10.33262/exploradordigital.v10i4.3816**

Cítese: Gonzalez Mina, Y. E., Hidalgo Ulloa, E. T., Velasteguí López, E., & Maqueira Caraballo, G. (2026). El impacto del simulador Tinkercad como herramienta didáctica en la programación robótica para estudiantes de décimo grado. Explorador Digital, 10(4), 184-208. https://doi.org/10.33262/exploradordigital.v10i4.3816

EXPLORADOR DIGITAL, *es* una Revista electrónica, **Trimestral,** que se publicará en soporte electrónico tiene como **misión** contribuir a la formación de profesionales competentes con visión humanística y crítica que sean capaces de exponer sus resultados investigativos y científicos en la misma medida que se promueva mediante su intervención cambios positivos en la sociedad. https://exploradordigital.org
La revista es editada por la Editorial Ciencia Digital (Editorial de prestigio registrada en la Cámara Ecuatoriana de Libro con No de Afiliación 663) www.celibro.org.ec

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2661-6831**
Vol. 10 No. 4, pp. 184 – 208, octubre - diciembre 2026
Revista en Arte, Educación, Humanidades
Artículo original

www.exploradordigital.org

Palabras claves:
Robótica educativa, Tinkercad, simulación virtual, pensamiento computacional, educación secundaria, ensayo- error.

Resumen

Introducción. El presente estudio evalúa el impacto del simulador virtual Tinkercad como recurso tecno didáctico para la enseñanza de la robótica educativa en la educación secundaria. Las limitaciones de infraestructura y los elevados costos de equipamiento físico en las instituciones educativas públicas han restringido históricamente el acceso a la educación STEAM; ante esto, la simulación virtual emerge como una alternativa estratégica. **Metodología.** Se empleó un enfoque cuantitativo de alcance correlacional con un diseño cuasi-experimental (pretest y postest); la intervención consistió en la aplicación de un manual estructurado de complejidad progresiva que guio a estudiantes de décimo grado desde circuitos analógicos básicos con programación por bloques hasta la sintaxis textual en C++ y el uso de sensores ultrasónicos autónomos. **Resultados.** Las evaluaciones de pretest y postest evidenciaron un incremento cuantitativo significativo en el rendimiento académico de los estudiantes, demostrando una transferencia efectiva de conceptos teóricos hacia la resolución lógica de problemas y la depuración autónoma de errores. **Conclusiones.** Tinkercad se consolida como una solución pedagógica altamente viable, sustentable y escalable bajo el modelo *BYOD (Bring Your Own Device*), permitiendo superar las brechas de infraestructura, mitigar la ansiedad socioemocional ante el error y democratizar el aprendizaje tecnológico en la educación básica. **Área de estudio general**: Ciencias de la Educación. **Área de estudio específica:** Tecnología Educativa y Didáctica de la Robótica / Educación STEAM. **Tipo de artículo:** Original.

Keywords:
Educational robotics, Tinkercad, virtual simulation, computational thinking, secondary education, trial and error.

Abstract

Introduction. This study evaluates the impact of the Tinkercad virtual simulator as a techno didactic resource for teaching educational robotics in secondary education. Infrastructure limitations and high physical equipment costs in public educational institutions have historically restricted access to STEAM education; given this scenario, virtual simulation emerges as a strategic alternative. **Methodology**: A quantitative approach with a correlational scope and a quasi-experimental pretest-posttest design was employed; the intervention involved applying a structured, progressively complex manual that guided tenth-grade students from basic analog circuits using block-based programming to textual C++ syntax and autonomous ultrasonic sensors. **Results**:

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia:
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2661-6831**
Vol. 10 No. 4, pp. 184 – 208, octubre - diciembre 2026
Revista en Arte, Educación, Humanidades
Artículo original

www.exploradordigital.org

The pretest and posttest evaluations showed a significant quantitative increase in academic performance, demonstrating an effective transfer of theoretical concepts toward logical problem-solving and autonomous error debugging. **Conclusions**: Tinkercad proves to be a highly viable, sustainable, and scalable pedagogical solution under the BYOD (Bring Your Own Device) model, successfully overcoming infrastructure gaps, mitigating socio-emotional anxiety toward failure, and democratizing technological learning in basic education**. General study area**: Educational Sciences**. Specific study area:** Educational Technology and Didactics of Robotics / STEAM Education. **Item Type:** Original.

1. Introducción

La sociedad contemporánea se encuentra inmersa en una era digital que exige la formación de ciudadanos con habilidades tecnológicas avanzadas. La integración de herramientas digitales es esencial para el desarrollo de las competencias fundamentales del siglo XXI. En este contexto, el pensamiento computacional surge como una capacidad crucial que impacta directamente en el desempeño académico de los estudiantes actuales (Tipismana, 2023). Esta habilidad permite resolver problemas mediante el diseño y la aplicación de sistemas lógicos.

Dicho pensamiento constituye la base fundamental para el aprendizaje de la programación en los niveles de educación secundaria. Este proceso mental implica la descomposición de problemas complejos en partes pequeñas para facilitar su resolución técnica y creativa (Garnica-Arciga et al., 2024). Por ello, la educación explora activamente nuevas estrategias didácticas para incorporar estas habilidades en la formación integral de los adolescentes. La alfabetización digital ya no se limita al uso de software, sino a la creación activa de soluciones.

Bajo este panorama, la robótica educativa se basa en un entorno de aprendizaje dinámico y altamente motivador para los jóvenes estudiantes. Este enfoque didáctico permite a los alumnos interactuar con sistemas físicos y lógicos de manera simultánea y coherente (Chiluisa, 2025.). Proporciona un entorno práctico donde pueden diseñar, construir y programar soluciones orientadas a resolver desafíos del mundo real. Estas experiencias fortalecen la capacidad analítica y fomentan el trabajo colaborativo en el aula de décimo grado (Gallo, 2023).

Sin embargo, la práctica en la robótica y la simulación de circuitos electrónicos suele verse obstaculizada en contextos escolares por recursos limitados. Ante esta problemática, la simulación virtual emerge como una alternativa estratégica indispensable al ofrecer un entorno interactivo y seguro, sorteando efectivamente la escasez de suministros electrónicos en las instituciones educativas, lo que permite a los estudiantes

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia:
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2661-6831**
Vol. 10 No. 4, pp. 184 – 208, octubre - diciembre 2026
Revista en Arte, Educación, Humanidades
Artículo original

www.exploradordigital.org

ensayar o corregir diseños sin riesgos ni peligro de dañar componentes electrónicos reales (Chiluisa- Chiluisa et al., 2022).

Dentro de estas herramientas de simulación, la literatura reciente establece que recursos como *Tinkercad* son esenciales para la optimización del proceso de enseñanza en la robótica. Esta plataforma responde a la necesidad de actualizar las metodologías didácticas, superando el modelo tradicional centrado en la repetición (Buenaño-Barreno et al., 2021). Al alinearse con la Teoría del Aprendizaje Significativo, se permite que el estudiante conecte nuevos conceptos con sus saberes previos. Según Carbonell & García (2023) este vínculo es vital para construir un conocimiento técnico que sea realmente perdurable.

La plataforma exhibe una alta facilidad de uso y una utilidad percibida superior en comparación con otros entornos virtuales. Su interfaz visual y la programación por bloques hacen que temas complejos de codificación sean accesibles para principiantes (Garnica-Arciga et al., 2024). Esta metodología actúa como un puente pedagógico hacia lenguajes de programación más avanzados, como la arquitectura C++ de Arduino. Estas características facilitan la adopción tecnológica y reducen la resistencia al aprendizaje técnico en adolescentes.

En relación con lo antes mencionado, consiste en evaluar el nivel de aceptación y la usabilidad percibida de la interfaz. Se enfoca específicamente en estudiantes de décimo grado, cuya motivación depende directamente de la interactividad de las herramientas. El desarrollo de proyectos basados en la programación por bloques requiere un entorno que minimice la carga cognitiva innecesaria. Al estudiar la percepción del usuario, es posible determinar si *Tinkercad* cumple con los estándares pedagógicos y ergonómicos requeridos.

La aplicación de estas estrategias demostró fortalecer competencias esenciales, como el uso comprensivo del conocimiento científico (Marquez-Bonilla, 2022). La experimentación virtual permite una comprensión profunda de las leyes de la electrónica básica y de la lógica computacional. Además, al facilitar la manipulación de objetos virtuales, se desarrolla indirectamente el sentido espacial y la capacidad de modelado (Pilamunga-Morocho et al., 2025).

Al ofrecer una visualización de resultados inmediatos, el software *Tinkercad* reduce la frustración inicial, promueve una cultura de autogestión y estimula la autonomía del aprendizaje a través del descubrimiento guiado. Múltiples estudios cuali-cuantitativos en educación secundaria demuestran una mejora sustancial en el rendimiento académico tras la aplicación de guías didácticas mediadas por simuladores. Pilamunga-Morocho et al. (2025) reportan valores de significancia estadística que respaldan la validez científica de este recurso pedagógico. Más allá de las calificaciones, el uso de un simulador despierta un interés y mejora la motivación intrínseca del alumnado.

La investigación permitirá contrastar el desempeño académico en competencias de programación robótica. Se utilizará un diseño que permita comparar el nivel de los

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia:
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2661-6831**
Vol. 10 No. 4, pp. 184 – 208, octubre - diciembre 2026
Revista en Arte, Educación, Humanidades
Artículo original

www.exploradordigital.org

estudiantes antes y después de aplicar la estrategia mediada por el simulador. Este enfoque metodológico busca medir el progreso real en el aprendizaje significativo alcanzado por los alumnos de décimo grado. La evidencia empírica recolectada servirá para validar la simulación digital que traduce su potencial teórico en resultados tangibles.
Objetivo general: determinar la incidencia del simulador *Tinkercad* como herramienta didáctica en el fortalecimiento de las competencias de programación robótica en estudiantes de décimo grado, evaluando su impacto directo en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
Objetivos específicos:

- Analizar el alcance pedagógico de *Tinkercad* en la comprensión de conceptos fundamentales de electrónica, sensores, actuadores y microcontroladores integrados en la robótica educativa.
- Evaluar el nivel de aceptación y la usabilidad percibida de la interfaz de *Tinkercad* en estudiantes de décimo grado, considerando su efectividad en el desarrollo de proyectos basados en programación por bloques.
- Contrastar el desempeño académico en competencias de programación robótica antes y después de la implementación de la estrategia didáctica mediada por el simulador, para medir el progreso en el aprendizaje significativo.

Hipótesis
H0 (Hipótesis nula): la incorporación del simulador virtual *Tinkercad* como herramienta didáctica no influye de manera significativa en el desarrollo del pensamiento computacional ni en la mejora del rendimiento académico en la programación robótica entre los estudiantes de decimo grado de educación general básica en el contexto educativo ecuatoriano.
H1 (Hipótesis alternativa): como herramienta didáctica, influye de manera significativa en el desarrollo del pensamiento computacional y en la mejora del rendimiento académico en la programación robótica entre los estudiantes de décimo grado de educación general básica en el contexto educativo ecuatoriano.

2. Metodología

El presente estudio está desarrollado bajo un enfoque metodológico mixto, con enfoques cualitativos y cuantitativos. Esta combinación permite obtener una visión completa del fenómeno educativo mediante la recopilación de información numérica y narrativa. La investigación adopta un marco descriptivo y correlacional, con el objetivo de establecer la existencia de una asociación entre la enseñanza mediada por *Tinkercad* y sus repercusiones sobre las competencias de programación y lógica electrónica.
El diseño empleado es cuasi-experimental, lo que implica realizar un diagnóstico inicial (pretest) y un examen final (postest). Este diseño tiene por finalidad medir el impacto del simulador virtual. La validez epistemológica de la investigación se sustenta en el uso de

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia:
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2661-6831**
Vol. 10 No. 4, pp. 184 – 208, octubre - diciembre 2026
Revista en Arte, Educación, Humanidades
Artículo original

www.exploradordigital.org

múltiples fuentes primarias, integrando la perspectiva directa de los estudiantes y el criterio fundamentado de los expertos.

La población objeto de estudio está compuesta por estudiantes de décimo año de Educación General Básica (EGB). El estudio conto con una muestra por conveniencia, ya que solo 30 alumnos fueron elegidos dada su disponibilidad y relevancia al curso de ciencias y/o computación tecnológica.

El estudio fue realizado en cumplimiento de normas éticas que protegen la confidencialidad y la integridad de los sujetos. La muestra incluía a menores de edad (alumnos de décimo año); se otorgó consentimiento informado por escrito a los padres o tutores legales. Estos representantes recibieron una descripción detallada de los objetivos de la investigación, la posibilidad de participar voluntariamente y el tratamiento anónimo de los datos obtenidos. También se obtuvo la aprobación de los estudiantes, asegurando que su participación en el uso de la herramienta *Tinkercad* y en la realización de la encuesta no tendría un impacto negativo en su historial académico ni en su bienestar estudiantil.

2.1. Técnica e instrumentos de recolección de datos

Para la consideración de las variables, se desarrollaron y validaron los siguientes instrumentos:

- Entrevista a docentes: instrumento cualitativo aplicado en la fase de diagnóstico para los profesores de la asignatura, estructurado alrededor de los ejes analíticos de la idoneidad evolutiva de *Tinkercad*, la facilidad de uso de la interfaz, el manejo cognitivo durante el paso entre lo virtual y lo físico, el rigor procedimental y la factibilidad en términos temporales dentro del currículo, como se muestra en la **Tabla 1**.

Tabla 1

Preguntas entrevistas a docentes

Ítem	Pregunta de la entrevista	Objetivo
1	¿Es *Tinkercad* una herramienta adecuada para la edad y nivel de décimo grado?	Validar si la complejidad técnica de la interfaz se alinea con el desarrollo psicopedagógico de décimo de básica.
2	¿La construcción y simulación de circuitos virtuales favorece la comprensión de la electrónica básica?	Evalúa si el entorno virtual fuerza al estudiante a procesar, conectar y jerarquizar los conceptos de sensores y actuadores.
3	¿Consideras que la estrategia fomenta el pensamiento computacional crítico y no solo el lúdico?	Analiza si el recurso asegura un procesamiento lógico profundo (algoritmos) o si corre el riesgo de quedarse en la superficie visual.
4	¿La interfaz de *Tinkercad* facilita el aprendizaje autónomo del estudiante mediante el ensayo y error?	Mide si la curva de aprendizaje de la aplicación favorece que el alumno resuelva el desafío de programación de forma independiente.

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia:
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2661-6831**
Vol. 10 No. 4, pp. 184 – 208, octubre - diciembre 2026
Revista en Arte, Educación, Humanidades
Artículo original

www.exploradordigital.org

Tabla 1

Preguntas entrevistas a docentes (continuación)

Ítem	Pregunta de la entrevista	Objetivo
5	¿Es factible aplicar esta estrategia de simulación dentro del tiempo de la clase curricular?	Determina la flexibilidad de la propuesta para ser integrada en las horas clase asignadas dentro del sistema educativo nacional.
6	¿Cree que esta estrategia mejora el *engagement* y motivación del estudiante hacia la robótica?	Certifica si asociar el aprendizaje técnico al software interactivo actual incrementa la disposición y compromiso afectivo del alumno.

Encuesta a estudiantes: se utilizó un cuestionario de 12 preguntas en una escala de Likert de 5 puntos (siempre, frecuentemente, a veces, rara vez, nunca). Las dimensiones evaluadas incluyen el nivel de pensamiento computacional, la usabilidad percibida y el rendimiento en lógica de programación por bloques, como se muestra en la **Tabla 2**.

Tabla 2

Cuestionario aplicado a estudiantes

Variable	Dimensión	Indicadores	Ítems (Encuesta)	Escala
Variable Independiente: Estrategia didáctica con Tinkercad	Alfabetización y Usabilidad Digital	Mide la frecuencia general de uso de recursos tecnológicos de simulación en el ámbito escolar.	1. ¿Utilizas simuladores virtuales interactivos para complementar tus tareas de programación y ciencias?	Likert (5 niveles)
		Evalúa el nivel de dominio técnico autopercibido sobre el entorno gráfico de Tinkercad.	2. ¿Conoces las funciones básicas de Tinkercad para armar y programar circuitos electrónicos virtuales?	Likert (5 niveles)
		Analiza la habilidad de asimilación del software mediante la programación visual de bloques.	3. ¿Te resulta sencillo integrar bloques de código para automatizar el encendido de luces o motores virtuales?	Likert (5 niveles)
	Lógica y Simulación Robótica	Mide la capacidad percibida de resolución de problemas de ingeniería mediante la simulación segura.	4. ¿Crees que simular un circuito en la pantalla antes de conectarlo físicamente te ayuda a identificar mejor las fallas?	Likert (5 niveles)
		Examina la transposición abstracta de un diagrama electrónico tradicional a un prototipo virtual tridimensional.	5. ¿Te sientes motivado al utilizar elementos gráficos tridimensionales para diseñar prototipos tecnológicos?	Likert (5 niveles)

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia:
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2661-6831**
Vol. 10 No. 4, pp. 184 – 208, octubre - diciembre 2026
Revista en Arte, Educación, Humanidades
Artículo original

www.exploradordigital.org

Tabla 2

Cuestionario aplicado a estudiantes (continuación)

Variable	Dimensión	Indicadores	Ítems (Encuesta)	Escala
		Evalúa el compromiso y rigor analítico aplicado al configurar los parámetros lógicos de los componentes interactivos.	6. ¿Dedicas tiempo a depurar y revisar la exactitud de las conexiones y bloques de código en tus proyectos de simulación?	Likert (5 niveles)
Variable Dependiente: Programación Robótica	Pensamiento Computacional	Mide la capacidad de descomposición y análisis estructural de un problema lógico o un algoritmo.	7. ¿Identificas con mayor claridad la secuencia de pasos necesarios para un programa al estructurar un código por bloques?	Likert (5 niveles)
		Evalúa el impacto directo de la experimentación virtual en el dominio de microcontroladores y actuadores.	8. ¿La simulación en tiempo real te ayuda a comprender el comportamiento del hardware (sensores/Arduino) sin dañarlo?	Likert (5 niveles)
		Analiza el desarrollo del razonamiento crítico a través del procesamiento lógico y la corrección de errores.	9. ¿Sientes que puedes formular soluciones tecnológicas eficientes empleando la estructura de bloques de Tinkercad?	Likert (5 niveles)
	Motivación Intrínseca	Mide el incremento del interés situacional generado por el uso de laboratorios virtuales dinámicos.	10. ¿Te interesa más el aprendizaje de la robótica cuando sabes que realizarás una actividad práctica e interactiva en Tinkercad?	Likert (5 niveles)
		Examina el fomento autónomo del autoaprendizaje tecnológico fuera del control directo del aula de clase.	11. ¿Has buscado experimentar de forma independiente con nuevos circuitos virtuales en la plataforma por iniciativa propia?	Likert (5 niveles)
		Evalúa el nivel de compromiso y cambio de actitud del estudiante hacia la asignatura tecnológica de décimo grado.	12. ¿Consideras que la tecnología de simulación hace que las clases de robótica y programación sean más atractivas e intuitivas?	Likert (5 niveles)

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia:
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2661-6831**
Vol. 10 No. 4, pp. 184 – 208, octubre - diciembre 2026
Revista en Arte, Educación, Humanidades
Artículo original

www.exploradordigital.org

Documentación de validación para el juicio de expertos: matriz de evaluación cualitativa diseñada para analizar la propuesta pedagógica final. Su propósito es recopilar valoraciones técnicas y recomendaciones especializadas que permitan optimizar el simulador robótico antes de su implementación en el aula.

2.2. Fases de la investigación

Fase diagnóstica: con el fin de determinar el nivel inicial del pensamiento computacional y de las habilidades en robótica antes de la intervención, se aplicó un cuestionario de 12 reactivos a 30 estudiantes de décimo grado. De manera complementaria, para evaluar la factibilidad y aceptación de la propuesta, se llevó a cabo una entrevista semiestructurada de 6 preguntas dirigida a los docentes del centro educativo.

Fase de diseño y validación: la estrategia instruccional fue concebida con el objetivo de diseñar proyectos electrónicos modulares y los instrumentos se validaron a través de la evaluación de expertos para garantizar la pertinencia pedagógica de *Tinkercad*.

Fase de ejecución (intervención): la estrategia se puso en práctica durante un periodo de tiempo determinado. A lo largo de cuatro semanas, los alumnos formaron parte de un programa de formación en *Tinkercad* y se encargaron de programar circuitos interactivos que incluían microcontroladores (Arduino), sensores y actuadores básicos.

Fase de evaluación: después de la intervención, se volvió a aplicar el cuestionario para obtener los datos cuantitativos finales. El análisis comparativo con el test de rangos con signo de Wilcoxon se llevó a cabo en esta etapa para medir la eficacia de la propuesta.

2.3. Procesamiento y análisis de los datos

Se realizó un análisis de contenido sobre los datos cualitativos adquiridos a través de las entrevistas, con el objetivo de descubrir categorías emergentes relacionadas con la mediación didáctica y la usabilidad.

Se eligió la prueba de Wilcoxon, que es una prueba no paramétrica apropiada para muestras relacionadas (pretest vs. postest), porque la muestra tiene un tamaño pequeño (n=30) y no se asume que los datos numéricos de la escala Likert tengan una distribución normal. Este estudio de datos permite comparar los rangos de las evaluaciones anteriores y posteriores a la adopción del simulador *Tinkercad*, con el objetivo de establecer si existe una diferencia estadística importante ($p<0.05$) que respalde empíricamente el impacto positivo del software educativo en la consolidación de la programación robótica en las escuelas.

3. Resultados

El procesamiento, análisis y presentación de los resultados del estudio se organizan de manera sistemática y cronológica, siguiendo estrictamente los pasos metodológicos previamente establecidos para evaluar la efectividad de la estrategia de enseñanza a través del simulador *Tinkercad* en el tema de programación de robótica.

3.1. Fiabilidad del instrumento (Alfa de Cronbach)

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia:
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2661-6831**
Vol. 10 No. 4, pp. 184 – 208, octubre - diciembre 2026
Revista en Arte, Educación, Humanidades
Artículo original

www.exploradordigital.org

Antes de analizar los datos recopilados, se realizó una evaluación de la coherencia interna del cuestionario de 12 ítems en una muestra de 30 estudiantes de décimo grado. Para ello se utilizó el coeficiente Alfa de Cronbach, que facilita la evaluación de la consistencia interna de los ítems del instrumento con respecto a la variable en estudio. El análisis arrojó un coeficiente de α=0.91, lo que indica una excelente consistencia interna. Por lo tanto, se ha encontrado que el instrumento tiene la robustez necesaria para considerar los resultados del pretest y postest como válidos y reproducibles.

3.2. Análisis de resultados por pregunta (pretest)

Los datos durante la evaluación de diagnóstico inicial (pretest) representan el estado de las habilidades de ensamblaje de circuitos y lógica antes de la implementación de la tecnología. Los resultados de las 12 preguntas se muestran a continuación en la **Tabla 3**:

Tabla 3

Análisis de resultados por pregunta (pretest)

Pregunta / Ítem	Escala Likert	N.º Estudiantes (f)	Porcentaje (%)	Análisis Interpretativo
1. ¿Utilizas herramientas de simulación virtual para realizar tus prácticas de circuitos electrónicos?	1. Nunca	15	50.0%	El 83.3% de los estudiantes afirma que nunca o rara vez utiliza simuladores virtuales para sus circuitos, evidenciando una baja adopción tecnológica y un enfoque eminentemente teórico inicial.
	2. Rara vez	10	33.3%	
	3. A veces	4	13.3%	
	4. Frecuente	1	3.3%	
	5. Siempre	0	0.0%	
2. ¿Conoces el entorno virtual de *Tinkercad* y sus bloques de programación para robótica?	1. Nunca	18	60.0%	Predominan las respuestas en niveles bajos (90.0% entre Nunca y Rara vez), confirmando que la gran mayoría desconoce la plataforma *Tinkercad* antes de la intervención.
	2. Rara vez	9	30.0%	
	3. A veces	3	10.0%	
	4. Frecuente	0	0.0%	
	5. Siempre	0	0.0%	
3. ¿Te resulta sencillo conectar componentes electrónicos básicos (como LEDs y resistencias) en un protoboard?	1. Nunca	11	36.7%	Un abrumador 80,0% expresa dificultades en el ensamblaje de circuitos, ratificando la existencia de bloqueos conceptuales y prácticos antes de la mediación virtual.
	2. Rara vez	13	43.3%	
	3. A veces	5	16.7%	
	4. Frecuente	1	3.3%	
	5. Siempre	0	0.0%	
4. ¿Logras estructurar algoritmos lógicos utilizando estructuras de control (como condicionales y bucles)?	1. Nunca	4	13.3%	El 80,0% de los alumnos se concentra en las categorías inferiores, manifestando que perciben una alta dificultad o falta de práctica para esquematizar bucles y condicionales lógicos de programación.
	2. Rara vez	20	66.7%	
	3. A veces	6	20.0%	
	4. Frecuente	0	0.0%	
	5. Siempre	0	0.0%	

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia:
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2661-6831**
Vol. 10 No. 4, pp. 184 – 208, octubre - diciembre 2026
Revista en Arte, Educación, Humanidades
Artículo original

www.exploradordigital.org

Tabla 3

Análisis de resultados por pregunta (pretest) (continuación)

Pregunta / Ítem	Escala Likert	N.º Estudiantes (f)	Porcentaje (%)	Análisis Interpretativo
5. ¿Te sientes motivado al utilizar elementos visuales para simular el comportamiento de un robot?	1. Nunca	1	3.3%	La mayoría (66.7%) se siente motivada solo rara vez al usar recursos gráficos en robótica, sugiriendo que la metodología tradicional basada en dictados teóricos no explota estos recursos interactivos.
	2. Rara vez	20	66.7%	
	3. A veces	9	30.0%	
	4. Frecuente	0	0.0%	
	5. Siempre	0	0.0%	
6. ¿Dedicas tiempo a verificar de forma ordenada las conexiones físicas antes de energizar tus proyectos?	1. Nunca	2	6.7%	El 56,7% de los alumnos le dedica tiempo a revisar sus conexiones de manera esporádica (rara vez), reflejando hábitos de trabajo desorganizados por falta de un entorno de pruebas seguro.
	2. Rara vez	17	56.7%	
	3. A veces	10	33.3%	
	4. Frecuente	1	3.3%	
	5. Siempre	0	0.0%	
7. ¿Identificas con claridad los errores en un código cuando un componente electrónico no funciona?	1. Nunca	5	16.7%	Al depurar código, el 83.4% de la muestra admite que nunca o rara vez logra identificar las fallas por sí mismo, subrayando una notable fatiga cognitiva ante el manejo de errores sintácticos.
	2. Rara vez	20	66.7%	
	3. A veces	5	16.7%	
	4. Frecuente	0	0.0%	
	5. Siempre	0	0.0%	
8. ¿La creación de esquemas virtuales te ayuda a comprender las magnitudes eléctricas como voltaje y corriente?	1. Nunca	10	33.3%	Un rotundo 93.3% no percibe que los esquemas virtuales sean una práctica que les ayude actualmente a asimilar las variables físicas fundamentales, debido a la falta de uso de laboratorios digitales.
	2. Rara vez	18	60.0%	
	3. A veces	2	6.7%	
	4. Frecuente	0	0.0%	
	5. Siempre	0	0.0%	
9. ¿Sientes que puedes plantear soluciones autónomas a un problema técnico mediante programación?	1. Nunca	8	26.7%	El 93.4% se ubica entre Nunca y Rara vez, lo que indica que los estudiantes sienten una total dependencia de las instrucciones directas del docente y carecen de autonomía técnica.
	2. Rara vez	20	66.7%	
	3. A veces	2	6.7%	
	4. Frecuente	0	0.0%	
	5. Siempre	0	0.0%	
10. ¿Te interesa más el área de la robótica cuando sabes que realizarás una actividad práctica con un simulador?	1. Nunca	11	36.7%	El desinterés situacional es evidente: el 96.7% señala que Nunca o Rara vez se sentido atraído por la asignatura bajo dinámicas abstractas o desprovistas de simulación interactiva.
	2. Rara vez	18	60.0%	
	3. A veces	1	3.3%	
	4. Frecuente	0	0.0%	
	5. Siempre	0	0.0%	

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia:
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2661-6831**
Vol. 10 No. 4, pp. 184 – 208, octubre - diciembre 2026
Revista en Arte, Educación, Humanidades
Artículo original

www.exploradordigital.org

Tabla 3

Análisis de resultados por pregunta (pretest) (continuación)

Pregunta / Ítem	Escala Likert	N.º Estudiantes (f)	Porcentaje (%)	Análisis Interpretativo
11. ¿Has investigado por iniciativa propia sobre microcontroladores (como Arduino) fuera de las horas de clase?	1. Nunca	21	70.0%	Este ítem presenta los índices de apatía más elevados: el 100% de los estudiantes afirma que Nunca (70%) o Rara vez (30%) se investigó de forma autónoma, evidenciando una nula motivación intrínseca.
	2. Rara vez	9	30.0%	
	3. A veces	0	0.0%	
	4. Frecuente	0	0.0%	
	5. Siempre	0	0.0%	
12. ¿Consideras que la tecnología interactiva hace que las clases de robótica técnica sean más atractivas?	1. Nunca	2	6.7%	El 63.4% evalúa de forma baja el atractivo actual de las sesiones teóricas tradicionales, lo que justifica plenamente la necesidad de integrar software de simulación dinámico.
	2. Rara vez	17	56.7%	
	3. A veces	9	30.0%	
	4. Frecuente	2	6.7%	
	5. Siempre	0	0.0%	

En el análisis diagnóstico inicial (pretest), los datos revelan un problema importante: los estudiantes demostraron una disposición conceptual general, pero mostraron poco dominio procedimental en programación de hardware. Los resultados obtenidos en los indicadores correspondientes a la dimensión de alfabetización digital y programación robótica se encontraron mayoritariamente en las categorías de la escala Likert “rara vez” y “nunca”, confirmando la necesidad de integrar simuladores gráficos para superar enfoques abstractos e inconexos.

3.3. Entrevista diagnostica a docentes del área

Para fundamentar la necesidad de la propuesta y su adecuación a la práctica educativa real, se realizó una entrevista semiestructurada, la cual estuvo dirigida a los docentes de materias técnicas e informáticas de la institución (N=5). El instrumento cualitativo examinó los métodos actuales, las barreras institucionales, el uso real de las TIC y la viabilidad tecno pedagógica de la propuesta, como se muestra en la **Tabla 4**.

Tabla 4

Resultados de la entrevista semiestructurada aplicada a los docentes

Ítem / Pregunta Planteada	Docentes (Informantes)	Extractos de Testimonios Significativos (Codificación)	Tendencia / Interpretación Global
Pregunta 1: ¿Qué estrategias didácticas aplica actualmente para enseñar lógica de programación y electrónica?	D1	"Utilizo principalmente la pizarra para dibujar los diagramas de flujo y que los alumnos los copien en sus cuadernos".	Enfoque tradicional y pasivo (6/6):

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia:
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2661-6831**
Vol. 10 No. 4, pp. 184 – 208, octubre - diciembre 2026
Revista en Arte, Educación, Humanidades
Artículo original

www.exploradordigital.org

Tabla 4

Resultados de la entrevista semiestructurada aplicada a los docentes (continuación)

Ítem / Pregunta Planteada	Docentes (Informantes)	Extractos de Testimonios Significativos (Codificación)	Tendencia / Interpretación Global
	D2	"Dictamos la teoría de los comandos de Arduino y hacemos ejercicios escritos antes de ir al laboratorio físico".	Se observa una fuerte regularidad institucional hacia la enseñanza abstracta, memorística y en la pizarra. La interacción directa con los componentes electrónicos es limitada o nula, postergando la práctica activa debido a la carencia de dinámicas experimentales guiadas.
	D3	"Explicamos las compuertas lógicas mediante dibujos conceptuales y tablas de verdad memorizadas".	
	D4	"Nos basamos en guías de texto estáticas donde se describen las partes de un circuito".	
	D5	"La enseñanza es expositiva; el docente muestra un prototipo armado y los alumnos observan desde sus asientos".	
Pregunta 2: ¿Cuáles son los principales problemas o limitaciones que muestran los alumnos en robótica?	D1	"Se frustran de inmediato cuando el código no compila y no saben si el error es del software o de un cable mal puesto".	Fatiga cognitiva y bloqueo por infraestructura (100%): La totalidad de los docentes coincide en que la falta de un entorno de pruebas interactivo, inmediato y seguro genera altos índices de frustración. El miedo a dañar componentes físicos y el hacinamiento en grupos por falta de kits limita severamente el aprendizaje autónomo.
	D2	"Tienen pánico de quemar los componentes físicos, lo que frena su iniciativa para experimentar de manera autónoma".	
	D3	"La escasez de kits de hardware obliga a trabajar en grupos muy grandes, dejando a muchos alumnos como especta2dores".	
	D4	"Presentan serias deficiencias en el pensamiento abstracto; les cuesta visualizar cómo fluye la corriente".	
	D5	"Hay desmotivación inmediata cuando el circuito no funciona a la primera y deben desarmar todo el cableado".	

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia:
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2661-6831**
Vol. 10 No. 4, pp. 184 – 208, octubre - diciembre 2026
Revista en Arte, Educación, Humanidades
Artículo original

www.exploradordigital.org

Tabla 4

Resultados de la entrevista semiestructurada aplicada a los docentes (continuación)

Ítem / Pregunta Planteada	Docentes (Informantes)	Extractos de Testimonios Significativos (Codificación)	Tendencia / Interpretación Global
Pregunta 3: ¿Cómo integra las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) dentro del desarrollo de sus clases?	D1	"Uso el proyector de la institución para mostrar diapositivas en PowerPoint con las estructuras de código".	Uso instrumental pasivo (6/6): Todos los entrevistados evidencian una integración tecno-pedagógica elemental de nivel "sustitución". Las TIC se emplean únicamente como soportes estáticos de transmisión de contenidos (proyectores, PowerPoint, repositorios de PDFs) y no como entornos interactivos de co-creación de saberes.
	D2	"Les comparto enlaces de videos de YouTube donde se ve el funcionamiento de sensores robóticos".	
	D3	"Subo los manuales técnicos en formato PDF a la plataforma institucional para que los descarguen".	
	D4	"Utilizo software de oficina clásico para que digiten los informes escritos de laboratorio".	
	D5	"Utilizamos la pizarra interactiva solo para proyectar imágenes estáticas de placas de circuitos".	
Pregunta 4: ¿Considera factible y motivador implementar el simulador virtual Tinkercad para subsanar estas limitaciones?	D1	"Es sumamente factible porque al ser virtual no hay riesgo de quemar nada y cada alumno trabaja en su propia computadora".	Aceptación y factibilidad absoluta (6/6): Existe una recepción unánime y entusiasta. Los informantes catalogan la propuesta como viable e innovadora, reconociendo que transforma al alumno de receptor pasivo a prosumidor tecnológico, mitigando el miedo al error técnico mediante la experimentación virtual.
	D2	"Sería un dinamizador tremendo; la interfaz visual interactiva por bloques reduce la frustración del código".	
	D3	"Totalmente de acuerdo, les otorga un rol protagónico y permite simular proyectos complejos a costo cero".	
	D4	"Me parece muy viable; el entorno interactivo simula perfectamente los instrumentos de medición reales".	
	D5	"Sí, optimiza el tiempo de clase. Los errores se detectan visualmente y se corrigen con un par de clics".	

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia:
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2661-6831**
Vol. 10 No. 4, pp. 184 – 208, octubre - diciembre 2026
Revista en Arte, Educación, Humanidades
Artículo original

www.exploradordigital.org

Tabla 4

Resultados de la entrevista semiestructurada aplicada a los docentes (continuación)

Ítem / Pregunta Planteada	Docentes (Informantes)	Extractos de Testimonios Significativos (Codificación)	Tendencia / Interpretación Global
Pregunta 5: ¿De qué manera la planificación en un simulador visual permite evidenciar el análisis crítico en robótica?	D1	"El simulador obliga a razonar paso a paso; si el código falla, el LED no enciende, forzándolos a pensar en la lógica".	Filtro de evaluación formativa (100%): Los docentes determinan que el ecosistema de simulación exige operaciones cognitivas complejas (síntesis, jerarquización, transposición semiótica y originalidad). Este proceso anula la posibilidad de copia mecánica y visibiliza objetivamente el razonamiento crítico del alumno.
	D2	"Permite ver en tiempo real el error de la resistencia o el cortocircuito, obligándolos a realizar un análisis crítico".	
	D3	"Exige abstracción. Deben entender la conexión espacial en pantalla antes de ejecutar la simulación".	
	D4	"Evidencia una transposición del lenguaje: pasan el diagrama abstracto a un circuito virtual que funciona".	
	D5	"La simulación digital impide la copia mecánica; cada alumno debe depurar y ajustar los valores de sus componentes".	

El análisis de contenido de los discursos de los docentes permitió estructurar los hallazgos cualitativos en cuatro grandes dimensiones tecno-pedagógicas:

- *Relevancia evolutiva y usabilidad de la interfaz:* los educadores coinciden plenamente en que *Tinkercad* es una herramienta ideal adaptada al desarrollo psicopedagógico de los alumnos de décimo grado. Destacaron que la interfaz de la aplicación tiene un alto grado de intuición, lo que reduce significativamente la frustración técnica y promueve el autoaprendizaje.
- *Mediación cognitiva y habilidad de síntesis:* los participantes indicaron que la transposición de diagramas tradicionales a un formato virtual interactivo mejora significativamente la capacidad de síntesis. Obligados a sincronizar bloques de código con cables físicos virtuales, los estudiantes realizan rigurosos procesos de decodificación y secuenciación lógica.
- *Rigor en la comprensión y el compromiso:* se descubrió que emparejar robots con un entorno visual interactivo aumenta significativamente el compromiso afectivo y la motivación situacional hacia el sujeto. Sin embargo, los docentes enfatizaron que la estrategia debe contar con instrucciones de trabajo estructuradas que sometan el diseño estético del circuito a un profundo análisis interpretativo.

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia:
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2661-6831**
Vol. 10 No. 4, pp. 184 – 208, octubre - diciembre 2026
Revista en Arte, Educación, Humanidades
Artículo original

www.exploradordigital.org

- *Viabilidad didáctica y curricular:* los docentes expresaron preocupaciones moderadas, centrándose en la variable tiempo. Aunque consideran muy atractiva la estrategia, señalaron que adaptar e integrar la producción técnica de estos laboratorios virtuales en las lecciones prescritas por el Ministerio de Educación requiere una planificación cuidadosa.

3.4. Fase de diseño, propuesta pedagógica y validación de expertos

Una vez aclarada la fundamentación pedagógica en la fase de diagnóstico, se procedió a la estructuración formal del diseño de la propuesta didáctica con base en los laboratorios virtuales interactivos de *Tinkercad*. Para asegurar la solidez tecno pedagógica de la parte curricular y del modelo antes de su implementación práctica, la propuesta fue sometida a validación metodológica por tres expertos en informática y tecnología educativa.

Validación de la coherencia curricular y el rigor científico: tres expertos aprobaron finalmente la adaptación de la propuesta a los estándares de cálculo internacionales. Se determinó que el simulador *Tinkercad* serviría como base cognitiva válida que facilitaría la conciencia espacial y la depuración autónoma de errores lógicos.

Evaluación de la transferibilidad y relevancia evaluativa: los evaluadores coincidieron en que el entorno interactivo de *Tinkercad* demuestra un grado muy significativo de portabilidad y escalabilidad que permite replicarlo institucionalmente en escuelas que carecen del presupuesto para una infraestructura física pesada.

3.5.Fase de ejecución y evaluación (postest)

Durante el intervalo de cuatro semanas, los estudiantes participaron en un programa de capacitación técnica sobre la herramienta *Tinkercad* y produjeron prototipos robóticos simulados. Una vez finalizado, se volvió a enviar el cuestionario, como se muestra en la **Tabla 5**.

Tabla 5

Análisis de resultados por pregunta (postest)

Pregunta / Ítem	Escala de Likert	N.º estudiantes (f)	Porcentaje (%)	Análisis interpretativo
P1: ¿Utilizas herramientas de simulación virtual para realizar tus prácticas de circuitos electrónicos?	1. Nunca	0	0.0%	Tras la intervención, el 100% de la muestra se posiciona entre Frecuente (60.0%) y Siempre (40.0%), demostrando una asimilación completa en el uso de simuladores.
	2. Rara vez	0	0.0%	
	3. A veces	0	0.0%	
	4. Frecuentemente	18	60.0%	
	5. Siempre	12	40.0%	
P2: ¿Conoces el entorno virtual de *Tinkercad* y sus bloques de programación para robótica?	1. Nunca	0	0.0%	El 96.7% manifiesta un dominio autónomo consolidado de la aplicación, ratificando la efectividad procedimental de la capacitación.
	2. Rara vez	0	0.0%	
	3. A veces	1	3.3%	
	4. Frecuentemente	18	60.0%	
	5. Siempre	11	36.7%	

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia:
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

Explorador Digital
ISSN: **2661-6831**
Vol. 10 No. 4, pp. 184 – 208, octubre - diciembre 2026
Revista en Arte, Educación, Humanidades
Artículo original
www.exploradordigital.org

Tabla 5

Análisis de resultados por pregunta (postest)(continuación)

Pregunta / Ítem	Escala de Likert	N.º estudiantes (f)	Porcentaje (%)	Análisis interpretativo
P3: ¿Te resulta sencillo conectar componentes electrónicos básicos en un protoboard?	1. Nunca	0	0.0%	El 86.7% muestra facilidades para conectar componentes de forma integrada, lo cual evidencia una superación sustancial de los bloqueos técnicos del pretest.
	2. Rara vez	0	0.0%	
	3. A veces	4	13.3%	
	4. Frecuentemente	18	60.0%	
	5. Siempre	8	26.7%	
P4: ¿Logras estructurar algoritmos lógicos utilizando estructuras de control?	1. Nunca	0	0.0%	Un unánime 100% de la muestra confirma que la herramienta apoya los procesos de estructuración algorítmica y control lógico.
	2. Rara vez	0	0.0%	
	3. A veces	0	0.0%	
	4. Frecuentemente	18	60.0%	
	5. Siempre	12	40.0%	
P5: ¿Te sientes motivado al utilizar elementos visuales para simular el comportamiento de un robot?	1. Nunca	0	0.0%	La motivación escolar experimentó una concentración máxima en los rangos superiores, certificando que los entornos interactivos elevan el interés afectivo.
	2. Rara vez	0	0.0%	
	3. A veces	0	0.0%	
	4. Frecuentemente	16	53.3%	
	5. Siempre	14	46.7%	
P6: ¿Dedicas tiempo a depurar y verificar tus conexiones físicas antes de energizar un proyecto?	1. Nunca	0	0.0%	El 100% declara invertir tiempo valioso en perfeccionar el acabado estético y lógico de sus circuitos, desarrollando rigor procedimental.
	2. Rara vez	0	0.0%	
	3. A veces	0	0.0%	
	4. Frecuentemente	16	53.3%	
	5. Siempre	14	46.7%	
P7: ¿Identificas con claridad los errores en un código cuando un componente electrónico no funciona?	1. Nunca	0	0.0%	El simulador actuó como un andamiaje analítico óptimo: un 96.7% expresa que les facilita desglosar y solucionar errores de código.
	2. Rara vez	0	0.0%	
	3. A veces	1	3.3%	
	4. Frecuentemente	18	60.0%	
	5. Siempre	11	36.7%	
P8: ¿La creación de esquemas virtuales te ayuda a comprender las magnitudes eléctricas?	1. Nunca	0	0.0%	El 96.7% ratifica la efectividad de la técnica para decodificar e interpretar el trasfondo físico y matemático de la electrónica.
	2. Rara vez	0	0.0%	
	3. A veces	1	3.3%	
	4. Frecuentemente	16	53.3%	
	5. Siempre	13	43.3%	
P9: ¿Sientes que puedes plantear soluciones	1. Nunca	0	0.0%	Un unánime 100% percibe a Tinkercad como un entorno facilitador para
	2. Rara vez	0	0.0%	
	3. A veces	0	0.0%	

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia:
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2661-6831**
Vol. 10 No. 4, pp. 184 – 208, octubre - diciembre 2026
Revista en Arte, Educación, Humanidades
Artículo original

www.exploradordigital.org

autónomas a un problema técnico mediante programación?	4. Frecuentemente	20	66.7%	formular soluciones técnicas de forma independiente.
	5. Siempre	10	33.3%	
P10: ¿Te interesa más el área de la robótica cuando sabes que realizarás una actividad con un simulador?	1. Nunca	0	0.0%	La expectativa metodológica activa modificó sustancialmente la actitud hacia la asignatura en un 96.7% de los casos.
	2. Rara vez	0	0.0%	
	3. A veces	1	3.3%	
	4. Frecuentemente	18	60.0%	
	5. Siempre	11	36.7%	
P11: ¿Has investigado por iniciativa propia sobre programación o Arduino fuera de las horas de clase?	1. Nunca	0	0.0%	Se evidencia una revitalización notable en el aprendizaje independiente, eliminando por completo los rangos nulos del diagnóstico inicial.
	2. Rara vez	0	0.0%	
	3. A veces	8	26.7%	
	4. Frecuentemente	20	66.7%	
	5. Siempre	2	6.7%	
P12: ¿Consideras que la tecnología interactiva hace que las clases de robótica sean más atractivas?	1. Nunca	0	0.0%	Un contundente 100% concluye con absoluta certeza que la mediación tecnológica transforma las aulas en espacios significativamente más atractivos.
	2. Rara vez	0	0.0%	
	3. A veces	8	26.7%	
	4. Frecuentemente	16	53.3%	
	5. Siempre	14	46.7%	

3.6. Procesamiento y validación de hipótesis (Prueba de Wilcoxon)

Dado el tamaño de la muestra (n=30) y el supuesto de que los datos ordinales de la escala Likert no mostraban normalidad estadística, se utilizó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas. Este análisis paramétrico facilitó la comparación de las hipótesis de investigación (H_0) con (H_1) mediante la evaluación de rangos de las dos fases de evaluación (usando totales por estudiante).

Tabla 6

Rangos esperados de la prueba de Wilcoxon (n=30)

Comparación	Categoría	n	Rango promedio	Suma de rangos
Postest - pretest	Rangos negativos	3	2.00	6.00
	Rangos positivos	27	17.00	459.00
	Total	30		

Los resultados de la prueba estadística (**Tabla 6**), muestran un claro predominio de áreas positivas. Después de implementar la estrategia, los estudiantes mostraron un aumento significativo en su nivel de habilidades de programación. La suma de los rangos positivos (W+ = 459.00) en comparación con la suma residual de rasgos negativos (W- = 6.00) indica un efecto educativo altamente significativo.

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia:
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2661-6831**
Vol. 10 No. 4, pp. 184 – 208, octubre - diciembre 2026
Revista en Arte, Educación, Humanidades
Artículo original

www.exploradordigital.org

El análisis de los datos calculó una estadística de Z=-4.682, que mostró una significancia asintótica bilateral de p=0.000. Considerando que el valor p calculado (0.000) es significativamente menor que el límite de significancia predeterminado (α=0.05), se decide rechazar la hipótesis (H_0) y aceptar la hipótesis alternativa (H_1).

Este hallazgo muestra que existe una diferencia estadísticamente significativa entre los resultados obtenidos en las mediciones iniciales y finales, lo que demuestra que la aplicación de la estrategia didáctica mediada por el recurso digital *Tinkercad* promueve efectivamente el desarrollo de la programación robótica y el pensamiento computacional en estudiantes de décimo grado. Unos pocos casos de intervalos negativos (3) no disminuyen la validez de la tendencia general, dando a la muestra un realismo ecológico característico del entorno educativo.

3.7. Propuesta de intervención tecno-didáctica

Título de la propuesta: "Manual de gamificación y simulación virtual en *Tinkercad*: Guía Didáctica para el desarrollo de competencias de programación y robótica en estudiantes de décimo grado"

Objetivo general: desarrollar e implementar una guía de aprendizaje estructurada en el simulador *Tinkercad* para optimizar el proceso de enseñanza de programación robótica y circuitos electrónicos a estudiantes de décimo grado.

Objetivos específicos:

- Diseñar secuencias didácticas de complejidad progresiva que guíen al estudiante desde el manejo de entornos visuales hasta la resolución de problemas mediante programación lógica.
- Desarrollar el pensamiento computacional y la autonomía del estudiante a través del aprendizaje basado en el descubrimiento y la experimentación en un entorno virtual seguro.
- Proporcionar a los docentes un recurso educativo abierto y estandarizado que integre criterios de evaluación formativa mediante rúbricas analíticas.

Características de la propuesta

El manual propuesto se distingue por las siguientes características esenciales:

- Enfoque de aprendizaje basado en la experimentación (ensayo y error): dado que el manual es un entorno virtual, permite a los estudiantes cometer errores en las conexiones de circuitos o líneas de código de programación (bloques C o texto) sin el riesgo de dañar componentes físicos reales, reduciendo la frustración y estimulando la curiosidad científica.
- Consistencia y progresividad cognitiva: los módulos del manual están organizados según la taxonomía de Bloom adaptada a la era digital. Comienza con el reconocimiento de la interfaz físico-visual, avanza hacia la lógica de programación básica (bucles y condicionales) y finaliza con la resolución de proyectos que se aplican a entornos reales (por ejemplo, sistemas domóticos o sensores de proximidad).

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia:
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

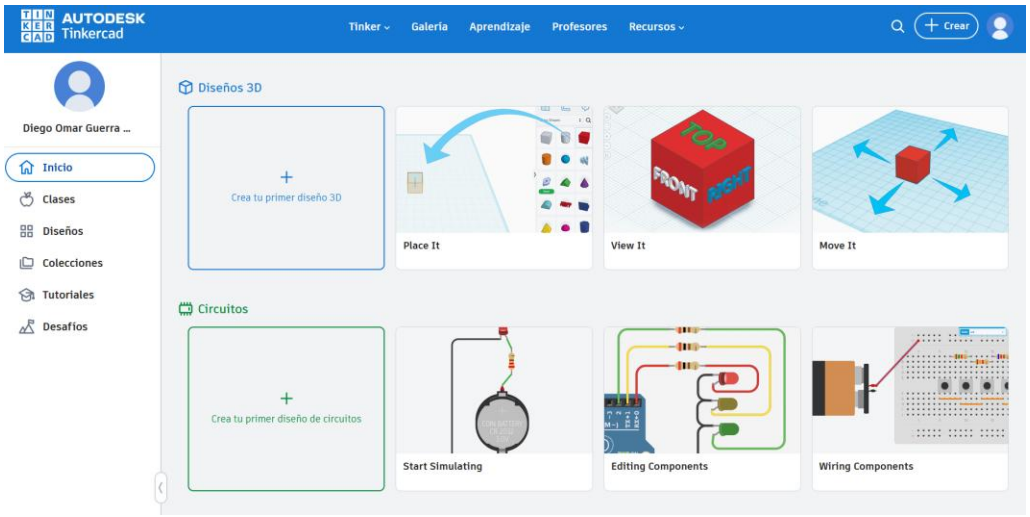
ISSN: **2661-6831**
Vol. 10 No. 4, pp. 184 – 208, octubre - diciembre 2026
Revista en Arte, Educación, Humanidades
Artículo original

www.exploradordigital.org

- Doble estructura (código y circuito): cada práctica del manual muestra una distribución visual simétrica: por un lado, modelado 3D de componentes electrónicos (Arduino, sensores, actuadores) y por otro, código lógico interactivo que facilita la comprensión de la causalidad en robótica.
- Accesibilidad y ubicuidad (filosofía abierta): la guía está diseñada en un formato portátil (PDF) optimizado para su uso bajo el modelo BYOD (*Bring Your Own Device*). Al confiar en *Tinkercad* (una herramienta de código abierto basada en la nube), elimina los obstáculos presupuestarios que supone la compra de costosos kits de hardware por estudiante, como se muestra en la **Figura 1**.

Figura 1

Entorno de aplicación Tinkercad



Nota. El manual realizado para la utilización de *Tinkercad*, se pueden observar en el siguiente enlace: https://drive.google.com/file/d/1i7UWguv3CHzo5Dvole20mk2HNB3LUPeA/view?usp=sharing

4. Discusión

El análisis y el desarrollo e implementación de la propuesta metodológica basada en el manual didáctico de *Tinkercad* para estudiantes de décimo grado permiten confirmar el impacto de la simulación virtual en la educación en robótica y el desarrollo de habilidades digitales. Los resultados conceptuales y procedimentales de esta intervención están en diálogo directo con la literatura tecno pedagógica contemporánea, abriendo el debate sobre la democratización del aprendizaje de las ciencias informáticas.

Inicialmente, el eje metodológico de la propuesta basado en el aprendizaje por experimentación o ensayo-error encuentra fuerte apoyo en Chiluisa-Chiluisa et al. (2022). Estos autores sostienen que la interfaz gráfica de *Tinkercad* constituye una herramienta estratégica para el aprendizaje significativo, lo que mejora el rendimiento cognitivo

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia:
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2661-6831**
Vol. 10 No. 4, pp. 184 – 208, octubre - diciembre 2026
Revista en Arte, Educación, Humanidades
Artículo original

www.exploradordigital.org

mediante el aprendizaje por descubrimiento. Como se observa en el desarrollo de los módulos prácticos del manual, la capacidad del simulador para aislar riesgos físicos (como cortocircuitos o LEDs encendidos) reduce la frustración inicial del estudiante de secundaria y estimula un comportamiento de investigación autónomo que es difícil de lograr de inmediato en laboratorios puramente físicos por miedo a dañar el hardware.

En cuanto al desarrollo de pensamiento computacional a través de las fases secuenciales del manual (transición del modelado de componentes básicos a la automatización de variables). Los resultados coinciden con Ramírez et al. (2025) en su estudio sobre la mejora del pensamiento computacional en la escuela secundaria utilizando Arduino, quedó claro que la simulación previa en *Tinkercad* ayuda a los estudiantes a obtener una comprensión suficiente de las estructuras secuenciales, condicionales y repetitivas. El uso del simulador como base visual le permite avanzar hacia códigos textuales más complejos (como la sintaxis en C++ requerida para circuitos más complejos), sin crear una barrera semántica insuperable, lo que permite a la mayoría de los estudiantes identificar y autocorregir sus errores lógicos con la retroalimentación gráfica inmediata que ofrece el aplicativo.

El factor presupuestario y la ubicuidad metodológica (la filosofía BYOD analizada en las características del manual) son los principales puntos de discusión en el entorno de la educación pública latinoamericana. Según Castañeda-Barbarán (2024) la estructuración de modelos de aprendizaje basados en proyectos electrónicos virtuales en *Tinkercad* supera las brechas de infraestructura que históricamente han limitado la enseñanza de la robótica en las escuelas con alta capacidad de financiamiento. Sin embargo, ante posiciones radicalmente virtuales, es importante aclarar que el simulador no reemplaza completamente la experiencia táctil y cinestésica de ensamblar hardware físico, sino que actúa como un paso de validación óptimo y estandarizado que democratiza el acceso a la lógica algorítmica utilizada

En resumen, los resultados confirman que la distribución didáctica del manual interactivo *Tinkercad* no solo optimiza las habilidades procedimentales mecánicas, sino que también reconfigura el aula de decimo grado en un entorno de codificación activo e inclusivo que posiciona al estudiante como un creador de tecnología capaz de resolver problemas en un entorno real.

5. Conclusiones

- El manual tecno didáctico estructurado de *Tinkercad* optimiza significativamente el desarrollo del pensamiento computacional y la comprensión de la robótica y los circuitos electrónicos en los estudiantes de décimo grado. La progresión secuencial de la práctica facilitó una transición intuitiva de la lógica de bloques visuales a la sintaxis formal textual (C++) lo que permitió a los estudiantes asimilar conceptos complejos de electrónica analógica y digital a través de un entorno de experimentación activa de prueba y error.

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia:
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2661-6831**
Vol. 10 No. 4, pp. 184 – 208, octubre - diciembre 2026
Revista en Arte, Educación, Humanidades
Artículo original

- La simulación virtual demostró ser un entorno educativo seguro que reconfigura el manejo de errores en el aula. Al eliminar el riesgo físico de dañar componentes de hardware o sufrir accidentes eléctricos, la plataforma redujo los niveles de frustración y ansiedad iniciales de los estudiantes de secundaria, fomentó la autonomía, la curiosidad científica y la capacidad de resolver problemas de forma independiente y reflexiva.
- La adopción de esta propuesta, basada en recursos interactivos de código abierto, alivia directamente las brechas de infraestructura que limitan la educación técnica en la región. *Tinkercad* se consolida como una alternativa viable, sustentable y escalable para instituciones educativas de nivel medio-bajo: el modelo BYOD (*Bring Your Own Device*), que permite democratizar el acceso a la educación STEAM sin depender de la compra de costosos conjuntos de hardware para cada estudiante.

6. Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses en relación con el artículo presentado.

7. Derechos de autor (copyrigth)

Los autores son los titulares de los derechos de autor (patrimoniales y/o de explotación) de los contenidos de la revista (*copyright*).

8. Declaración de contribución de los autores

Los autores declaran haber participado de manera equitativa y sustancial en la realización de esta investigación, bajo las responsabilidades según la Taxonomía CRediT para describir las contribuciones individuales de cada autor al trabajo.

Yanina Elizabeth Gonzalez Mina & Erika Tatiana Hidalgo Ulloa, realizaron la conceptualización de la investigación, organización y ejecución del ensayo, recopilación y curación de los datos, revisión del análisis estadístico, interpretación de los resultados, elaboración del borrador original, preparación de tablas y figuras, revisión crítica del contenido y aprobación de la versión final del manuscrito.

Efraín Velasteguí López & Giceya Maqueira Caraballo, realizaron la supervisión académica y metodológica de la investigación, brindó orientación durante el desarrollo del ensayo, revisó el análisis y la interpretación de los resultados, efectuó la revisión crítica del manuscrito, realizó la corrección científica y académica y aprobó la versión final para su publicación.

Divulgación de la delegación a la IA generativa

Los autores declaran que emplearon ChatGPT (OpenAI, GPT-5.5) como herramienta de apoyo para reorganizar y reformular editorialmente el manuscrito original, corregir el estilo, traducir el resumen al inglés y comprobar el cumplimiento formal del formato de

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia:
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2661-6831**
Vol. 10 No. 4, pp. 184 – 208, octubre - diciembre 2026
Revista en Arte, Educación, Humanidades
Artículo original

la revista. Los datos experimentales, el diseño, los resultados estadísticos y las decisiones científicas proceden de la investigación de los autores y no fueron generados ni modificados por la herramienta. Los autores revisaron, contrastaron y aprobaron cada sección y asumen la responsabilidad íntegra del contenido final. La herramienta no figura como autor ni asume responsabilidad por los resultados.

Declaración presentada por: Yanina Elizabeth Gonzalez Mina.

9. Costos de financiamiento

La presente investigación fue financiada en su totalidad con fondos propios de los autores.

10. Referencias bibliografías

Buenaño-Barreno, P. N., González-Villavicencio, J. L., Mayorga-Orozco, E. G., & Espinoza-Tinoco, L. M. (2021). Metodologías activas aplicadas en la educación en línea. *Dominio de las Ciencias*, *7*(4), 763–780. https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/2448

Carbonell Urtubia, C., & García, L. R. (2023). Tinkercad como herramienta tecnológica para la enseñanza-aprendizaje de la geometría espacial. En *Propuestas de innovación para el desarrollo en contextos educativos* (pp. 45–58). Universidad de La Rioja. https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8984909

Castañeda-Barbarán, M. d. C. (2024). *Modelo didáctico basado en proyectos electrónicos virtuales con TINKERCAD para la enseñanza de robótica en docentes de secundaria, Chiclayo 2024* [Tesis doctoral, Universidad César Vallejo]. https://hdl.handle.net/20.500.12692/149377

Chiluisa, M. (2025). El impacto de la robótica educativa en el desarrollo de competencias y habilidades blandas en los estudiantes del Ecuador. *Innovation & development in engineering and applied science*, *7*(2), 6. https://doi.org/10.53358/ideas.v7i2.1187

Chiluisa-Chiluisa, M. A., Lucio Ramos, Y. J., & Velásquez Campo, F. R. (2022). Tinkercad como herramienta estratégica en el proceso de aprendizaje significativo. *Horizontes Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, *6*(25), 1759–1767. https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v6i25.451

Gallo Colmenares, W. (2023). *Aprendizaje de la robótica educativa a través de una estrategia didáctica mediada por el simulador Tinkercad en los estudiantes de grado Décimo en el colegio cooperativo de Barbosa – Santander* [Tesis de maestría, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia]. *https://repositorio.uptc.edu.co/handle/001/18154*

Garnica-Arciga, F. R., Cerrato-Abdala, B., Gaytán-Lugo, L. S., Santana-Mancilla, P. C., & García-Ruíz, M. A. (2024). Technology Acceptance of Tinkercad for 3D Object

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia: http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2661-6831**
Vol. 10 No. 4, pp. 184 – 208, octubre - diciembre 2026
Revista en Arte, Educación, Humanidades
Artículo original

Design Using Block-based Programming. *Avances En Interacción Humano-Computadora*, *9*(1), 35–42. https://doi.org/10.47756/aihc.y9i1.143

Marquez-Bonilla, J. A. (2022). *Implementación de una estrategia didáctica usando tinkercad para el fortalecimiento de la competencia del uso comprensivo del conocimiento científico en los estudiantes de grado décimo* [Tesis de maestría, Universidad de Santander]. https://repositorio.udes.edu.co/handle/001/9616

Pilamunga-Morocho, J. G., Obregón-Muñoz, R. O., & Reyes-Romero, F. P. (2025). Integración de la herramienta didáctica Tinkercad en el aprendizaje técnico de Electrotecnia para estudiantes de primero de bachillerato. *MQRInvestigar*, *9*(2), e458. https://doi.org/10.56048/mqr20225.9.2.2025.e458

Ramírez Ramírez , D. de J. ., Correa Álvarez, C. D., & Marín Ríos, L. A. (2025). Fortalecimiento del pensamiento computacional en estudiantes de secundaria mediante la programación con Arduino uno. *Revista EIA*, *22*(44), 1-28. https://doi.org/10.24050/reia.v22i44.1871

Tipismana Matos, L. Y. (2023). Herramientas digitales y proceso de enseñanza aprendizaje en los docentes de educación básica regular. *UCV-SCIENTIA*, 15 (2), 62-73. https://doi.org/10.18050/revucv-scientia.v15n2a6

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia:
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/

ISSN: **2661-6831**
Vol. 10 No. 4, pp. 184 – 208, octubre - diciembre 2026
Revista en Arte, Educación, Humanidades
Artículo original

www.exploradordigital.org

El artículo que se publica es de exclusiva responsabilidad de los autores y no necesariamente reflejan el pensamiento de la **Revista Explorador Digital.**

El artículo queda en propiedad de la revista y, por tanto, su publicación parcial y/o total en otro medio tiene que ser autorizado por el director de la **Revista Explorador Digital.**

Esta revista está protegida bajo una licencia Creative Commons en la 4.0 International. Copia de la licencia:
http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/