

# Development of Computational Thinking in Early Childhood Education through Educational Robotics: A Quasi-Experimental Study

Laura Espinal Yunén, M.Ed<sup>1</sup> ; Elena Moreno Fuentes, PhD<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Universidad Internacional Iberoamericana (UNiB), Puerto Rico, [laura.espinal@doctorado.unib.org](mailto:laura.espinal@doctorado.unib.org)

<sup>2</sup>Universidad Internacional de la Rioja (UNIR) / Centro Universitario Sagrada Familia (SAFA), España, [emoreno@fundacionsafa.es](mailto:emoreno@fundacionsafa.es)

*Abstract– In recent years, there has been a growing need to promote the development of technological and cognitive skills from the earliest levels of schooling, driven by the increasing impact of Information and Communication Technologies (ICT) on society. The objective of this study is to evaluate the impact of learning activities based on programming challenges, through the use of Educational Robotics (ER), on the development of Computational Thinking (CT) in early childhood students. A quasi-experimental design was employed, with pretest/posttest measurements and a non-equivalent control group, using a sample of 77 students aged 3 to 6, divided into experimental and control groups. The intervention was carried out in six sessions using the Blue-Bot robot, integrating STEM approaches and the Play-Work methodology. Three CT dimensions were assessed (sequencing, action-instruction, and debugging) through a validated instrument adapted to the curriculum. Non-parametric statistical analyses showed significant improvements in the experimental group compared to the control, highlighting the positive effect of ER on CT development at early ages. These findings provide empirical evidence supporting the use of educational technologies from early childhood and promote innovative pedagogical practices in early childhood education.*

*Keywords– Educational technology, computational thinking, educational robotics, programming, early childhood education..*

# Desarrollo del Pensamiento Computacional en Educación Inicial a través de la Robótica Educativa: Un Estudio Cuasiexperimental

Laura Espinal Yunén, M.Ed<sup>1</sup> ; Elena Moreno Fuentes, PhD<sup>2</sup> 

<sup>1</sup>Universidad Internacional Iberoamericana (UNiB), Puerto Rico, [laura.espinal@doctorado.unib.org](mailto:laura.espinal@doctorado.unib.org)

<sup>2</sup>Universidad Internacional de la Rioja (UNIR) / Centro Universitario Sagrada Familia (SAFA), España, [emoreno@fundacionsafa.es](mailto:emoreno@fundacionsafa.es)

**Resumen—** *En los últimos años, se ha evidenciado la necesidad de promover el desarrollo de habilidades tecnológicas y cognitivas desde los primeros niveles de escolaridad, impulsada por el creciente impacto de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la sociedad. El objetivo de este estudio es evaluar el impacto de actividades de aprendizaje basadas en desafíos de programación, mediante el uso de la Robótica Educativa (RE) en el desarrollo del Pensamiento Computacional (PC) en estudiantes de educación inicial. Se empleó un diseño cuasiexperimental con mediciones pretest/postest y grupo control no equivalente, con una muestra de 77 estudiantes entre 3 y 6 años divididos en grupo experimental y grupo control. La intervención se desarrolló en seis sesiones utilizando el robot Blue-Bot, integrando enfoques STEM y la metodología Juego-Trabajo. Se evaluaron tres dimensiones del PC (secuencias, acción-instrucción y depuración), a través de un instrumento validado y adaptado al currículo. Los análisis estadísticos no paramétricos mostraron mejoras significativas en el grupo experimental respecto al control, evidenciando el efecto positivo de la RE en el desarrollo del PC en edades tempranas. Estos hallazgos aportan evidencia empírica que respalda el uso de tecnologías educativas desde la primera infancia y promueven prácticas pedagógicas innovadoras en la educación inicial.*

**Palabras clave—** *Tecnología educativa, pensamiento computacional, robótica educativa, programación, educación inicial*

## I. INTRODUCCIÓN Y ESTADO DE LA CUESTIÓN

Las Tecnología de la Información y la Comunicación (TIC) han transformado todos los aspectos de la vida cotidiana, y el ámbito educativo no ha sido una excepción [1]. En los últimos años, se ha evidenciado la necesidad de promover habilidades tecnológicas y cognitivas desde los primeros niveles de escolaridad, dado el creciente impacto de las TIC en la sociedad [2] [3]. Estas han transformado los entornos de aprendizaje, proporcionando nuevas herramientas

[4] como la Robótica Educativa (RE) y metodologías que favorecen el desarrollo de competencias clave, como el Pensamiento Computacional (PC). Este pensamiento, esencial para resolver problemas, organizar ideas y diseñar soluciones desde una lógica inspirada en la informática [5] [6], se ha convertido en una habilidad esencial para los estudiantes en la era digital, no solo en el ámbito de la informática, sino en diversas áreas [7]. Por ello, la integración de las TIC se considera una cultura digital, ya que está promoviendo el surgimiento de una nueva forma de alfabetización, conocida como código-alfabetización [8] [9] [10] [11] [12]. En este sentido, permite a los estudiantes no solo comprender y utilizar las tecnologías, sino también ser capaces de crear, programar y resolver problemas de manera efectiva en un entorno digital [13] [14].

El avance de la tecnología ha redefinido las competencias necesarias para desenvolverse en la sociedad contemporánea [10] [15]. Tradicionalmente, el PC se ha enseñado a niveles educativos superiores; sin embargo, ya no es exclusiva de estas etapas, sino que ha comenzado a incluirse desde el nivel inicial de escolaridad. En investigaciones recientes sugieren que iniciarlo desde los primeros años de escolaridad, tiene un impacto positivo en el desarrollo cognitivo de los infantes [16] [17].

En este sentido, la RE emerge como una herramienta poderosa para introducir a los niños más pequeños en los principios de programación y a su vez promover el PC [18] [19]. Al interactuar con robots, los estudiantes del nivel inicial no solo aprenden sobre tecnología, sino que también desarrollan habilidades cognitivas clave, como la resolución de problemas, y la toma de decisiones [20] [16], promoviendo el aprendizaje activo y lúdico.

Aunque el uso de la RE en la educación inicial ha demostrado ser prometedor, aún se considera un campo en desarrollo. Algunos estudios han demostrado que la programación y la robótica pueden potenciar habilidades

cognitivas y socioemocionales, aspectos esenciales en el desarrollo integral de los niños [8]. Sin embargo, a pesar de los avances en este campo, aún son escasos los estudios que abordan de manera directa el impacto de la RE en el desarrollo del PC en la educación inicial [21]. La mayoría de las investigaciones existentes se han centrado en niveles educativos superiores, lo que genera una brecha en la comprensión del impacto de estas herramientas en el desarrollo de los niños de 3 a 6 años.

Además, en la educación inicial, la integración de enfoques activos y participativos como el Juego-Trabajo, resulta esencial para promover un aprendizaje significativo [22]. Esta metodología, que se basa en el juego como herramienta para el aprendizaje, se adapta perfectamente a la RE, permitiendo que los niños aprendan de manera divertida mientras desarrollan habilidades tecnológicas y cognitivas [23] [24].

Ante esta brecha en la literatura y reconociendo el potencial de la RE como recurso pedagógico, la presente investigación se plantea como una oportunidad para aportar evidencia empírica desde la etapa de educación inicial. Se diseñaron y evaluaron actividades de aprendizaje basadas en desafíos de programación que integran contenidos de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (STEM), con el objetivo de analizar su influencia en el desarrollo del PC en estudiantes de entre 3 y 6 años. A través de un diseño cuasiexperimental, se busca comparar el progreso entre un grupo experimental y un grupo control, valorando el desarrollo de habilidades cognitivas vinculadas a la programación y la resolución de problemas. Este estudio forma parte de una tesis doctoral, centrada en el análisis del PC en la educación inicial mediante el uso de robótica educativa como mediador pedagógico.

## II. METODOLOGÍA

A partir del marco teórico previamente abordado, y considerando que aún son escasos los estudios empíricos que evidencian el impacto de la RE en el desarrollo del PC en la infancia [21], se ha diseñado una investigación orientada a analizar la influencia de actividades de aprendizajes basadas en desafíos de programación con el uso de la RE en estudiantes de educación inicial.

En la actualidad, existe una amplia variedad de juguetes robóticos dirigidos a edades tempranas que, además de entretener, permiten introducir conceptos básicos de programación de forma accesible y significativa para los niños [25]. Este contexto evidencia la pertinencia de implementar propuestas didácticas que integren RE desde los primeros niveles de escolaridad.

Para llevar a cabo la intervención, se utilizó el kit Blue-Bot, un robot de piso transparente que permite ser programado

de diversas formas por niños de entre 3 y 8 años. Este recurso, fue desarrollado por la empresa inglesa TTS, reconocida por su trayectoria en la creación de materiales educativos confiables y de calidad. Blue-Bot permite programar secuencias simples como avanzar, retroceder, girar, pausar o reiniciar, desplazándose en pasos de 15 cm y giros de 90°. Las actividades diseñadas para este estudio incorporaron plantillas personalizadas que guiaron la experiencia de aprendizaje.

La investigación adoptó un diseño cuasiexperimental con medidas de pretest/postest y grupo control no equivalente. Esta elección se debe a la decisión de la institución educativa de trabajar con grupos intactos ya establecidos, que no fueron asignados aleatoriamente. De acuerdo con Hernández y Mendoza, los diseños cuasiexperimentales permiten la manipulación deliberada, al menos, de una variable independiente para observar su efecto sobre una o varias dependientes, incluso sin la aleatorización de los participantes [26].

Por lo tanto, la investigación se estructura en torno a dos grupos claramente diferenciados: un grupo experimental y un grupo control (ver Figura 1).

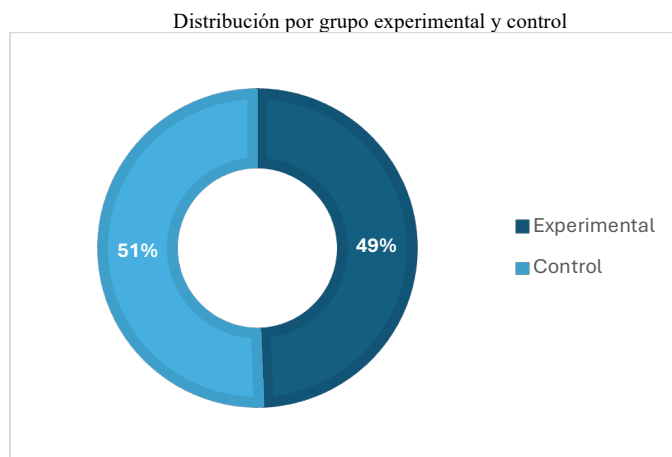


Fig. 1 Distribución de participantes en grupo experimental y control

El estudio contó con la participación de 77 estudiantes, teniendo una distribución de 38 sujetos en el grupo experimental y 39 en el grupo control. Por lo tanto, el 49% de la población recibió la implementación de las actividades de aprendizaje, mientras el otro 51% solo se presentó al pretest y postest.

Los discentes que formaron parte de la investigación tenían edades comprendidas entre los 3 y 6 años, correspondientes al segundo ciclo del nivel inicial en el sistema educativo.

En función de su edad cronológica, estos estudiantes se encontraban distribuidos en tres grados educativos: Pre-kínder, que agrupo a niños de 3 y 4 años; Kínder, conformado por niños de 4 y 5 años; y Pre-primario, que incluye a niños de 5 y 6 años. Esta distribución por grado y edad de los estudiantes puede observarse en la Figura 2.

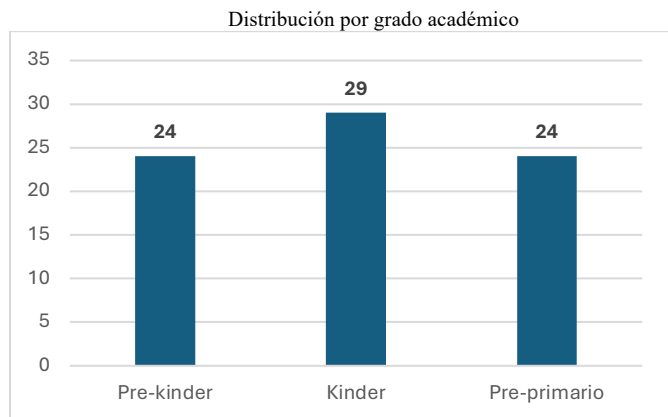


Fig. 2 Distribución de participantes por grado académico

La distribución por grado de los participantes en el estudio muestra que el 31.2% pertenecía al nivel de Pre-kínder, el 37.7% cursaba Kínder y el 31.2% estaba inscrito en Pre-primario, lo que evidencia una distribución equitativa entre los tres grados que conforman el segundo ciclo de la educación inicial.

En el presente estudio, se definen las variables como características observables y susceptibles de cambio que permiten explicar fenómenos dentro del proceso investigativo. Según la clasificación funcional de las variables, se identifican dos tipos principales: la variable independiente, correspondiente a la aplicación de actividades de aprendizaje basadas en desafíos de programación con RE; y la variable dependiente, que hace referencia a el desarrollo de habilidades de PC en estudiantes del nivel inicial.

El PC se ha operacionalizado en tres dimensiones fundamentales (ver Tabla 1).

TABLA I  
DESCRIPCIÓN DE LAS VARIABLES UTILIZADAS EN EL ESTUDIO

Descripción	Dimensión	Tipo de medición
Desarrollo de las habilidades del PC	Secuencias Acción-Instrucción Depuración	Pretest/Postest

Estas tres dimensiones permiten que los niños aborden problemas de forma lógica, estructurada y sistemática. La secuenciación implica ordenar pasos lógicos para alcanzar un objetivo [27], mientras que la acción-instrucción se refiere a la formulación de instrucciones claras y precisas para interactuar con dispositivos tecnológicos [28]. Por su parte, la depuración consiste en identificar y corregir errores dentro de una

secuencia de programación, fortaleciendo la capacidad crítica del estudiante [29] [30] [31]. Para la medición de estas habilidades, se aplicó un instrumento de evaluación antes (pretest) y después (postest) de la intervención tanto en el grupo experimental como en el grupo control. La Tabla I presenta la descripción de las dimensiones y su correspondiente tipo de medición, estableciendo un marco claro para el análisis del impacto de la RE sobre el PC en edades tempranas.

Además, la distribución homogénea de los participantes por grado educativo, así como la asignación equilibrada entre el grupo experimental y el grupo control, contribuyen a fortalecer la validez interna del estudio. Esta uniformidad permite que los efectos observados puedan atribuirse con mayor certeza a la intervención implementada, minimizando la influencia de variables externas relacionadas con el nivel escolar o el tamaño del grupo. En este contexto, la estructura metodológica garantiza condiciones comparables entre ambos grupos, lo que facilita la interpretación de los resultados obtenidos a partir de las mediciones aplicadas. Así, se establece un entorno propicio para analizar de manera objetiva la eficacia de las actividades de aprendizaje mediante RE en el desarrollo de las habilidades del PC en estudiantes del nivel inicial.

La intervención se llevó a cabo en una institución educativa privada, ubicada en Santiago de los Caballeros, República Dominicana, en un entorno urbano y caracterizada por atender a una población estudiantil de nivel socioeconómico medio a medio-alto. Los espacios de aula estaban organizados en rincones de aprendizaje, lo cual facilitó la implementación de dinámicas lúdicas y colaborativas propias del nivel inicial. Participaron un total de diez docentes, incluyendo maestras titulares como docentes auxiliares. Aunque no contaban con formación previa en cuanto a tecnología o RE, sí poseían experiencia en metodologías activas, lo que favoreció la integración de la propuesta pedagógica. Además, las docentes no recibieron una capacitación formal, ya que la intervención fue ejecutada directamente por la investigadora, quién asumió la dirección de las sesiones con el respaldo organizativo y afectivo del personal docente y directivo, garantizando un ambiente seguro, estructurado y propicio para el desarrollo de las actividades de aprendizajes basadas en desafíos de programación mediante el uso de la RE.

### III. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA INTERVENCIÓN

Para alcanzar los objetivos de la investigación, se diseñó una metodología estructurada en diferentes fases. La primera consistió en una revisión de la literatura que permitió analizar el estado del arte en torno al PC y la RE. Las fases siguientes adoptaron un enfoque cuasiexperimental medidas de pretest

(MP1 y MP3) y posttest (MP2 y MP4), utilizando un grupo experimental y un grupo control no equivalente.

El grupo experimental, participó en actividades de aprendizaje basadas en desafíos de programación con RE, mientras que el grupo control, no recibió la intervención, como se muestra en la Figura 3. Esta metodología permitió observar el efecto de la variable independiente sobre las variables dependientes.



Fig. 3 Estructura del diseño de la investigación

En consonancia con los principios metodológicos del diseño cuasiexperimental, se recolectaron datos antes y después de la intervención en ambos grupos, permitiendo evaluar los efectos de la aplicación.

La intervención se desarrolló mediante sesiones estructuradas con el uso del robot Blue-Bot, integrando enfoques de aprendizaje lúdico y STEM, todos ellos apropiados para la etapa de educación inicial. Estas sesiones favorecieron la participación activa del alumnado, facilitando la exploración, la interacción y la construcción de aprendizajes significativos, además de superar limitaciones detectadas en investigaciones anteriores, como el tiempo restringido de implementación.

Además de servir como recurso pedagógico para reforzar contenidos curriculares, el uso del robot Blue-Bot como medio, permitió introducir conceptos fundamentales de tecnología y programación, como comandos, secuencias y depuración. Esta posibilidad que los niños comprendieran el funcionamiento del robot y experimentaran sus capacidades a través de experiencias prácticas adaptadas a su edad.

Las actividades en las que los estudiantes estuvieron involucrados fueron estructuradas en cuatro etapas, diseñadas para evaluar el progreso en el desarrollo del PC a partir del uso de la RE. La primera, denominada Sesión Preliminar, se llevó a cabo en dos jornadas de tres horas cada una. En esta fase introductoria, los alumnos conocieron al robot Blue-Bot mediante una presentación audiovisual y la exploración guiada de sus componentes y plantillas utilizadas. También se

realizaron actividades iniciales con movimientos simples y el uso de tarjetas de codificación, con el objetivo de aprender los comandos básicos de programación. Esta fase sentó las bases para la comprensión inicial de la RE.

En la segunda etapa se aplicaron las medidas pretest (MP1 y MP3) para evaluar las tres dimensiones del PC en doce jornadas escolares, totalizando unas 18 horas entre ambos grupos. Luego, en la tercera etapa, se implementó la intervención al grupo experimental mediante seis sesiones de formación, dedicando dos sesiones por dimensión. Cada jornada duró cuatro horas distribuidas por grado con actividades colaborativas usando Blue-Bot, plantillas o mapas y tarjetas de comandos. Estas sesiones permitieron a los estudiantes explorar habilidades de PC mediante desafíos contextualizados.

Las seis sesiones de formación fueron organizadas para abordar progresivamente las habilidades del PC. Las dos primeras se enfocaron en la secuenciación, iniciando con la programación de movimientos simples como avanzar y retroceder e incorporando posteriormente giros a la derecha e izquierda. Las sesiones tres y cuatro trabajaron la acción-instrucción, mediante el uso de tarjetas de codificación para programar tanto desplazamientos básicos como giros. Finalmente, las sesiones cinco y seis estuvieron orientadas a la depuración de errores, primero en secuencias simples y luego en aquellas que incluían giros. Esta estructura permitió una profundización gradual en cada dimensión de la variable dependiente.

Una vez concluida la intervención, se llevó a cabo la cuarta y última etapa en que los estudiantes estuvieron involucrados, en la misma se aplicó el posttest (MP2 y MP4) a ambos grupos, en doce jornadas escolares con una duración total de 18 horas, al igual que el pretest. La implementación de la investigación requirió aproximadamente 66 horas en total, de las cuales 24 horas correspondieron a las sesiones de formación, donde se desarrollaron actividades específicas para cada dimensión del PC.

#### IV. INSTRUMENTO

Durante la investigación se han analizado distintos instrumentos, como: el CSA [32], el BCTt [33] [34], TechCheck-k [35] [36], TACTIC-KIBO [37] y el desarrollo de Marinus y otros autores con Cubetto [38]. Estos instrumentos están estrechamente relacionados con las variables que se han analizado en el estudio, lo que fortalece la herramienta seleccionada.

En este contexto, se ha seleccionado y adaptado la rúbrica SSS, la cual es una evaluación elaborada por el Grupo de Investigación DevTech y que ha sido implementada por TangibleK [39]. Esta rúbrica evalúa el nivel de logro de los estudiantes en programación y robótica en el contexto

educativo. La rúbrica seleccionada ha sido previamente adaptada y validada en diversos contextos educativos, lo que respalda su validez y confiabilidad para evaluar el PC en niños de educación inicial. No obstante, con el fin de ajustarse al contexto específico de esta investigación, se realizó una adaptación del instrumento original. Por lo tanto, para garantizar su adecuación, se implementó el método de validación de contenido a través del juicio de expertos, quienes proporcionaron sus observaciones y sugerencias sobre la herramienta seleccionada.

Además, dicho instrumento fue implementado tanto por la investigadora como por las docentes a cargo de los grupos participantes, quienes colaboraron en la observación y registro del desempeño de los alumnos durante el desarrollo de los desafíos. Su conocimiento previo del grupo permitió registrar el desempeño de los estudiantes de manera más contextualizada, identificando con mayor precisión el nivel de autonomía, participación y comprensión demostrado durante las actividades. Aunque no contaban con formación en robótica ni recibieron una capacitación específica sobre la rúbrica, su experiencia en la educación inicial y su vínculo cercano con los niños aportaron una perspectiva valiosa al proceso de evaluación formativa.

De igual forma, se definieron criterios de evaluación basados en una escala de puntuación de 1 a 4 puntos, que mide el nivel de desempeño del estudiante durante la intervención (ver Tabla II).

TABLA II  
ESCALA DE PUNTAJES PARA LA RESOLUCIÓN DE LOS DESAFÍOS

Puntuación	Descripción del desempeño
4 puntos	El estudiante logra resolver el desafío por sí mismo o con ayuda mínima del investigador.
3 puntos	El estudiante con ayuda periódica del investigador logra resolver el desafío.
2 puntos	El estudiante con ayuda del investigador paso a paso logra resolver el desafío.
1 punto	El estudiante inicia la resolución del desafío, pero no lo logra.
N/A	El estudiante no participa en la resolución del desafío.

Los criterios establecidos en la Tabla II permiten evaluar de manera precisa el nivel de desempeño de los estudiantes en la resolución de los desafíos. La puntuación, que varía de 4 a 1, refleja el grado de éxito alcanzado por el estudiante, desde la resolución completa del desafío con mínima ayuda hasta la no resolución del mismo. Además, la categoría N/A se utiliza para registrar casos en los que el estudiante no participó en la resolución del desafío, ya sea por inasistencia u otras circunstancias externas, asegurando una evaluación completa y coherente de cada situación.

#### IV. RESULTADOS

Para la presentación de los resultados, se consideran las tres dimensiones específicas que componen el PC en esta

investigación: secuencia, acción-instrucción y depuración. Estas fueron analizadas a partir de las mediciones obtenidas en el pretest y postest aplicados tanto al grupo experimental como al grupo control. Este enfoque permite identificar las diferencias en el nivel de desempeño de los estudiantes antes y después de la intervención, así como contrastar los resultados entre ambos grupos. De esta manera, es posible valorar con mayor precisión el efecto de la intervención educativa basada en desafíos de programación con robótica sobre el desarrollo del PC en el grupo experimental, en comparación con el grupo control, el cual no participó en dicha experiencia.

Considerando que los grupos de estudio correspondieron a secciones ya establecidas por la institución educativa, se aplicó la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, adecuada para tamaños muestrales reducidos [40], con el propósito de garantizar la validez de los análisis estadísticos. Esta prueba permitió verificar si las puntuaciones obtenidas en cada una de las dimensiones del PC se ajustaban a una distribución normal (ver Tabla III).

TABLA III  
PRUEBA DE NORMALIDAD SHAPIRO-WILK EN EL PRETEST DE GE Y GC

Dimensión	Grupo	Sig.
Secuencias	Experimental	.022
	Control	.017
Acción-instrucción	Experimental	.006
	Control	.002
Depuración	Experimental	.004
	Control	.000

En todas las dimensiones analizadas, los valores de significancia (Sig.) resultaron ser menores a 0.05, tanto en el grupo experimental como en el grupo control. Ante estos resultados, se concluyó que los datos no presentan una distribución normal en ninguna de las dimensiones evaluadas. Por lo tanto, se optó por aplicar pruebas estadísticas no paramétricas en los análisis posteriores, decisión que permitió asegurar un tratamiento más adecuado de los datos y fortalecer la validez de los resultados obtenidos en la investigación [40].

Con el propósito de comparar el desempeño inicial (pretest) entre el grupo experimental y el grupo control, se aplicó la prueba no paramétrica de Mann-Whitney U para cada una de las dimensiones del PC (ver Tabla IV).

TABLA IV  
PRUEBA DE MANN-WHITNEY U EN EL PRETEST DE GRUPO EXPERIMENTAL Y GRUPO CONTROL

Dimensión	Grupo	Sig.
Secuencias	Experimental	.331
	Control	
Acción-instrucción	Experimental	.459
	Control	
Depuración	Experimental	.122
	Control	

Los resultados evidencian que no existen diferencias estadísticamente significativas en el pretest entre ambos grupos. En todos los casos, el valor de  $p$  es mayor que el nivel de significancia establecido ( $\alpha = 0.05$ ). Por tanto, se concluye que los grupos presentaban un nivel de desempeño similar antes de la intervención. Esta ausencia de diferencias iniciales fortalece la validez interna del estudio, ya que permite atribuir los cambios posteriores a la intervención aplicada y no a diferencias previas entre los grupos.

Luego de comprobar que no existían diferencias estadísticamente significativas entre el grupo experimental y el grupo control en las mediciones del pretest mediante la prueba de Mann-Whitney, se procedió a analizar los efectos de la intervención dentro del grupo experimental. Para ello, se aplicó la prueba de Wilcoxon con el fin de comparar los resultados obtenidos por los estudiantes antes y después de participar en las actividades de aprendizaje basadas en desafíos de programación con RE. Esta comparación permitió identificar si se produjeron mejoras significativas en las dimensiones del PC como resultado de la intervención.

Los resultados de la prueba de Wilcoxon de rangos con signo al grupo experimental mostraron una clara mejora en las tres dimensiones evaluadas. El análisis estadístico confirmó que las diferencias fueron estadísticamente significativas, ya que, en las tres dimensiones, los valores de significancia bilateral fueron menores ( $p < 0.05$ ) en todos los casos (ver Tabla V), Lo que indica que las diferencias observadas no se deben al azar. Por lo tanto, se concluye que la intervención tuvo un efecto positivo y significativo en el desarrollo del PC del grupo experimental.

TABLA V  
PRUEBA DE WILCOXON EN EL PRETEST Y POSTEST DEL GRUPO  
EXPERIMENTAL

Dimensión	Sig. asintót. (bilateral)
Secuencias	.000
Acción-instrucción	.000
Depuración	.000

Una vez comprobadas las mejoras significativas dentro del grupo experimental a través de la prueba de Wilcoxon, fue necesario determinar si estas mejoras también representaban una diferencia significativa en los niveles del PC en comparación con el grupo control. Para ello, se aplicó la prueba no paramétrica de Mann-Whitney U a las puntuaciones del posttest en las tres dimensiones evaluadas en ambos grupos (ver Tabla VI). Esta prueba permitió determinar si el desempeño final de ambos grupos difería de manera estadísticamente significativa, considerando que no se cumplía con el supuesto de normalidad. Por lo tanto, esta comparación entre grupos permite establecer con mayor precisión si los avances observados podían atribuirse directamente a la

intervención, y no a factores externos o al desarrollo natural de los estudiantes durante el periodo de estudio.

TABLA VI  
PRUEBA DE MANN-WHITNEY U EN EL POSTEST DE GRUPO  
EXPERIMENTAL Y GRUPO CONTROL

Dimensión	Grupo	Sig.
Secuencias	Experimental	.001
	Control	
Acción-instrucción	Experimental	.000
	Control	
Depuración	Experimental	.002
	Control	

Los resultados evidencian diferencias significativas en todas las dimensiones a favor del grupo experimental, lo que indica un efecto claro de la intervención. En todos los casos, los valores de significancia se encuentran por debajo de  $p < 0.05$ , lo cual indica que los resultados son estadísticamente relevantes.

Estos valores de significancia reflejan que el grupo experimental alcanzó un nivel de desempeño superior al grupo control al finalizar la intervención. Por lo tanto, los datos permiten afirmar que la aplicación de actividades de aprendizaje basadas en desafíos de programación con RE tuvo un efecto positivo en el desarrollo de las habilidades del PC en los estudiantes que participaron en la intervención.

## V. CONCLUSIONES

Las conclusiones derivadas del análisis de datos de la investigación acerca del desarrollo del PC a través de la implementación de actividades de aprendizaje apoyadas en desafíos de programación con el uso de la RE en el alumnado de educación inicial confirman que la intervención tuvo un impacto positivo, significativo y medible. Los resultados obtenidos reflejan mejoras sustanciales en las tres dimensiones del PC dentro del grupo experimental, tanto en comparación con su propio desempeño inicial como frente al grupo control, el cual no recibió la intervención.

La metodología empleada permitió observar con claridad el efecto de la variable independiente en un entorno real de aula, validando la eficacia de las estrategias pedagógicas implementadas. El uso del robot Blue-Bot y el diseño de actividades basadas en la metodología Juego-Trabajo contribuyeron a promover el aprendizaje activo, significativo y contextualizado, alineado con los contenidos curriculares del nivel inicial. La rigurosidad en la selección y adaptación de instrumentos, así como el análisis estadístico aplicado, garantizan la solidez de los hallazgos.

Este estudio representa un aporte valioso a la comunidad académica y educativa, al ofrecer evidencia empírica sobre los beneficios de introducir el PC desde edades tempranas, utilizando la RE como recurso mediador. Asimismo,

proporciona una propuesta metodológica replicable y adaptable, útil para docentes, directivos e investigadores interesados en innovar en la enseñanza de habilidades tecnológicas y cognitivas en el nivel inicial. La utilidad de esta investigación reside en su capacidad para inspirar nuevas prácticas pedagógicas, fomentar el desarrollo integral de los niños y apoyar futuras investigaciones centradas en el vínculo entre tecnología y aprendizaje en los primeros años de escolaridad. Esta investigación se enmarca en una tesis doctoral, lo que permitirá continuar profundizando en el análisis de los resultados y generar nuevas evidencias sobre la intervención, incluyendo la valoración y percepción de las docentes involucradas en el estudio.

## REFERENCIAS

- [1] Fundación-Telefónica, *Estudio sobre la inclusión de las TIC en los centros educativos de Aulas Fundación Telefónica*, Madrid, España: Fundación Telefónica y OEI, 2018. [Online]. Available: <https://cutt.ly/Qrhv5ym>
- [2] P. Román, C. Hervás, y J. L. Guisado, "Experiencia de innovación educativa con robótica en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Sevilla (España)," en *Innovación docente y uso de las TIC en educación*, J. Ruiz, J. Sánchez, y E. Sánchez, Eds. Málaga: UMA Editorial, 2017. [Online]. Available: <https://idus.us.es/handle/11441/65614>
- [3] S. Galeano, "El número de usuarios de Internet en el mundo crece un 9,1% y alcanza los 4.388 millones (2019)," *Marketing4ecommerce.net*, 2019. [Online]. Available: <https://wearesocial.com/blog/2019/01/digital-2019-global-internet-use-accelerates>
- [4] M. García y M. J. Navarro, "Robótica para todos en Educación Infantil," *Paideia, Revista de Educación*, no. 60, pp. 81–104, 2017. [Online]. Available: <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/79685/Paideia.pdf>
- [5] J. M. Wing, "Computational thinking," *Commun. ACM*, vol. 49, no. 3, pp. 33–35, 2006. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- [6] A. García y Y. A. C. Caballero, "Robótica para desarrollar el pensamiento computacional en Educación Infantil," *Comunicar*, vol. 27, no. 59, pp. 63–72, 2019. [Online]. Available: <https://doi.org/10.3916/C59-2019-06>
- [7] A. Yadav, S. Gretter, J. Good, y T. McLean, "Computational thinking in teacher education," en *Emerging research, practice, and policy on computational thinking*, P. Rich y C. B. Hodges, Eds. Springer, 2017, pp. 205–220. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-52691-1\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-319-52691-1_13)
- [8] M. U. Bers, "Coding, playgrounds and literacy in early childhood education: The development of KIBO robotics and ScratchJr," en *IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 2018, pp. 2094–2102. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1109/EDUCON.2018.8363498>
- [9] R. P. Núñez, W. R. A. Castro, y C. a. H. Suarez, "Globalización y cultura digital en entornos educativos," *Revista Boletín Redipe*, vol. 11, no. 1, pp. 262–272, 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/10.36260/rbr.v11i1.1641>
- [10] Y. D. Torres, M. Román, y J. C. Pérez, "Brechas de Género en la iniciación a la Programación Informática en Educación Secundaria en España," *Rev. Complut. Educ.*, vol. 33, no. 4, pp. 701–712, 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/10.5209/rced.76564>
- [11] S. Delacruz, "Starting From Scratch (Jr.): Integrating Code Literacy in the Primary Grades," *The Reading Teacher*, vol. 73, no. 6, pp. 805–812, 2020. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1002/trtr.1909>
- [12] CEPAL-UNESCO, *La educación en tiempos de la pandemia de COVID-19*, CEPAL, 2020. [Online]. Available: <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/c29b3843-bd8f-4796-8c6d-5fcb9c139449/content>
- [13] H. P. Liu, S. M. Perera, y J. W. Klein, "Using model-based learning to promote computational thinking education," en *Emerging research, practice, and policy on computational thinking*, P. J. Rich y C. B. Hodges, Eds., Springer, 2017, pp. 153–172. [Online]. Available: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-52691-1\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-319-52691-1_10)
- [14] J. Cabero, R. Valencia, C. Llorente, y A. D. P. Palacios, "Nativos e inmigrantes digitales en el contexto de la COVID-19: las contradicciones de una diversidad de mitos," *Texto Livre*, vol. 16, pp. 1–13, 2023. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1590/1983-3652.2023.42233>
- [15] M. J. Marcelino, T. Pessoa, C. Vieira, T. Salvador, y A. J. Mendes, "Learning Computational Thinking and Scratch at distance," *Comput. Human Behav.*, vol. 80, pp. 470–477, 2018. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.09.025>
- [16] A. Sullivan y M. U. Bers, "Dancing robots: Integrating art, music, and robotics in singapore's early childhood centers," *Int. J. Technol. Des. Educ.*, vol. 28, no. 2, pp. 325–346, 2018. <https://doi.org/10.1007/s10798-017-9397-0>
- [17] M. Zapata, "Computational Thinking Unplugged," *Educ. Knowl. Soc.*, vol. 20, p. 18, 2019. [Online]. Available: [https://doi.org/10.14201/eks2019\\_20\\_a18](https://doi.org/10.14201/eks2019_20_a18)
- [18] C. S. González, "Estado del arte en la enseñanza del pensamiento computacional y la programación en la etapa infantil," *Educ. Knowl. Soc.*, vol. 20, p. 15, 2019. [Online]. Available: [https://doi.org/10.14201/eks2019\\_20\\_a17](https://doi.org/10.14201/eks2019_20_a17)
- [19] C. S. González, "Estrategias para la enseñanza del pensamiento computacional y uso efectivo de tecnologías en educación infantil: una propuesta inclusiva," *RIITE*, vol. 7, pp. 85–97, 2019. [Online]. Available: <http://dx.doi.org/10.6018/riite.405171>
- [20] L. M. Soto, L. Melo, y A. Caballero, "Educational Robotics to Teach Mathematics," *New Trends in Qualitative Research*, vol. 7, pp. 211–219, 2021. [Online]. Available: <https://doi.org/10.36367/ntqr.7.2021.211-219>
- [21] I. Mejía, J. Hurtado, R. F. Zúñiga y B. G. Salazar, "Robótica educativa como herramienta para el desarrollo del pensamiento computacional. Una revisión de la literatura," *Revista Educación en Ingeniería*, vol. 17, no. 33, pp. 68–78, 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/10.26507/rei.v17n33.1216>
- [22] D. Pérez y J. Castro, "Metodología juego-trabajo y su importancia en el desarrollo de habilidades cognitivas en niños de preescolar en el distrito de Penonomé," *Revista Científica Guacamaya*, vol. 8, no. 1, pp. 97–110, 2023. [Online]. Available: <https://doi.org/10.48204/j.guacamaya.v8n1.a4321>
- [23] D. Fonseca, M. Á. Conde y F. J. García, "Improving the information society skills: Is knowledge accessible for all?," *Universal Access in the Information Society*, vol. 17, no. 2, pp. 229–245, 2018. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1007/s10209-017-0548-6>
- [24] R. I. Herrada y R. Baños, "Experiencias de aprendizaje cooperativo en matemáticas," *Espiral. Cuadernos del Profesorado*, vol. 11, no. 23, pp. 99–108, 2018. <https://core.ac.uk/download/pdf/161848308.pdf>
- [25] M. G. Filgueira y C. González, "PequeBot: Propuesta de un Sistema Ludificado de Robótica Educativa para la Educación Infantil," en *Actas del V Congreso Internacional de Videjuegos y Educación (CIVE'17)*, 2017. [Online]. Available: [https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/6677/CIVE17\\_paper\\_14.pdf](https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/6677/CIVE17_paper_14.pdf)
- [26] R. Hernández y C. P. Mendoza, *Metodología de la investigación: las rutas: cuantitativa, cualitativa y mixta*, México: McGraw-Hill Education, 2018. [Online]. Available: <http://repositorio.uasb.edu.bo:8080/handle/54000/1292>
- [27] J. Pérez, "Perception of university students about computational thinking," *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, vol. 19, no. 1, pp. 111–127, 2021. [Online]. Available: <https://doi.org/10.4995/redu.2021.15491>
- [28] V. A. M. Duarte, G. E. B. Carrillo, C. M. M. Falcones y A. R. Carrera, "Experiencias sobre la inducción de tecnologías programables para el desarrollo del pensamiento computacional en escuelas de zonas rurales y urbano marginales," *Revista Vinculos*, vol. 5, no. 3, pp. 67–81, 2020. [Online]. Available: <https://doi.org/10.24133/vinculospe.v5i3.1720>
- [29] R. C. Paucar et al., "Fomento del pensamiento computacional a través de la resolución de problemas en estudiantes de ingeniería de reciente

- ingreso en una universidad pública de la región andina del Perú,” *RISTI*, no. 48, pp. 23–40, 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/10.17013/risti.48.23-40>
- [30] J. P. Zorrilla, B. G. Lores, S. R. Martínez y J. L. Ruiz, “El papel de la robótica en Educación Infantil: revisión sistemática para el desarrollo de habilidades,” *RIITE*, no. 15, pp. 188–194, 2023. [Online]. Available: <https://doi.org/10.6018/riite.586601>
- [31] C. R. Enríquez, M. R. Herrero y L. M. S. Vega, “Desarrollo del pensamiento computacional en niñas y niños usando actividades desconectadas y conectadas de computadora,” *RIDE*, vol. 12, no. 23, 2021. [Online]. Available: <https://doi.org/10.23913/ride.v12i23.1079>
- [32] L. E. de Ruiter y M. U. Bers, “The Coding Stages Assessment: development and validation of an instrument for assessing young children’s proficiency in the ScratchJr programming language,” *Computer Science Education*, vol. 32, no. 4, pp. 388–417, 2021. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1080/08993408.2021.1956216>
- [33] M. Zapata, E. Martín y M. Román, “Computational Thinking Test for Beginners: Design and Content Validation,” en *IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 2020, pp. 1905–1914. DOI: 10.1109/EDUCON45650.2020.9125368
- [34] M. Zapata y N. Fanchamps, “Using the beginners computational thinking test to measure development on computational concepts among preschoolers,” en *Proc. 5th APSCE Int. Computational Thinking and STEM in Education Conf.*, 2021, pp. 32–37. [https://cte-stem2021.nie.edu.sg/assets/docs/CTE-STEM\\_Compiled-Proceedings.pdf](https://cte-stem2021.nie.edu.sg/assets/docs/CTE-STEM_Compiled-Proceedings.pdf)
- [35] E. Relkin, L. de Ruiter y M. U. Bers, “TechCheck: Development and validation of an unplugged Assessment of Computational Thinking in Early Childhood education,” *J. Sci. Educ. Technol.*, vol. 29, no. 4, pp. 482–498, 2020. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09831-x>
- [36] E. Relkin y M. Bers, “Techcheck-k: a measure of computational thinking for kindergarten children,” en *IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 2021, pp. 1696–1702. DOI: 10.1109/EDUCON46332.2021.9453926
- [37] E. Relkin y M. U. Bers, “Designing an Assessment of Computational Thinking Abilities for Young Children,” en *STEM for Early Childhood Learners*, L. E. Cohen y S. Waite-Stupiansky, Eds. New York, NY: Routledge, 2019, pp. 85–98. [Online]. Available: <https://sites.bc.edu/devtech/wp-content/uploads/sites/181/2019/09/Relkin-Bers-Designing-an-Assessment-of-CT-for-Young-Children.pdf>
- [38] E. Marinus et al., “Unravelling the cognition of coding in 3-to-6-year olds,” en *Proc. 2018 ACM Conf. Int. Comput. Educ. Res. (ICER)*, 2018, pp. 133–141. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1145/3230977.3230984>
- [39] M. U. Bers, “The TangibleK Robotics program: Applied computational thinking for young children,” *Early Childhood Research & Practice*, vol. 12, no. 2, 2010. [Online]. Available: <https://eric.ed.gov/?id=EJ910910>
- [40] E. Flores, M. G. Miranda y M. Á. Villasis, “El protocolo de investigación VI: cómo elegir la prueba estadística adecuada. Estadística inferencial,” *Revista Alergia México*, vol. 64, no. 3, pp. 364–370, 2017. [Online]. Available: <https://doi.org/10.29262/ram.v64i3.304>