

Impact of 3D-Printed Educational Games on Fine Motor Skills Development in Early Childhood Education

Solange Cristelle Garcia Alvarado, Bach.^{1*}, Sharon Giovanna Zamora Duran, Bach.¹, and Sassy Emperatriz Gaytan-Reyna, M.Sc.¹

¹Escuela Profesional de Educación Inicial, Universidad César Vallejo, Trujillo - Perú, sggarciaa@ucvvirtual.edu.pe,
sharonzamora041@gmail.com, segaytan@ucvvirtual.edu.pe

Abstract– This study analyzed the influence of didactic games created with 3D printing technology on the development of fine motor skills in five-year-old children from an early childhood education institution. The proposal focused on exploring innovative pedagogical resources that promote active learning during the early years. Using a quantitative approach and pre-experimental design, a purposive sample of 25 students was assessed with an observation guide before and after the intervention. The findings show that after using the games, the percentage of children at a high level of fine motor skills increased from 0% to 40%, while the low level decreased to 4%. The Wilcoxon test ($p = 0.000$) confirmed significant differences between pretest and posttest results, validating the effectiveness of the strategy. Notable improvements were observed in visual-motor coordination, manual coordination, and precision and control. These results demonstrate that integrating playful and technological resources can enhance children's motivation and motor performance, providing valuable insights for teaching practice. It is recommended to replicate this strategy in other educational settings and continue adapting innovative materials to the needs of early childhood education.

Keywords- educational game, printing method, motor development

Impacto de los juegos didácticos con impresión 3D en el desarrollo de la motricidad fina en niños de Educación Inicial

Solange Cristelle Garcia Alvarado, Bach.^{1*}, Sharon Giovanna Zamora Duran, Bach.¹, and Sassy Emperatriz Gaytan-Reyna, M.Sc.¹

¹Escuela Profesional de Educación Inicial, Universidad César Vallejo, Trujillo - Perú, sgarciaa@ucvvirtual.edu.pe, sharonzamora041@gmail.com, segaytan@ucvvirtual.edu.pe

Resumen– El estudio evaluó la influencia de juegos didácticos elaborados mediante impresión 3D en el desarrollo de la motricidad fina en niños de cinco años de una institución de educación inicial. La propuesta se orientó a explorar recursos pedagógicos innovadores que favorezcan el aprendizaje activo desde la primera infancia. Con un enfoque cuantitativo y diseño preexperimental, se trabajó con 25 estudiantes, aplicando una guía de observación antes y después de la intervención. Los hallazgos muestran que, tras implementar los juegos, el nivel alto de motricidad fina aumentó de 0 % a 40 %, mientras que el nivel bajo se redujo a 4 %. La prueba de Wilcoxon ($p = 0.000$) confirmó diferencias significativas entre pretest y posttest, validando la efectividad de la estrategia. Además, se registraron mejoras específicas en coordinación visomotora, coordinación manual y precisión y control. Los resultados evidencian que integrar recursos lúdicos y tecnológicos potencia la motivación y las habilidades motoras de los niños, aportando evidencia para enriquecer la práctica docente. Se sugiere replicar esta propuesta en otros contextos y seguir adaptando materiales innovadores a las necesidades del nivel inicial.

Palabras clave: juego educativo, método de impresión, desarrollo motor.

instituciones educativas aún es limitada, especialmente en contextos donde los docentes no cuentan con capacitación ni acceso a herramientas de fabricación digital [9].

Diversos estudios internacionales destacan el potencial de la fabricación aditiva para promover habilidades motoras y cognitivas [10], pero en entornos latinoamericanos persiste la necesidad de generar evidencia que respalde su uso sistemático como recurso pedagógico. Frente a esta realidad, se identificó la falta de materiales contextualizados y estrategias que articulen la tecnología con el desarrollo motor en la educación inicial.

Por ello, la presente investigación tuvo como propósito analizar la influencia de juegos didácticos fabricados con impresión 3D en el desarrollo de la motricidad fina de niños de cinco años de una institución educativa inicial. Para alcanzar este objetivo general, se planteó describir la situación de la coordinación visomotora, coordinación manual y precisión y control motor antes y después de la intervención, así como comprobar si existen diferencias significativas en los niveles de logro tras la aplicación de los juegos diseñados.

I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la motricidad fina en la primera infancia es determinante para la autonomía personal y la adquisición de aprendizajes posteriores [1]. A través de la coordinación de movimientos precisos, los niños logran ejecutar tareas esenciales como cortar, pintar o escribir, habilidades que inciden directamente en su desempeño académico y social [2], [3]. Según estimaciones de la UNESCO, cerca del 40 % de los niños menores de cinco años en América Latina presenta dificultades en la coordinación motora, lo que limita su preparación para etapas educativas superiores [4]. Esta problemática se agudiza cuando los ambientes de aprendizaje carecen de recursos lúdicos y materiales manipulativos que estimulen la exploración y el fortalecimiento de destrezas manuales [5].

En este escenario, la implementación de tecnologías emergentes, como la impresión 3D, se perfila como una estrategia innovadora para diversificar los recursos didácticos y personalizar materiales acordes a las necesidades de cada grupo [6]. Experiencias recientes demuestran que los juegos didácticos elaborados mediante impresión 3D favorecen la motivación, la curiosidad y el trabajo autónomo en niños de nivel inicial [7], [8]. Sin embargo, su incorporación en

II. REVISIÓN DE LITERATURA

El fortalecimiento de la motricidad fina en niños de nivel inicial ha sido ampliamente estudiado como factor clave para garantizar un desarrollo integral y prevenir dificultades en procesos académicos posteriores. Basto [11] reportó que las actividades de expresión gráfico-plástica inciden de forma significativa en la precisión y el control manual cuando se integran a través de sesiones lúdicas y material concreto. Zárate [12] coincidió en que las actividades lúdicas planificadas elevan el interés y la disposición de los niños para realizar tareas que requieren coordinación visomotora.

Soto [13] enfatizó que los juegos didácticos constituyen una estrategia eficaz para estimular la creatividad y la interacción, a la par que consolidan la destreza manual. Memisevic y Zapata [14] complementaron este hallazgo al señalar que la integración visomotora se relaciona directamente con el desarrollo de habilidades de lectoescritura, reforzando la necesidad de promover estas capacidades desde la etapa preescolar.

Desde la perspectiva tecnológica, Candía, Torres, Candía y Crispín [15] demostraron que la impresión 3D ofrece múltiples ventajas para diseñar materiales personalizados que respondan a las características de cada grupo infantil, potenciando la

motivación y la destreza manual. Vallejo [16] evidenció resultados similares al aplicar juegos didácticos impresos en 3D, resaltando la posibilidad de crear piezas adaptadas a contextos diversos y limitaciones presupuestarias.

Además, Ceiro et al. [17] destacaron que las técnicas innovadoras basadas en materiales manipulativos permiten optimizar el trabajo en coordinación fina, especialmente cuando se articulan con la guía del docente y la participación activa de los niños. Cruz-Campos et al. [18] añadieron que los juegos estructurados con objetivos claros generan avances importantes en la coordinación manual y visomotora, promoviendo aprendizajes significativos a través del juego.

Finalmente, De León et al. [19] exploraron la fabricación de moldes flexibles mediante impresión 3D para fines educativos, mostrando su potencial para favorecer la exploración sensorial y reforzar la coordinación ojo-mano de forma práctica y atractiva.

En conjunto, estos antecedentes demuestran que la combinación de actividades lúdicas, técnicas gráficas y tecnologías como la impresión 3D pueden convertirse en herramientas pedagógicas eficaces para fortalecer la motricidad fina en niños de educación inicial. Sin embargo, aún es necesario generar evidencia empírica en contextos específicos para validar su aplicabilidad y sostenibilidad a nivel institucional.

III. METODOLOGÍA

3.1 ENFOQUE Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

El estudio adoptó un enfoque cuantitativo de tipo aplicado, pertinente para generar evidencia objetiva que respalde soluciones innovadoras en la educación inicial [11]. Se empleó un diseño preexperimental con medición antes y después en un solo grupo, lo que permitió comparar resultados y verificar los cambios en la motricidad fina tras la implementación de los juegos didácticos elaborados con impresión 3D [12]. Aunque este diseño no contempla grupo de control, su aplicación en un contexto real posibilitó valorar directamente la efectividad de la intervención, asegurando la validez de los datos mediante la utilización de instrumentos estructurados y el análisis estadístico adecuado [13].

3.2 PARTICIPANTES

La muestra estuvo integrada por 25 niños de cinco años de edad, matriculados en una institución educativa inicial seleccionada de forma intencional. Los participantes fueron elegidos considerando criterios de accesibilidad, homogeneidad en rango etario y nivel escolar, así como la disposición de las familias para autorizar su inclusión en la intervención. La conformación del grupo permitió aplicar los juegos didácticos impresos en 3D dentro de un contexto real de aula, facilitando la observación directa de los avances individuales y colectivos en las habilidades de coordinación visomotora, coordinación manual y precisión y control motor. Esta selección buscó garantizar resultados pertinentes y ajustados a las características propias del nivel inicial.

3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

Para registrar el nivel de desarrollo de la motricidad fina en los niños, se empleó la técnica de observación estructurada utilizando una guía especialmente elaborada para valorar aspectos como la coordinación visomotora, la coordinación manual y la precisión y control de los movimientos. Antes de su aplicación, esta guía fue revisada por especialistas en psicomotricidad y pedagogía infantil, quienes brindaron sugerencias para asegurar la validez y pertinencia de cada indicador. Como parte del procedimiento, se diseñaron y bosquejaron los juegos didácticos impresos en 3D, cuidando que respondieran a los intereses y necesidades de los niños de este nivel, además de garantizar su seguridad y funcionalidad dentro del aula. Este proceso incluyó reuniones de coordinación con los docentes para contextualizar las actividades y afianzar su adecuada implementación. La guía de observación se aplicó tanto al inicio como al final de la intervención, lo que permitió comparar los resultados y valorar de forma precisa la efectividad de la propuesta para fortalecer la motricidad fina.

3.4 PROCEDIMIENTO DE INTERVENCIÓN

La intervención se estructuró en sesiones planificadas que integraron juegos didácticos diseñados con impresión 3D, permitiendo a los niños manipular materiales concretos y desarrollar habilidades motrices a través de la exploración activa. Las actividades combinaban ejercicios de coordinación visomotora, coordinación manual y precisión y control, organizados de menor a mayor complejidad para favorecer la adquisición progresiva de destrezas. Esta secuencia buscó fortalecer la motivación y la participación colaborativa, generando un ambiente lúdico que potenció la práctica repetitiva de movimientos finos esenciales para su autonomía. La aplicación del procedimiento dentro del contexto real de aula contribuyó a observar cambios significativos en los niveles de logro, vinculando la innovación tecnológica con resultados educativos concretos.

3.5 ANÁLISIS DE DATOS

El análisis de datos se realizó mediante procedimientos estadísticos que permitieron describir y contrastar los resultados obtenidos antes y después de la intervención. Se utilizaron medidas de tendencia central y dispersión para caracterizar los niveles de logro en cada dimensión de la motricidad fina, facilitando la identificación de patrones de cambio en la coordinación visomotora, coordinación manual y precisión y control.

Para comprobar la efectividad de los juegos didácticos impresos en 3D, se aplicó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon, adecuada para muestras relacionadas y para evaluar diferencias significativas cuando los datos no presentan distribución normal. Este enfoque permitió sustentar de forma objetiva si las mejoras observadas respondieron a la intervención y no al azar, garantizando la solidez de las conclusiones y aportando evidencia estadística relevante para respaldar la propuesta metodológica.

IV. RESULTADOS

A continuación, se presentan los resultados obtenidos, junto con la descripción de las sesiones desarrolladas durante la intervención con juegos didácticos elaborados mediante impresión 3D. Esta organización permite mostrar la situación de la motricidad fina en los niños de cinco años antes y después de aplicar la estrategia, así como detallar de forma clara las actividades que estimularon la coordinación visomotora, la coordinación manual y la precisión y control motor. Las tablas y gráficas facilitan comparar los niveles de logro de la variable principal y sus dimensiones, mientras que la explicación práctica de las dinámicas evidencia cómo la manipulación de materiales impresos contribuyó a fortalecer la destreza, la concentración y la autonomía motriz en el contexto real del aula.

4.1 ANÁLISIS DIAGNÓSTICO DEL PRETEST

La información recogida, sintetizada en la Tabla I, muestra que la situación inicial de la motricidad fina en los niños evaluados se encontraba mayoritariamente en niveles básicos de logro. La media general alcanzada fue de 14.9 puntos, mientras que la mediana se situó en 14, evidenciando que más de la mitad del grupo tenía dificultades importantes para realizar actividades que requieren movimientos precisos y coordinados. El hecho de que el 64 % se ubique en el nivel de inicio y ningún niño logre ubicarse en nivel logrado confirma una necesidad clara de fortalecer esta competencia desde el aula.

TABLA I
ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS Y NIVELES DE LOGRO DEL PRETEST DE
MOTRICIDAD FINA Y SUS DIMENSIONES

| Variable/ Dimensión | Estadísticas descriptivas | | | Niveles de logro | | |
|----------------------------|------------------------------|----|------|------------------|--------------|--------------|
| | \bar{x} | Me | s | % Inicio | % Proceso | % Logrado |
| Motricidad fina | 14.9 | 14 | 5.13 | 64% | 36% | 0% |
| Coordinación visomotora | 4.8 | 4 | 1.85 | 72% | 16% | 12% |
| Coordinación manual | 6.48 | 6 | 2.14 | 68% | 32% | 0% |
| Precisión y control | 3.64 | 3 | 1.70 | 80% | 16% | 4% |

En relación con las dimensiones, se observa que la coordinación visomotora refleja un escenario de mayor reto: siete de cada diez niños (72 %) permanecían en nivel de inicio, con una media de 4.8 puntos, lo que sugiere limitaciones al momento de coordinar la vista y la mano para ejecutar trazos o recortes. En coordinación manual, la tendencia es similar: un 68 % en nivel de inicio y ningún caso con desempeño logrado, reforzando la idea de que las tareas que implican manipulación de objetos, recorte o ensamble aún no están consolidadas. La dimensión precisión y control es la que evidencia la mayor

brecha: la media fue de apenas 3.64 puntos y el 80 % del grupo permanecía en nivel inicial, revelando que el control de la fuerza y la exactitud de los movimientos aún se encuentran en etapa emergente.

4.2 DESARROLLO DE LAS SESIONES

La intervención se desarrolló a través de diez sesiones secuenciales orientadas a fortalecer la motricidad fina utilizando juegos didácticos elaborados con impresión 3D. Cada actividad combinó la manipulación de piezas y modelos tridimensionales relacionados con temáticas cercanas al interés infantil, lo que facilitó trabajar de forma integrada la coordinación visomotora, la coordinación manual y la precisión y control de movimientos. Las tareas prácticas incluyeron encajar, ensamblar y ordenar piezas, estimulando la pinza digital y la destreza bilateral de manera progresiva. La dinámica de trabajo favoreció la participación activa y el aprendizaje cooperativo, generando un ambiente lúdico que potenció la concentración, la autonomía y la mejora gradual de las habilidades motoras. Este proceso evidencia la pertinencia de incorporar recursos tecnológicos adaptados a las necesidades del aula para promover aprendizajes funcionales desde edades tempranas (Fig.1 y 2).

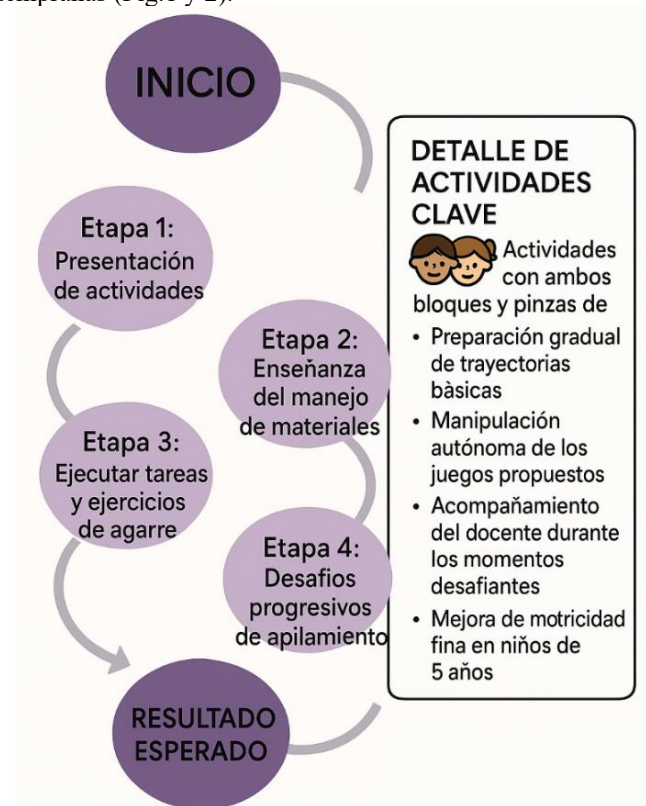


Fig. 1 Esquema de las etapas y actividades clave de la intervención con juegos didácticos impresos en 3D para potenciar la motricidad fina

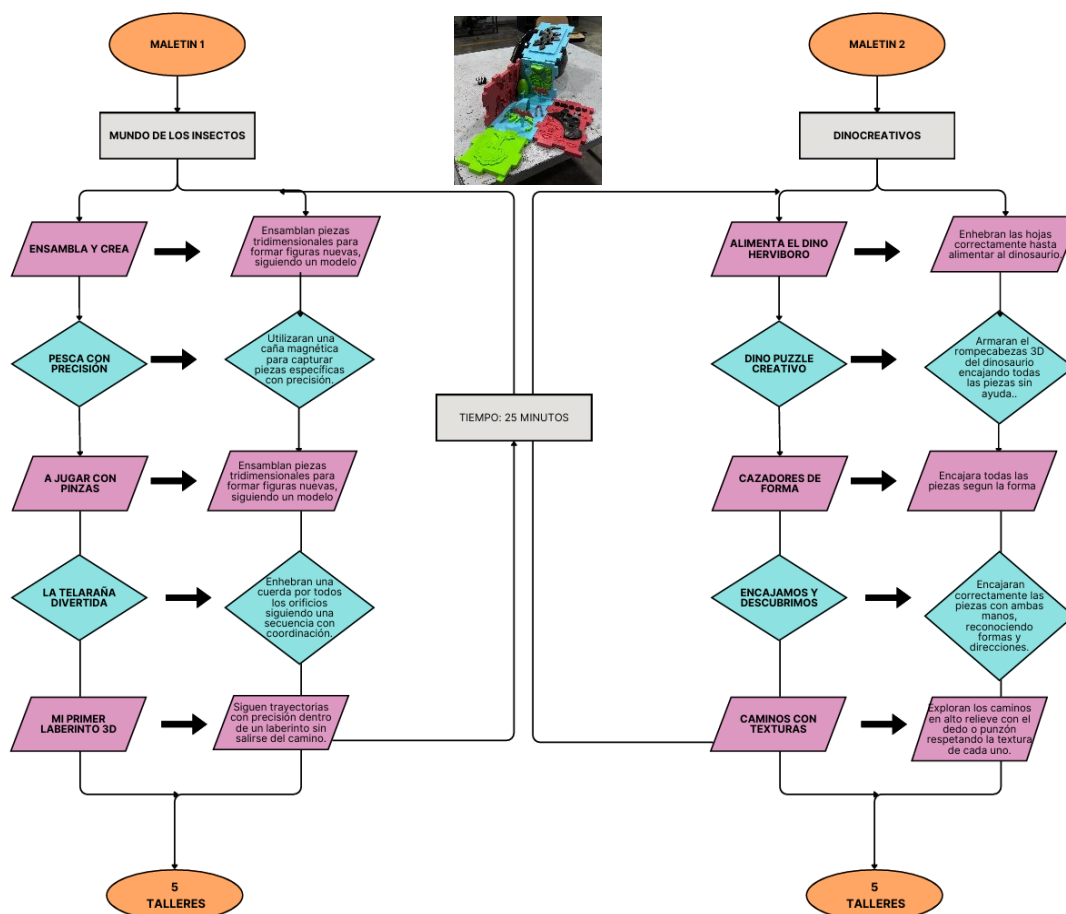


Fig. 2 Tendencia de niveles de logro de motricidad fina: comparación Pretest–Postest.

4.3 ANÁLISIS DE NORMALIDAD DE LOS DATOS

Antes de realizar las pruebas estadísticas para comparar los resultados del pretest y el postest, se verificó la distribución de los datos mediante la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk. La Tabla II muestra que tanto la variable motricidad fina como sus dimensiones presentaron valores de significancia menores a 0.05, indicando que los datos no siguen una distribución normal. Este hallazgo justifica la aplicación de pruebas no paramétricas para analizar las diferencias obtenidas tras la intervención.

TABLA II
PRUEBA DE NORMALIDAD

| Variable/Dimensión | Shapiro-Wilk normality test | | |
|-------------------------|-----------------------------|----|------|
| | Estadístico | gl | Sig. |
| Motricidad fina | ,892 | 25 | ,013 |
| Coordinación visomotora | ,832 | 25 | ,001 |
| Coordinación manual | ,860 | 25 | ,003 |
| Precisión y control | ,810 | 25 | ,000 |

4.4 COMPARACIÓN PRETEST–POSTEST

Los resultados consolidados muestran diferencias claras entre los niveles alcanzados antes y después de la intervención con juegos didácticos elaborados mediante impresión 3D, tal como se detalla en la Tabla III. En la variable motricidad fina, el porcentaje de niños en nivel de inicio se redujo de 64 % en la evaluación diagnóstica a solo 4 % en el postest, mientras que el nivel logrado pasó de inexistente a 40 %, evidenciando un progreso real en la ejecución de tareas que requieren destrezas manuales más finas. En la dimensión coordinación visomotora, se observa una mejora significativa: los niños en nivel de inicio disminuyeron de 72 % a 8 % y la proporción que alcanzó el nivel logrado se incrementó de 12 % a 72 %. La coordinación manual también muestra una evolución positiva, pasando de 68 % en inicio a 4 %, con un 40 % en nivel logrado tras la intervención. La dimensión precisión y control, que inicialmente presentaba la mayor concentración en nivel de inicio (80 %), redujo esta proporción a 12 % y logró que un 32 % de los niños alcanzaran desempeños superiores.

Estos resultados reflejan que la propuesta pedagógica contribuyó a potenciar la coordinación de movimientos pequeños, la fuerza controlada y la manipulación precisa de

objetos, aspectos clave en la motricidad fina. La comparación pretest–postest respalda la pertinencia de integrar recursos innovadores como la impresión 3D en la práctica educativa, reforzando la exploración activa y la construcción de aprendizajes significativos desde edades tempranas.

TABLA III
ESTADÍSTICOS DESCRIPTIVOS Y NIVELES DE LOGRO DEL POSTEST DE MOTRICIDAD FINA Y SUS DIMENSIONES

| Variable/ Dimensión | Estadísticas descriptivas | | | Niveles de logro | | |
|-------------------------|---------------------------|----|------|------------------|-----------|-----------|
| | \bar{x} | Me | s | % Inicio | % Proceso | % Logrado |
| Motricidad fina | 14.9 | 14 | 5.13 | 4% | 56% | 40% |
| Coordinación visomotora | 4.8 | 4 | 1.84 | 8% | 20% | 72% |
| Coordinación manual | 6.48 | 6 | 2.14 | 4% | 56% | 40% |
| Precisión y control | 3.64 | 3 | 1.70 | 12% | 56% | 32% |

La Fig. 3 ilustra de forma visual la evolución de los niveles de logro en motricidad fina al comparar los resultados del pretest y el postest. Se observa una clara disminución en el nivel de inicio y un incremento sostenido en los niveles de proceso y logrado, lo que confirma la tendencia positiva detectada en los análisis estadísticos. Esta distribución gráfica permite apreciar cómo la intervención con juegos didácticos elaborados mediante impresión 3D favoreció la transición de los niños hacia desempeños más altos, consolidando avances significativos en la coordinación, la precisión y la autonomía para ejecutar tareas que demandan destrezas manuales finas.

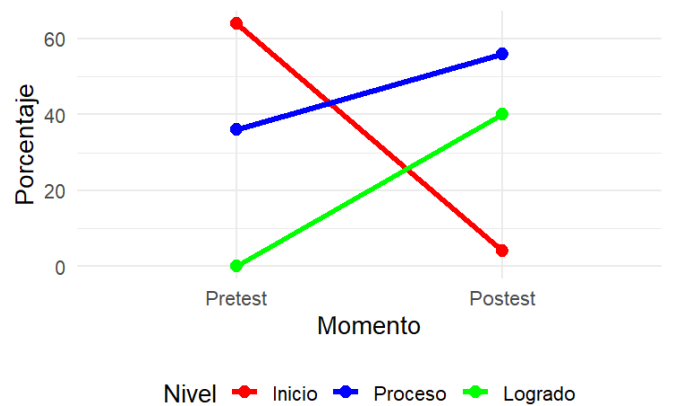


Fig. 3 Tendencia de niveles de logro de motricidad fina: comparación Pretest–Postest.

La Tabla IV presenta de forma detallada los resultados de las pruebas de hipótesis realizadas mediante la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para muestras relacionadas, técnica no paramétrica especialmente adecuada cuando se trabaja con grupos pequeños y se ha verificado la no normalidad de los datos mediante el test de Shapiro-Wilk. Esta elección metodológica refuerza la confiabilidad de los hallazgos, al

permitir comparar las puntuaciones del pretest y postest sin asumir distribuciones normales, lo cual es pertinente en contextos educativos reales con muestras reducidas de nivel inicial.

Los valores obtenidos confirman que las mejoras observadas no se deben al azar, sino que reflejan efectos concretos de la intervención. En la variable motricidad fina se evidencia un aumento de la media de 14.9 a 25.9 puntos, con un estadístico z de -4.380 y un nivel de significancia de $p = 0.000$, lo que valida una diferencia altamente significativa. La dimensión coordinación visomotora mostró un incremento de 4.80 a 8.30 puntos ($z = -4.436$), mientras que la coordinación manual pasó de 6.48 a 11.0 ($z = -4.423$). Por su parte, la dimensión precisión y control reflejó uno de los avances más notorios, al duplicar prácticamente su media de 3.64 a 6.88, con un estadístico de -4.442 y un nivel de significancia igualmente robusto ($p = 0.000$).

La coherencia de estos resultados, todos con valores negativos del estadístico z y valores p menores a 0.05, demuestra que la aplicación de juegos didácticos elaborados con impresión 3D generó impactos positivos y medibles en el desarrollo de movimientos finos, coordinación bimanual y visomotora, así como en la precisión y control de tareas manuales. Este respaldo estadístico robustece la pertinencia de integrar recursos tecnológicos innovadores como la impresión 3D en la práctica pedagógica, aportando evidencia empírica que valida su uso como herramienta efectiva para fortalecer competencias motrices fundamentales en la primera infancia.

TABLA IV
DIFERENCIAS SIGNIFICATIVAS DE MOTRICIDAD FINA Y SUS DIMENSIONES: RESULTADOS DE LAS PRUEBAS ESTADÍSTICAS PARA MUESTRAS RELACIONADAS (PRETEST–POSTEST)

| Variable Dimensión | Momento | \bar{x} | Df | Prueba estadísti | Estadístico | Sig |
|-------------------------|-----------|-----------|-------|------------------|-------------|-------|
| Motricidad fina | Pre-test | 14.9 | 4.380 | Wilcoxon | -4.380 | 0.000 |
| | Post-test | 25.9 | | | | |
| Coordinación visomotora | Pre-test | 4.80 | 3.20 | Wilcoxon | -4.436 | 0.000 |
| | Post-test | 8.04 | | | | |
| Coordinación manual | Pre-test | 6.48 | 4.56 | Wilcoxon | -4.423 | 0.000 |
| | Post-test | 11.0 | | | | |
| Precisión y control | Pre-test | 3.64 | 3.24 | Wilcoxon | -4.442 | 0.000 |
| | Post-test | 6.88 | | | | |

La Fig. 4 sintetiza visualmente la distribución de puntajes obtenidos en la variable motricidad fina y cada una de sus dimensiones, permitiendo observar la tendencia de mejora tras la aplicación de los juegos didácticos con impresión 3D. Los diagramas muestran cómo los datos del postest presentan concentraciones más altas y dispersión reducida, lo que refleja avances consistentes en la coordinación manual, coordinación visomotora, precisión y control, así como en la coordinación motora general. Esta representación gráfica corrobora los resultados estadísticos, destacando que la mayoría de los niños desplazó sus niveles de desempeño hacia rangos superiores, consolidando habilidades motoras más refinadas, esenciales

para fortalecer su autonomía y preparación para aprendizajes posteriores.

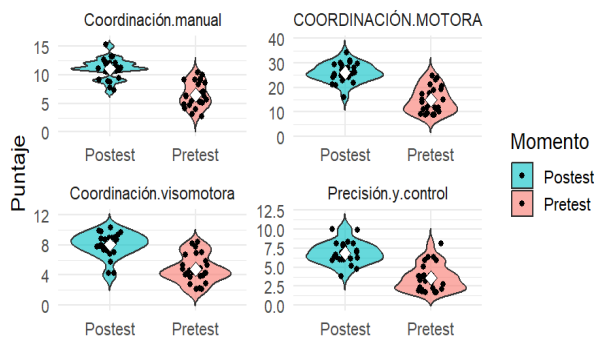


Fig. 4. Distribución comparativa de motricidad fina y dimensiones: tendencia de mejora entre Pretest y Postest

V. DISCUSIÓN

Los hallazgos evidencian que la incorporación de juegos didácticos elaborados mediante impresión 3D generó un impacto positivo y significativo en el desarrollo de la motricidad fina de los niños participantes. Los resultados estadísticos muestran avances sostenidos en la variable global y en cada una de sus dimensiones, confirmando la pertinencia de la intervención frente a un diagnóstico inicial con predominio de niveles bajos de logro.

Estos resultados coinciden con investigaciones recientes que destacan el potencial de la impresión 3D como recurso educativo para fortalecer habilidades motoras y cognitivas [14], [15]. De manera específica, autores como Candia et al. [14] y Chen et al. [15] señalan que la fabricación digital permite diseñar materiales contextualizados, facilitando la motivación y la exploración activa en el aula. Esta evidencia respalda el uso de tecnologías emergentes para diversificar estrategias didácticas en la educación inicial.

La mejora observada en la coordinación visomotora, manual y en la precisión y control, confirma lo expuesto por Ayres [19] y Thelen [29], quienes destacan la relevancia de la estimulación sensorial y la práctica de movimientos dirigidos para consolidar destrezas motrices finas durante la primera infancia. En línea con estos planteamientos, Bonorden y Papenbrock [17] subrayan que la integración de impresoras 3D en actividades prácticas optimiza el diseño de unidades didácticas y favorece la apropiación de conocimientos a través del hacer.

Además, la coherencia de los resultados entre los diferentes análisis aplicados —incluida la prueba de Wilcoxon— refuerza la robustez metodológica y aporta evidencia empírica a favor de iniciativas que articulen innovación tecnológica con estrategias pedagógicas centradas en el juego. Esta perspectiva resulta esencial para docentes y gestores educativos que buscan responder a la necesidad de promover aprendizajes

significativos mediante recursos manipulativos actualizados [16], [28].

En conjunto, la investigación confirma que la utilización de materiales didácticos diseñados con impresión 3D no solo representa una tendencia de modernización, sino que demuestra ser una alternativa pedagógica eficaz para potenciar la motricidad fina y, con ello, favorecer la autonomía y la preparación para aprendizajes posteriores en niños de educación inicial.

VI. CONCLUSIONES

Respecto al objetivo de describir la situación inicial de la motricidad fina, se determinó que la mayoría de los niños se encontraba en niveles de inicio, con una media global de 14.9 puntos. Las dimensiones mostraron resultados bajos: coordinación visomotora (4.80), coordinación manual (6.48) y precisión y control (3.64). La prueba de Shapiro-Wilk confirmó que los datos no seguían distribución normal ($p < 0.05$), justificando el uso posterior de la prueba de rangos con signo de Wilcoxon para validar los cambios obtenidos.

En relación con el objetivo de aplicar los juegos didácticos elaborados con impresión 3D para estimular la motricidad fina, los resultados evidenciaron incrementos relevantes en todos los indicadores. Tras la intervención, la media global se elevó a 25.9 puntos, mientras que coordinación visomotora aumentó a 8.30, coordinación manual a 11.0 y precisión y control a 6.88. Estos avances fueron respaldados por la prueba de rangos con signo de Wilcoxon, la cual arrojó para motricidad fina $z = -4.380$; $p = 0.000$, demostrando que la mejora fue estadísticamente significativa.

Respecto al objetivo de determinar si existieron diferencias significativas entre el pretest y el posttest, la prueba de Wilcoxon confirmó cambios sustanciales en cada dimensión de la motricidad fina. Los resultados indicaron valores de z negativos con significancia robusta: coordinación visomotora ($z = -4.436$; $p = 0.000$), coordinación manual ($z = -4.423$; $p = 0.000$) y precisión y control ($z = -4.442$; $p = 0.000$). Estos hallazgos validan que la propuesta didáctica basada en impresión 3D tuvo un impacto real y positivo, consolidando la pertinencia de su implementación como estrategia pedagógica innovadora en educación inicial.

Se sugiere que futuras investigaciones incorporen un análisis cualitativo complementario que permita recoger percepciones y experiencias tanto de docentes como de estudiantes, enriqueciendo la comprensión de los procesos pedagógicos más allá de los resultados cuantitativos. Asimismo, se recomienda trabajar con una muestra más amplia y diversa, a fin de aumentar la validez externa de los hallazgos y facilitar su generalización en distintos contextos educativos. Finalmente, la implementación de un grupo control en diseños experimentales contribuiría a fortalecer la validez interna de los resultados, permitiendo contrastar de manera más precisa los efectos específicos de la intervención con juegos didácticos impresos en 3D.

A la Universidad César Vallejo por el apoyo financiero durante la participación de este magno evento.

REFERENCIAS

- [1] B. Andić, M. Maričić, R. Weinhandl, F. Mumcu, E. Schmidthaler, and Z. Lavicz, "Metaphorical evolution: A longitudinal study of secondary school teachers' concepts of 3D modelling and printing in education," *Education and Information Technologies*, vol. 29, pp. 14091–14126, 2023. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12408-x>
- [2] C. A. Alvarado-Silva, A. D. Tejeda-Ponce, B. Ulloa-Rubio, J. A. Salas-Ruiz, and K. L. Gaytan-Reyna, "Analysis of the Academic Performance of Mechanical-Electrical Engineering Students during the COVID-19 Pandemic: A Case Study in a Private University in Peru," *International Journal of Information and Education Technology*, vol. 13, no. 5, pp. 867–872, 2023
- [3] K. L. Gaytan-Reyna, C. A. Alvarado-Silva, S. E. Gaytan-Reyna, V. O. Gamarra-Rosado, and F. de Azevedo Silva, "The Virtual Teaching in Statistics Course in Higher Education: A Bibliometric Analysis and Systematic Literature Research," *International Journal of Information and Education Technology*, vol. 14, no. 2, pp. 333–344, 2024
- [4] M. Arias-Llumipanta and R. Calle-García, "Importancia de la grafoplástica para desarrollar la motricidad fina en los niños de educación inicial II, en Ecuador," *Digital Publisher*, vol. 7, no. 2, pp. 186–195, 2022.
- [5] E. Armstrong-Carter, M. J. Sulik, and Y. Obradović, "Early and simultaneous stimulation at home: Indirect and unique links to fine motor skills in 4-year-old children in rural Pakistan," *Developmental Psychology*, 2021.
- [6] J. A. Ayres, *Sensory Integration and Learning Disorders*. Western Psychological Services, 1972.
- [7] C. A. Alvarado-Silva, S. Y. Gastiburú-Morales, K. L. Gaytan-Reyna, S. E. Gaytan-Reyna, and F. de Azevedo Silva, "Development of a 3D Printing Strategy to Improve the Level of Abstraction in the Generation of Orthogonal Projections," *Journal of Educational and Social Research*, vol. 13, no. 5, p. 10, Sep. 2023, doi: 10.36941/jesr-2023-0116
- [8] M. Bonorden and J. Papenbrock, "Evidence-based optimization of didactic units in the classroom using 3D printers for designing models from 2D image to 3D flower model," *Education Sciences*, vol. 6, no. 4, 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/10.3390/educsci12110831>
- [9] A. Branko, A. Šorgo, C. Helm, R. Weinhandl, and V. Lang, "Exploring factors affecting the adoption of 3D printers by primary school teachers," *TechTrends*, vol. 67, pp. 990–1006, 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1007/s11528-023-00909-y>
- [10] L. Cabrera and D. Córdova, "La impresión 3D como herramienta educativa para desarrollar el pensamiento creativo: Revisión sistemática," *Apertura*, vol. 15, no. 2, 2023. [Online]. Available: <https://doi.org/10.32870/Ap.v15n2.2382>
- [11] F. Candia, "Integración de la impresión 3D en la educación tecnológica," *RIDE. Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, vol. 12, no. 24, 2022. [Online]. Available: <https://www.ride.org.mx/index.php/RIDE/article/view/1170>
- [12] F. Candia, C. Torres, M. Candia, and D. Crispín, "La impresión 3D y la motricidad fina en niños durante la primera infancia," *Tema A5. Educación en Ingeniería*, pp. 1–8, 2022. [Online]. Available: https://somim.org.mx/memorias/memorias2022/articulos/A5_6.pdf
- [13] A. Ciubară, S. L. Burlea, M. Axinte, and N. Cimpoeșu, "Diseño y producción de piezas plásticas para equipos didácticos de lectura-escritura mediante impresora 3D," *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, vol. 361, p. 012017, 2018. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1088/1757-899X/361/1/012017>
- [14] C. Cruz-Campos, A. Hernández-Moreno, and J. Méndez-Carrillo, "Evaluación del impacto de juegos didácticos en el desarrollo motoriz infantil," *Revista Educativa Infantil*, vol. 34, no. 2, pp. 45–59, 2022.
- [15] W. Ceiro, C. Moreno, S. Aranda, and N. Mera, "Técnicas innovadoras para el desarrollo de la motricidad fina en niños de 3 y 5 años de la Educación Inicial," *Sinergia Académica*, vol. 6, no. 3, pp. 41–52, 2023. [Online]. Available: <https://doi.org/10.51736/sa.v6i3.143>
- [16] Y. Chen, L. Cao, and Y. Zhan, "Teachers as makers: How K–12 teachers design 3D making lessons for classroom teaching," *Education and Information Technologies*, vol. 28, pp. 6947–6975, 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11475-w>
- [17] J. Cruz-Campos, M. Campos-Soto, C. Rodríguez-Jiménez, and M. Ramos Navas-Parejo, "Impresión 3D en educación: Perspectiva teórica y experiencias en el aula," *Revista CENTRA de Ciencias Sociales*, vol. 1, no. 1, pp. 67–80, 2022. [Online]. Available: <https://doi.org/10.54790/rccs.16>
- [18] A. Diamond, "Estrecha interrelación entre el desarrollo motor y el desarrollo cognitivo y del cerebelo y la corteza prefrontal," *Child Development*, vol. 71, no. 1, pp. 44–56, 2000. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1111/1467-8624.00115>
- [19] S. E. Gaytan-Reyna, Y. Y. Silva-Mercado, V. M. Rojas-Rios, and K. L. Gaytan-Reyna, "Montessori Homeschooling: A Proposal for Family Engagement in Preschool Child Educational Care," *Journal of Educational and Social Research*, vol. 15, no. 1, p. 451, Jan. 2025, doi: 10.36941/jesr-2025-0034.
- [20] A. B. De León, J. L. Saorín, J. De la Torre-Cantero, C. Meier, and M. Cabrera-Pardo, "Flexible 3D printed molds for educational use. Digital fabrication of 3D typography," *International Journal of Online and Biomedical Engineering*, vol. 15, no. 13, pp. 4–16, 2019. [Online]. Available: <https://doi.org/10.3391/ijoe.v15i13.11155>
- [21] S. Ford and T. Minshall, "Where and how 3D printing is used in teaching and education," *Additive Manufacturing*, vol. 25, pp. 131–150, 2019. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.addma.2018.10.028>
- [22] D. W. Grissmer, K. J. Grimm, S. M. Aiyer, and J. S. Steele, "Motricidad fina y comprensión temprana del mundo: Dos nuevos indicadores de preparación escolar," *Developmental Psychology*, vol. 46, no. 5, pp. 1008–1017, 2010. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1037/a0019656>
- [23] C. Gil, "Bio impresión 3D: Importancia en la actualidad," *TecnoHumanismo. Revista Científica*, vol. 1, no. 1, 2021. [Online]. Available: <https://tecnohumanismo.online/index.php/tecnohumanismo/article/view/2>
- [24] R. Hernández-Sampieri and C. Mendoza, *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. McGraw Hill, 2018.
- [25] G. C. R. de Oliveira, V. A. R. de Oliveira, C. A. Alvarado-Silva, E. S. Guidi, and F. de Azevedo Silva, "Modeling the Stress Field in MSLA-Fabricated Photosensitive Resin Components: A Combined Experimental and Numerical Approach," *Modelling*, vol. 6, no. 1, p. 3, 2025, doi: 10.3390/modelling6010003.
- [26] D. A. Kolb, *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. Prentice Hall, 1984.
- [27] P. López, "Población. Muestra y muestreo," *Punto Cero*, vol. 9, no. 8, 2004. [Online]. Available: http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012
- [28] A. Luna, "Los juegos didácticos como estrategia pedagógica para el desarrollo infantil," *Revista de Innovación Educativa*, vol. 15, no. 3, pp. 25–34, 2017.
- [29] G. Luna, "Juegos didácticos como estrategia metodológica en el aprendizaje de las operaciones matemáticas en alumnos de primaria de la I.E. N° 7080, 2016," Master's thesis, Universidad César Vallejo, 2017. [Online]. Available: https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/22241/Luna_SGV.pdf
- [30] K. Malinka, L. Vodová, M. Jancová, and V. Schindler, "Evaluación del impacto pedagógico del uso educativo de la impresión 3D en las escuelas secundarias y liceales checas," *European Educational Research Journal*, vol. 23, no. 1, pp. 12–30, 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.1177/1474904120978302>
- [31] M. Macías, A. Monserrate, I. García, R. Bernal, and H. Zapata, "La estimulación y el desarrollo motor fino en niños de 5 años," *Conrado*, vol. 16, no. 74, pp. 306–311, 2020. [Online]. Available: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442020000300306
- [32] A. Madrid, "Introducción," in *Tecnología de la impresión 3D: La fábrica del futuro*, A. M. Vicente, Ed., 2017.
- [33] K. Malinka, L. Vodová, M. Jančová, L. Sobková, and V. Schindler, "Evaluation of the pedagogical impact of the educational usage of 3D

- printing in Czech lower secondary and grammar schools,” *European Journal of Educational Research*, vol. 13, no. 2, pp. 631–648, 2024. [Online]. Available: <https://doi.org/10.12973/eu-jer.13.2.631>
- [34] H. Memisevic and A. Zapata, “Desarrollo de la coordinación motora fina y la integración visomotora en niños preescolares,” *Journal of Special Education and Rehabilitation*, vol. 17, no. 4, pp. 45–53, 2013. [Online]. Available: <https://doi.org/10.2478/v10215-012-0012-8>
- [35] M. Naranjo, P. García, and R. Sánchez, “Impacto de la impresión 3D en la educación inicial: Posibilidades y desafíos,” *Revista de Tecnología Educativa*, vol. 22, no. 2, pp. 89–104, 2020.
- [36] B. Naranjo, D. Banchón, and C. Martínez, “Recursos didácticos 3D para el aprendizaje significativo de estudiantes con discapacidad visual,” *Revista Boletín Redip*, vol. 3, no. 9, pp. 126–143, 2020. [Online]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7528399.pdf>
- [37] J. Piaget, *La representación del mundo en el niño*, 9th ed. Madrid: España, 2009.
- [38] E. Pineda, E. Alvarado, and F. De Canales, *Manual para el desarrollo de personal de salud*. Organización Panamericana de la Salud, 1994. [Online]. Available: <http://187.191.86.244/rceis/registro/Metodologia%20de%20la%20Investigacion%20Manual%20para%20el%20Desarrollo%20de%20Personal%20de%20Salud.pdf>