

Encabezado: ROBÓTICA EDUCATIVA Y DESARROLLO DE LA CREATIVIDAD

**La Robótica Educativa y su Aporte en el Desarrollo de la Creatividad en
Estudiantes de Básica Secundaria**

Hermes Ruiz Caamaño

Universidad Antonio Nariño

Notas de Autor

Hermes Ruiz Caamaño, Facultad de Educación, Universidad Antonio Nariño

La correspondencia relacionada con esta investigación debe ser dirigida a

Hermes Ruiz Caamaño

Universidad Antonio Nariño, Bogotá D.C

Contacto: hruiz90@uan.edu.co

Encabezado: ROBÓTICA EDUCATIVA Y DESARROLLO DE LA CREATIVIDAD

**La Robótica Educativa y su Aporte en el Desarrollo de la Creatividad en
Estudiantes de Básica Secundaria**

Hermes Ruiz Caamaño

Universidad Antonio Nariño

Asesor

Dr. Ricardo Leonardo Perea Rodríguez

Notas de Autor

Hermes Ruiz Caamaño, Facultad de Educación, Universidad Antonio Nariño

La correspondencia relacionada con esta investigación debe ser dirigida a

Hermes Ruiz Caamaño

Universidad Antonio Nariño, Bogotá D.C

Contacto: hruiz90@uan.edu.co

LA ROBÓTICA EDUCATIVA Y SU APORTE EN EL DESARROLLO DE LA CREATIVIDAD EN ESTUDIANTES DE BÁSICA SECUNDARIA

Resumen

El vertiginoso desarrollo de la tecnología y su integración acelerada y transversal a los escenarios cotidianos, ha suscitado un creciente interés por desarrollar instrumentos y procesos tecnológicos que permitan al ser humano extender y potenciar sus habilidades en todos los escenarios, entre los cuales emerge el ámbito educativo. La robótica educativa se ha venido posicionando paulatinamente como una herramienta de generación de entornos tecnológicos que permite la integración de distintas áreas del conocimiento para la adquisición de habilidades generales, entre las que destaca la creatividad. Este documento resume los hallazgos derivados de la aplicación de una propuesta pedagógica en robótica educativa a un grupo de estudiantes de sexto grado de un colegio privado en las afueras de Bogotá. Los datos aquí analizados, provienen de una medición de su capacidad creativa en dos momentos: antes y después de la intervención, a través de la prueba de imaginación creativa para jóvenes PIC-J. El tratamiento estadístico de diferencia de medias para muestras relacionadas permitió encontrar efectos parciales sobre las subcategorías analizadas, pero no reveló diferencias estadísticamente significativas en el puntaje global de la prueba ni tampoco diferencias en razón al género de los participantes.

Palabras clave: robótica educativa, creatividad, prueba de imaginación creativa.

EDUCATIONAL ROBOTICS AND ITS CONTRIBUTION TO THE DEVELOPMENT OF CREATIVITY IN HIGH SCHOOL STUDENTS

Abstract

The rapid development of technology and its accelerated, crosscutting integration into everyday scenarios has given rise to a growing interest in developing technological tools and processes that allow human beings to extend and enhance their skills in all scenarios, among which the educational field emerges. Pedagogical robotics have gradually been positioned as a tool for generating technological environments that allows the integration of different areas of knowledge for the acquisition of general skills among which creativity stands out. This document summarizes the findings derived from the application of a pedagogical proposal in educational robotics to a group of sixth grade students from a private school in the outskirts of Bogotá. The data analyzed here comes from a measurement of their creative capacity in two periods: before and after the intervention, through the PIC-J test. The statistical treatment of difference of means for related samples allowed to find partial effects on the subcategories analyzed, but did not reveal statistically

significant differences in the overall score of the test; as well as dismissing differences because of the gender of the participants.

Keywords: educative robotics, creativity, creative imagination test.

Problemática de investigación

En años recientes el país ha advertido un creciente interés por integrar la ciencia y la tecnología al sistema educativo como instrumentos transformadores del entorno mediante propuestas y acciones concretas encaminadas a asumir los desafíos de la sociedad del conocimiento. Esto en concordancia con la tendencia internacional que busca promover una mejor educación en estas áreas, como requisito para insertar a las naciones en esta nueva sociedad (Mineducación, 2012).

La tecnología como herramienta de innovación ha posibilitado otra perspectiva en el ámbito educativo, facilitando modificaciones en las prácticas pedagógicas, que además de propender por un mejor rendimiento escolar, hacen un aporte significativo en la forma de enseñar y aprender. Aunque la mayor parte de estas prácticas en tecnología se han direccionado hacia la informática y la computación, la utilización de la tecnología ha incorporado paulatinamente el uso de otras herramientas que se han venido popularizando en los colegios por su riqueza en el desarrollo de múltiples habilidades y competencias (Druin & Hendler, 2000 en Aliane (2006).

Tal es el caso de la robótica educativa, que ha cobrado gran interés de profesores e investigadores como herramienta valiosa para el desarrollo de habilidades cognitivas y sociales en estudiantes de preescolar y secundaria, fortaleciendo los aprendizajes en áreas como las ciencias naturales, las matemáticas, la tecnología, la informática y otras disciplinas de aprendizaje interdisciplinario (Eguchi, 2010). La transición ha iniciado con el desarrollo de la exploración en el seno de las universidades, favoreciendo que las escuelas de todos los niveles educativos utilicen la robótica para dinamizar el proceso de construcción del conocimiento (D`abreu & Villalba, 2017)

No obstante esta inspección ha sido apenas parcial, y ha versado prácticamente sobre la demostración de las bondades sobre la robótica como un instrumento para construir o desarrollar en habilidades tecnológicas o de adopción conceptual, olvidando el vínculo entre ésta y el desarrollo de habilidades del pensamiento. Precisamente una de las principales razones que motivaron esta investigación, fue la escasez de evidencia científica sobre la contribución de la robótica educativa en el fortalecimiento y afianzamiento de habilidades, destrezas y competencias fundamentales que son necesarias en la actualidad, entre ellas la creatividad (Moreno, Muñoz, Serracín, Qunitero, Pitty & Quiel, 2012).

Tal como se presentará de forma posterior en este documento, la creatividad reviste doble importancia y significado en el mundo contemporáneo, pues adquiere un valor cultural que permite generar soluciones eficaces para las problemáticas actuales y como una necesidad fundamental del ser humano, cuya satisfacción

Encabezado: ROBÓTICA EDUCATIVA Y DESARROLLO DE LA CREATIVIDAD

permite lograr una mayor calidad de vida (Klimenco, 2008). En este marco el Colegio Mayor de los Andes ha venido incorporando de manera progresiva la robótica educativa en sus planes de estudio en pro del desarrollo del trabajo colaborativo y la creatividad y por tal motivo resulta prudente preguntar: ¿En qué medida la robótica educativa contribuye al desarrollo de la creatividad de los estudiantes de sexto grado del Colegio Mayor de los Andes?

Objetivos de investigación:

Objetivo general

Diseñar un programa en robótica educativa que fortalezca la creatividad de los estudiantes de grado sexto del Colegio Mayor de los Andes.

Objetivos específicos

- Medir el impacto de la implementación del programa en robótica educativa sobre la creatividad narrativa y gráfica de los estudiantes de grado sexto del Colegio Mayor de los Andes.
- Evaluar la creatividad de los estudiantes de grado sexto del Colegio Mayor de los Andes a partir de la Prueba de Imaginación Creativa PIC-J.

Referentes teóricos y conceptuales

Desde el ámbito educativo se ha venido explorando en busca de nuevas herramientas que permitan aumentar la eficacia y productividad en el aula, utilizar nuevos recursos educativos y propiciar el interés de los alumnos en sus actividades académicas; unida por el carácter transversal de la tecnología y como resultante de esta búsqueda, la robótica ha venido incursionando paulatinamente en las aulas de clases.

Si bien el rastreo del origen etimológico y conceptual de los *robots* excede las pretensiones de este documento, resulta conveniente ofrecer un acercamiento general a la noción de robótica y un tanto más a la robótica educativa y sus implicaciones en el proceso de aprendizaje.

Los primeros registros de la palabra *robot* se remontan a la segunda década del siglo XX, cuando fue empleada por el escritor Karel Capek para designar ciertas creaciones, semejantes a seres humanos, que a medida que se vuelven más inteligentes son capaces de exterminar a la especie humana. Desde entonces se acude a la palabra *robot* para referirse a una máquina que realiza trabajos similares a los que realizaría una persona.

La robótica es la rama de la tecnología que se encarga del diseño, construcción y operación de los robots. La Real Academia de la Lengua Española-RAE define robótica como la “Técnica que aplica la informática al diseño y empleo de aparatos que, en sustitución de personas, realizan operaciones o trabajos, por lo general en instalaciones industriales”. No obstante, dado que la robótica es un área multidisciplinar del conocimiento en la que confluyen, entre otras, las matemáticas,

Encabezado: ROBÓTICA EDUCATIVA Y DESARROLLO DE LA CREATIVIDAD

la física, la mecánica, la electricidad, la electrónica, la automatización y la informática, su estudio ha posibilitado la investigación y desarrollo de robots con un amplio espectro de aplicaciones.

De acuerdo con Ruíz (1987), desde la década de los setenta se ha despertado un especial interés por los aportes que desde la robótica se pueden hacer al mejoramiento de los procesos educativos, generándose una nueva área de estudio que se ha denominado permitiendo la aplicación de ciertas herramientas tecnológicas, como apoyo a las metodologías de enseñanza y de aprendizaje.

Según Acosta, Forigua y Navas (2015) la Robótica Pedagógica surge en el año 1975, cuando docentes de una universidad francesa desarrollaron un mecanismo de control automatizado para administrar experimentos de prácticas de psicología. De forma posterior, en 1989, la Universidad Autónoma Metropolitana y la Universidad Nacional Autónoma de México adelantaron un trabajo relacionado con el funcionamiento de un robot educativo y la enseñanza de términos informáticos. Casi diez años más tarde, en 1998, se inició en Costa Rica el proyecto robótica y aprendizaje por diseño, elaborado por el Ministerio de Educación Pública. Más recientemente, redes educativas como COMPUBLOT (2008) en España, incorporaron al salón de clases la robótica y talleres de formación para niños de primaria. Estos y otros esfuerzos por vincular la robótica con el ámbito pedagógico han generado un importante volumen de literatura científica alrededor del concepto de Robótica Pedagógica o Educativa que han permitido construir un concepto más o menos generalizado de la misma.

La Robótica pedagógica incluye variantes como la robótica educativa, robótica y educación, robótica aplicada a la educación (Del Mar, 2006); sin pretender despojar de valor académico la discusión académica que permita dilucidar las connotaciones teóricas de esta desagregación, este documento reconocerá indistintamente todas estas acepciones conceptuales bajo la misma noción.

Se puede definir la Robótica Pedagógica como la actividad de concepción, creación y puesta en funcionamiento, con fines pedagógicos, de objetos tecnológicos que son reproducciones reducidas de los procesos y herramientas robóticos empleados cotidianamente en el medio industrial (Ibarra, Arteaga & Maya, 2007).

Ruíz Velazco (1995) citado por Del Mar (2006), la define como la generación de entornos tecnológicos que permiten la integración de distintas áreas del conocimiento para la adquisición de habilidades generales y de nociones científicas, involucrándose en un proceso de resolución de problemas con el fin de desarrollar un pensamiento sistémico, estructurado, lógico y formal.

Es decir, la robótica pedagógica puede entenderse como la generación de ambientes de aprendizaje, basados en la acción de los estudiantes, que transforman el aula de clases en escenarios de experimentación en los cuales éstos descubren constantemente el ¿por qué? de las cosas de su entorno, trasladando el rol principal en el proceso de aprendizaje a su campo personal, a través de la utilización de objetos tecnológicos desarrollados para tal fin.

Encabezado: ROBÓTICA EDUCATIVA Y DESARROLLO DE LA CREATIVIDAD

Los ambientes de aprendizaje generados por la robótica permiten al estudiante pensar, imaginar, decidir, planificar, anticipar, investigar, inferir, deducir, inventar, documentar y retroalimentar a otros compañeros; como consecuencia de este proceso el estudiante desarrolla por sí mismo, conocimientos y habilidades esenciales para desenvolverse eficientemente ante los retos y desafíos que impone el mundo actual (Acuña, 2004).

Desde esta óptica, la robótica pedagógica bebe directamente del enfoque constructivista desarrollado ampliamente por Piaget (1976), al permitir un aprendizaje cuyo resultado no responde a la mera transferencia de conocimiento, sino que es un proceso activo de construcción del aprendizaje basado en experiencias en el que el estudiante es el agente central (Acuña, 2004 en Bravo & Forero, 2012). Desde la teoría constructivista, el uso de herramientas robóticas y tecnológicas en el aula aporta una manera alternativa de aprender y crea en los estudiantes experiencias para la construcción de conocimientos (Requena, 2008).

Arlegui & Pina (2010) presentan una interesante síntesis del proceso de reequilibración sucesiva, bajo la teoría de la construcción dinámica del conocimiento de Piaget y la emplean para desarrollar una propuesta para la enseñanza - aprendizaje constructivista en robótica; los autores sugieren que en este proceso, el estudiante transita entre dos acciones simbióticas cuya tendencia es el equilibrio cada vez mayor entre los procesos de asimilación y acomodación. La asimilación se refiere al imaginario que construye el estudiante de acuerdo a sus esquemas de comprensión disponibles. La acomodación por su parte, explica la tendencia del esquema de asimilación de adaptarse a la realidad e ir transformado sus imaginarios en esquemas más acordes o “equilibrados” a ella. Cuando un alumno se enfrenta a un nuevo conocimiento se encuentra desequilibrado frente a él, aplica a sus esquemas previos y generalmente asimila sólo en parte aspectos del objeto, la robótica favorece el proceso de acomodación, al permitir que experimente la realidad de primera mano, suscitando la acomodación del conocimiento y direccionándolo al equilibrio.

Este proceso de acomodación supone no sólo una modificación de los esquemas previos en función de la información asimilada, sino también una nueva “reestructuración” del conocimiento anterior en función de los nuevos esquemas construidos; este es el efecto más importante de la adaptación y del propio proceso constructivista. Por tal motivo, aunque una de las características más interesantes de la robótica pedagógica es que su naturaleza multidisciplinar permite una perspectiva integrada a la solución de problemas derivados de distintas áreas del conocimiento como las matemáticas, las ciencias naturales y experimentales, la tecnología y las ciencias de la información y la comunicación, de manera natural (Odorico, 2004), su principal aporte sobrepasa las competencias curriculares y permite desarrollar entornos de aprendizaje que facilitan la exploración de lo formal al estilo activo y constructivista de Piaget.

La presencia de tecnologías en el aula, busca favorecer ambientes de aprendizaje interdisciplinarios donde los estudiantes adquieran habilidades para estructurar investigaciones y resolver problemas concretos, forjando personas con

Encabezado: ROBÓTICA EDUCATIVA Y DESARROLLO DE LA CREATIVIDAD

capacidad para desarrollar nuevas habilidades, nuevos conceptos y nuevas respuestas a los entornos cambiantes del mundo actual (Odorico, 2005).

Así las cosas, la utilización de la robótica en el ámbito educativo permite no solo desarrollar competencias específicas tecnológicas sobre el funcionamiento básico de los robots, sino competencias cognitivas generales sobre “aprender a aprender”, sobre “aprender por indagación”, “aprender a emprender proyectos”, “resolver problemas” y sobre el carácter esencialmente lingüístico del aprendizaje, entre otras (Arlegui y Pina, 2010).

En la medida en que las incursiones tecnológicas en el campo educativo toman mayor relevancia, también aumenta el número de esfuerzos por determinar los beneficios e implicaciones de esta penetración, tanto desde la óptica del estudiante, del docente, como de la práctica misma. Las contribuciones de la utilización de la robótica en este ámbito se encuentran ampliamente reportadas en la literatura, otorgando un lugar preponderante al desarrollo del pensamiento lógico, el trabajo en equipo, la creatividad y la cooperación. (Lemos et al., 2014).

Por ejemplo, Del Mar (2006) y Aliane (2007) en Bravo et al. 2012, concluyen que la robótica es un recurso que facilita el aprendizaje y desarrolla competencias generales como la socialización, la creatividad y la iniciativa, que permiten al estudiante dar una respuesta eficiente a los entornos cambiantes del mundo actual. La justificación de la presencia de robots en el aula de clase no descansa sobre la formación en la disciplina de la robótica propiamente dicha, sino en el aprovechamiento de su carácter multidisciplinar y metacurricular para generar ambientes de aprendizaje donde el estudiante pueda percibir los problemas del mundo real, imaginar y formular las posibles soluciones y poner en marcha sus ideas.

Para Hurtado (2014) los objetivos principales de la robótica educativa como recurso pedagógico son, entre otros: i) el desarrollo del pensamiento; ii) el desarrollo del conocimiento; iii) la adopción de criterios de diseño y evaluación de las construcciones; iv) la valoración de sí mismos como constructores e inventores; v) el desarrollo de la habilidad de trabajar en grupo.

Los ambientes de aprendizaje mediados por la robótica, permiten activar procesos cognitivos y sociales que propician un aprendizaje significativo en el estudiante y las destrezas necesarias para desempeñarse adecuadamente en el contexto diverso y complejo que requiere la sociedad; esto en respuesta a las relaciones e interacciones que ocurren en el aula de clase entre los estudiantes y docentes, y entre ellos con los recursos tecnológicos vinculados (Acuña, 2006 en Bravo et al. 2012).

Para autores como Pozo (2005), la robótica educativa es propicia para apoyar habilidades productivas, creativas, digitales y comunicativas, y se convierte en un motor para la innovación cuando produce cambios en las personas, en las ideas y actitudes, en las relaciones, modos de actuar y pensar de los estudiantes y educadores

Encabezado: ROBÓTICA EDUCATIVA Y DESARROLLO DE LA CREATIVIDAD

Ayuso (2016) por su parte arguye que, trabajar con elementos robóticos desarrolla habilidades cognitivas, actitudinales y procedimentales, además de utilizar la lógica individual, el intelecto en la programación, el ingenio y creatividad en la formación y construcción de los dispositivos. Moreno et al. (2012), documenta la relevancia de la robótica educativa en la construcción y apropiación del conocimiento de distintas áreas del pensamiento, el desarrollo de competencias propias en tecnología y otras como el trabajo en equipo, el trabajo colaborativo y, en algunos casos, cooperativo, a través del proceso construcción de un robot.

En el mismo sentido, D`abreu & Villalba (2017) concluye que la robótica educativa favorece el proceso de adquisición del conocimiento de las ciencias, de una manera lúdica, mejorando la motivación de los estudiantes por uso de las nuevas tecnologías, las actividades creativas y las habilidades interdisciplinarias en la solución de problemas. La robótica va mucho más allá de crear robots y programarlos, sino que incentiva el pensamiento lógico, la resolución de problemas y el trabajo en equipo a través de recursos tecnológicos (Juguetrónica)

Odorico (2005), examina la robótica desde la perspectiva pedagógica y encuentra que los beneficios de la tecnología están necesariamente determinados por las características y el uso que se hagan de la misma, de su adecuación al contexto y la organización de las actividades de enseñanza. Sin embargo, empleando para ello las reflexiones de Marqués, (1996) y Del Moral (1998), señala que se pueden universalizar algunas funciones propias del medio: i) Informativa; ii) Motivadora; iii) Evaluadora; iv) Expresiva; v) Metalingüística; vi) Lúdica; vii) Innovadora y viii) Creativa. La coexistencia de estas funciones propicia algunas ventajas frente a la utilización de medios o recursos tradicionales, tales como motivación por las tareas académicas, continua actividad intelectual, desarrollo de la iniciativa, aprendizaje por error, actividades cooperativas, interdisciplinariedad, individualización y aprendizaje autónomo.

Del Mar (2006) por su parte presenta un detallado compendio de provechosos impactos de la robótica pedagógica, en los siguientes términos:

- “Propicia la construcción del conocimiento, partiendo de lo concreto a lo abstracto, a través de la interacción con objetos manipulables.
- Posibilita el desarrollo de la noción causa-efecto; al ofrecer un espacio para la observación, exploración, reproducción de fenómenos reales precisos.
- Ofrece al estudiante la posibilidad de construir su propia estrategia de adquisición de conocimiento, desarrollando así los procesos de aprender a aprender (Metacognición).
- Fomenta el desarrollo de hábitos de organización, despierta intereses y actitudes.
- Fomenta el desarrollo de habilidades para la formulación de procesos de análisis y síntesis.

Encabezado: ROBÓTICA EDUCATIVA Y DESARROLLO DE LA CREATIVIDAD

- Fomenta la aplicación de los principios tecnológicos para la resolución de problemas (planificación y evaluación, uso racional de recursos, respuesta eficaz y oportuna).
- Fomenta el desarrollo del pensamiento (concreto; lógico matemático; crítico) a través de la construcción y reconstrucción de esquemas personales y la comunicación e intercambio de ideas.” (p. 7)

Orozco y Rada (2017) concluyen que la robótica es un recurso tecnológico que despierta motivación e interés en los estudiantes, llevándolos a la construcción de su propio conocimiento y al desarrollo de competencias como: la autonomía, la iniciativa, la responsabilidad, la creatividad, el trabajo en equipo, la autoestima y el interés por la investigación.

Una breve revisión de la literatura disponible parece ratificar que como lo expresa Toribio y Martin (2018), la robótica se desarrolla la creatividad de los estudiantes y docentes, y hay evidencia de ello. En palabras de Márquez y Ruiz (2014) citados por el mismo autor “el proceso de enseñanza – aprendizaje con robótica, motiva y potencia la creatividad del estudiante, conectándolo directamente con la ciencia, la tecnología e ingeniería” (p2)

Toribio y Martin (2018) también encuentran que la relación entre robótica educativa y las habilidades de pensamiento y creatividad, se da en diferentes dimensiones del ser humano, tales como la comunicativa, la estética, la social, la cognitiva. Las habilidades sociales relacionadas con el trabajo en equipo favorecen la interacción con el entorno y el desarrollo individual, pues pasan por un pensamiento que se construye desde el respeto por la diferencia, la convivencia y la participación activa. La innovación y la originalidad por su parte, se concretan desde la búsqueda de diversas y ricas respuestas a un mismo problema. La posibilidad de intercambio en equipos de trabajo, así como el manejo de variables da la oportunidad de ser creativo, de encontrar respuestas que se convierten en insumo para la innovación de los modelos, simuladores o prototipos.

La realidad contemporánea requiere cambios fundamentales en el pensar, actuar y ser de las personas, proceso en el cual la capacidad creativa adquiere una relevancia mucho mayor que en épocas pasadas y una doble significancia, primeramente, como valor cultural que permite generar soluciones eficaces para las problemáticas actuales y en segunda instancia como una necesidad fundamental del ser humano, cuya satisfacción permite alcanzar una mayor calidad de vida (Klimenco, 2008).

La creatividad se puede definir como la capacidad de crear, innovar y generar nuevas ideas o conceptos, o nuevas asociaciones entre ideas y conceptos conocidos, que normalmente llevan a conclusiones novedosas, resuelve problemas y produce soluciones originales y valiosas (Soto, Sáinz, Almeida, & Prieto, 2015). La creatividad en un sentido amplio, se puede definir como una forma diferente de procesar la información en la que se establecen una serie de nuevas conexiones que posibilitan la resolución de problemas de una forma diferente a la que lo hacen

Encabezado: ROBÓTICA EDUCATIVA Y DESARROLLO DE LA CREATIVIDAD

la mayor parte de los sujetos (Artola, Barraca, Mosteiro, Poveda, Azañedo & Ancillo, 2008).

Según David Perkins (citado por Klimenco, 2008), la creatividad se basa en capacidades psicológicas universalmente compartidas, tales como la percepción, la memoria y la capacidad de advertir cosas inquietantes y reconocer analogías, pero mediados por un mayor conocimiento o experticia y una fuerte y prolongada motivación de adquirirlo y usarlo.

La creatividad es por tanto el último paso de un largo proceso de pensamiento. Es decir, no es un evento aislado y súbito sino es un proceso. De acuerdo con Toribio y Martín (2018), resumiendo a Wallas (1929) y Johnson (2003) este proceso se compone de 4 etapas, a saber: preparación, incubación, iluminación y verificación. La preparación es la etapa en la que se percibe y delimita el problema por primera vez. La incubación es el periodo en el que tanto la mente consciente como la inconsciente manipulan el problema y generan posibles soluciones (en esta etapa se recaba nueva información y se reorganizan esquemas existentes). La etapa de iluminación es la aquella en la que se diseña la idea, concepto o solución al problema, para ponerla a prueba en la etapa de verificación.

Muchos investigadores han considerado las relaciones entre la educación y la creatividad señalando la complejidad de tal relación, pues mientras se afirma la importancia de la educación para el impulso de la creatividad al mismo tiempo se la considera uno de los mayores obstáculos para su desarrollo, pues muchas veces el potencial creativo de los alumnos se encuentra reprimido por el estilo de educación recibida (Toribio y Martín, 2018).

Aunque el proceso creativo y su interacción con ámbito educativo ha sido ampliamente debatida, aún falta profundizar más sobre estos con el uso de las TIC, debido a que ellas generan nuevos campos de actuación, desdibujan las fronteras espaciotemporales, y a la vez demandan el desarrollo de competencias específicas y la movilización de procesos de enseñanza-aprendizaje diferentes a los convencionales. Al indagar por la relación existente entre estos tres agentes, se plantea también la convergencia con algunos principios constructivistas en comento anticipadamente, entre ellos: la conexión de conocimientos previos de los estudiantes con elementos de información novedosa. Varios estudios han concluido que para crear, modificar o enriquecer las ideas se hace indispensable un conocimiento previo (Ordoñez, 2004).

Así también se reconoce el elemento constructivista del equilibrio entre los aspectos cognitivos y emocionales del aprendizaje, el aprendizaje colaborativo y el proceso basado en solución de problemas, permiten que el estudiante aplique el conocimiento a casos reales, concretos y preferiblemente cercanos a su contexto que a su vez permiten desarrollar su capacidad creativa (Gordillo y Fernández, 2009). La creatividad ofrece al estudiante una perspectiva distinta a como las veía antes o como las ven los demás (Armas, 2009).

Para Armas (2009), son condiciones necesarias para que surja la creatividad en el aula, la seguridad y libertad psicológica de los alumnos y su presencia puede

Encabezado: ROBÓTICA EDUCATIVA Y DESARROLLO DE LA CREATIVIDAD

determinarse a través de la manifestación sinérgica de algunos indicadores como son:

- **Fluidez.** Medida en la producción de palabras, ideas, expresiones, asociaciones, atendiendo a una regla o consigna determinada. Cuantas más posibilidades ofrezca un estudiante, mayor será la probabilidad de que algunas de ellas sean creativas.
- **Flexibilidad.** Variedad o número de categorías que se utilizan en el momento de producir ideas y a la heterogeneidad y multiplicidad de soluciones dadas a un problema.
- **Originalidad.** Cantidad de ideas o conceptos que se alejan de lo obvio y común y que generalmente son juzgadas como ingeniosas.
- **Elaboración.** Organización de tareas y proyectos con el mayor cuidado posible.

Estos indicadores son compartidos por Toribio y Martín (2018) al señalar que “entendemos por pensamiento creativo en la adquisición del conocimiento un mundo particular de abordaje cognitivo que presenta características de originalidad, flexibilidad, plasticidad y fluidez y funciona como estrategia o herramienta cognitiva en la formulación, construcción y/o resolución de situaciones problemáticas en el contexto de aprendizaje, dando lugar a la apropiación del saber.”

La creatividad es un aspecto básico de la cognición humana, relacionado con la inteligencia, pero diferente a ella, y aunque ha sido ampliamente estudiada por psicólogos, educadores, neurocientíficos, sociólogos y otros académicos, se siguen presentando marcadas discrepancias frente a cómo medirla, utilizarla y desarrollarla (Artola & Barraca, 2015). En el ámbito científico resaltan propuestas como la de Artola y Barraca (2015) en las que a través de diferentes pruebas valoran la creatividad global de los sujetos a partir de la evaluación de su creatividad narrativa y gráfica. La creatividad narrativa refleja en qué medida el sujeto ofrece soluciones auténticas ante problemas de naturaleza verbal; mientras que la creatividad gráfica mide el grado en que el sujeto asocia y combina de manera lógica las tareas no verbales.

Tanto la creatividad narrativa como la gráfica se componen de diferentes variables intermedias, cada una de estas aporta elementos que permiten determinar su grado de aprehensión y desarrollo, tal y como se observa en la figura 1.

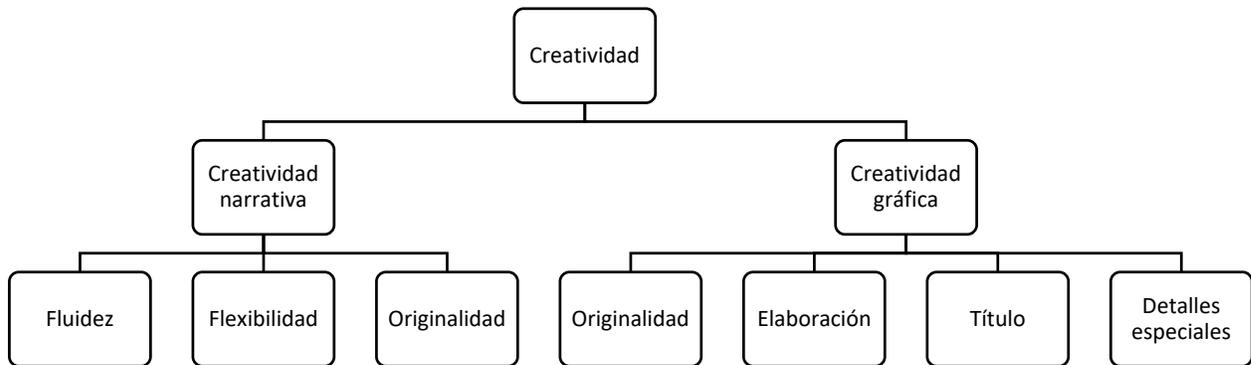


Figura 1. Estructura factorial de la creatividad

La fluidez se refiere a capacidad del sujeto a dar respuestas pertinentes ante las distintas situaciones; la flexibilidad integra lo anterior y agrega la posibilidad de desenvolverse en diferentes campos o ámbitos; la originalidad responde a la forma particular de proceder, esta integra los tipos de creatividad; la elaboración responde al grado de complejidad de las ideas creativas; el título relaciona fluidez y la originalidad propiciando la producción verbal a partir de estímulos visuales; y los detalles especiales posibilitan la resolución de problemas a partir de sus criterios.

Respecto de las implicaciones que sobre la creatividad se registran como consecuencia de intervenciones educativas, Garaigordobil (1995) realizó un estudio sobre el efecto de un programa psicoeducativa en la creatividad verbal de un grupo de 154 niños entre los 8 y los 10 años, encontrando un efecto positivo de la intervención sobre la fluidez, originalidad y conectividad de los sujetos de estudio.

Del Morral (1999) analizó de forma temprana los aportes de las herramientas tecnológicas en la formación del docente, concluyendo que para favorecer sistemas educativos que potencien la creatividad de los estudiantes se hace necesario otorgar mayor flexibilidad a los contenidos programáticos ampliando el margen de elección del estudiante, para que éste decida por sí mismo, actúe creativamente y aplique su capacidad de aprender por cuenta propia.

En Portugal y Perú, Alves (2005) y Fustamante y Liliana (2018) respectivamente, implementaron programas de evaluación escolar creativa en escuelas de preescolar y primaria, en un contexto de materiales de apoyo pedagógico e interacción social. Los resultados muestran que la capacidad creativa de los niños se beneficia de la interacción social con otros niños y que las dinámicas creativas desarrolladas actuaron como fuerza central de motivación para la resolución de problemas y el proceso de aprendizaje.

El escenario Nacional no ha sido ajeno al interés por explorar las bondades de la robótica pedagógica. Según Acosta et al (2015) en el ámbito colombiano se han desarrollado experiencias que han hecho importantes aportes a la implementación de la robótica en los ambientes educativos; se citan como referencia algunos

Encabezado: ROBÓTICA EDUCATIVA Y DESARROLLO DE LA CREATIVIDAD

de ellos: Universia (2007), Pinto (2010), Sánchez (2011) Muñoz, Andrade y Londoño (2006) Quiroga y Parra (2010).

Pese al creciente volumen de documentos en la materia, esta investigación encuentra su justificación en la ausencia de documentos que comprueben el aporte de la robótica educativa en elementos del pensamiento como la creatividad en el entorno educativo colombiano; aspecto que como se mencionó oportunamente podría llegar a tener una importante repercusión en la formulación de la Política Pública de Educación, en el diseño curricular y de contenidos programáticos de los docentes en el marco de la sociedad del conocimiento.

Metodología.

Participantes

El siguiente es un estudio longitudinal de muestras relacionadas para el cual se empleó una muestra de 21 estudiantes del grado sexto A del Colegio Mayor de los Andes, quienes son cursantes de la asignatura de informática y robótica y han estado vinculados al plantel educativo desde preescolar.

Esta institución educativa, ubicado en el kilómetro 3 vía Chía-Cajicá, ofrece educación bilingüe inglés – español a 723 estudiantes de los estratos 3, 4 y 5, en tres niveles de escolaridad: i) preescolar; ii) primaria; iii) bachillerato. Los participantes objeto de estudio tienen edades comprendidas entre los 12 y los 13 años de edad, con una participación relativa de 33% y 67% respectivamente tal como puede inferirse de la siguiente tabla

Tabla 1 Caracterización de la muestra

Genero / Edad	12 años	13 años	Total
Masculino	3	8	11
Femenino	4	6	10
Total	7	14	21

El colegio en comento pertenece al calendario b y su año académico se divide en 4 periodos. A los participantes, previo consentimiento firmado de sus padres o acudientes, les fue aplicado un test para medir su capacidad creativa durante el segundo periodo. Posteriormente trabajaron durante un periodo académico el programa académico de informática y robótica. Finalmente, durante el cuarto periodo les fue reaplicado el test de capacidad creativa, con el fin de encontrar posibles diferencias atribuibles a la intervención curricular.

Herramienta para medición de la creatividad

El instrumento empleado para evaluar la capacidad creativa de los participantes, antes y después de la intervención, fue la Prueba de Imaginación Creativa (PIC). La PIC es una prueba desarrollada en la Universidad Computlense

Encabezado: ROBÓTICA EDUCATIVA Y DESARROLLO DE LA CREATIVIDAD

de Madrid, que se emplea para evaluar la creatividad a través del uso que un individuo hace de su imaginación (Artola et al, 2008).

Sin perder de vista que la medición o evaluación de la capacidad creativa de los individuos resulta un asunto complejo, la PIC es una herramienta de fácil aplicación y corrección que recoge un amplio número de variables como la originalidad, fluidez, flexibilidad, la elaboración de las respuestas y el uso de detalles (Artola et al, 2008). Esta prueba se presenta en tres versiones: PIC-N, PIC-J y PIC-A, diseñadas para niños de primaria, estudiantes de secundaria y adultos, respectivamente. En función de la composición etaria de la población estudiada, y su correspondencia con el nivel de escolaridad español, para esta investigación se empleó la PIC-J.

La aplicación de la prueba ofrece dos resultados: uno en términos de creatividad verbal y otro de creatividad gráfica, para lo cual se vale de cuatro juegos; los tres primeros pretenden evaluar la capacidad verbal o narrativa, mientras que el último valora la creatividad gráfica.

Para el juego 1, se ofrece al participante un dibujo que presenta un joven y una joven en un lago; éste debe escribir todo aquello que pudiera estar ocurriendo en la escena presentada. Este sencillo ejercicio permite al estudiante expresar su curiosidad y actitud especulativa; su capacidad de extrapolar la información proporcionada por el estímulo (Artola et al, 2008).

El juego 2 por su parte, explora los posibles usos que de un tubo de goma puede hacer el participante. Esta prueba sondea la capacidad de redefinir problemas y situaciones, encontrando usos, funciones y aplicaciones poco convencionales (Artola et al, 2008).

En el juego 3 se plantea al sujeto una situación improbable: “Imagínate qué ocurriría si el suelo fuera elástico”, ante la cual debe señalar las posibles consecuencias. Este juego evalúa, la capacidad de “penetración” del sujeto, es decir su capacidad de profundizar sobre las experiencias (Artola et al, 2008).

El juego 4 es una prueba gráfica en la que el participante debe completar cuatro dibujos a partir de unos trazos dados y poner un título a cada uno de ellos. Usualmente esta prueba permite separar a los individuos que tienen pocas ideas pero que trabajan en ellas con gran imaginación, de aquellos que tienen ideas muy originales, pero tienen dificultad para elaborarlas (Artola et al, 2008).

Las puntuaciones de los juegos 1, 2 y 3, en las subcategorías de fluidez, flexibilidad, y originalidad entregan la valoración para la creatividad narrativa. La valoración de creatividad gráfica por su parte procede de las puntuaciones de las subcategorías de originalidad, elaboración, título y detalles especiales. La agregación de la creatividad narrativa y la gráfica entregan la puntuación para creatividad general.

Además de la evaluación de la consistencia interna de la prueba que realizan sus proponentes (Artola et al, 2008), ésta ha sido ampliamente utilizada para evaluar

Encabezado: ROBÓTICA EDUCATIVA Y DESARROLLO DE LA CREATIVIDAD

y valorar la capacidad creativa de las personas alrededor del mundo, tal es el caso de Cantero & Chávez (2016) quienes empleando la versión PIC-A encontraron una correlación positiva entre el ejercicio físico y la capacidad creativa en personas adultas. Soto, Ferrando, Sáinz, Prieto y Almeida (2015) por su parte, analizaron el papel de los procesos cognitivos y los contenidos de las tareas en el desempeño creativo empleando para ello varios instrumentos de medición, entre ellos la PIC. En un ejercicio similar Rueda, Suárez & Medina, 2013 concluyeron que la prueba PIC es la prueba más completa para medir e identificar la creatividad, por entre otras características, su gran versatilidad.

Plan de estudios

Basado en la experiencia y previa revisión de los planes de estudios de diferentes colegios, el equipo de docentes del área de matemáticas y tecnologías de la información, al cual pertenece el investigador, se propuso la renovación del plan de estudio de la asignatura informática y robótica en la sección de bachillerato del Colegio Los Andes, con el fin de dar continuidad al programa de robótica iniciado en años anteriores en básica primaria. Renovación curricular que pretendía contribuir al desarrollo de algunas habilidades de pensamiento entre las que se destacan la creatividad, la solución de problemas y el trabajo en equipo.

Este diseño curricular tomo como base metodológica el aprendizaje basado en proyectos y el aprendizaje basado en problemas ABP, bajo la premisa de que las habilidades de pensamiento crítico y creativo se impulsan de manera bidireccional con la activación de la motivación y la curiosidad de pensar en problemas que sugieran diferentes soluciones. Trnova (2014), (Birgili, 2015) citado por Acuña & Sosa (2017)

Una vez seleccionado el sustento teórico del se procedió a la selección de contenidos y el diseño curricular de los cuatro periodos en los que se encuentra distribuido el año escolar, con temáticas centradas especialmente en fundamentos de electrónica y robótica educativa bajo el uso de tecnologías basadas en Arduino. Posteriormente, para lograr la consolidación del ya mencionado plan de estudios, el mismo fue sometido a la aprobación de las diferentes instancias que a la luz del Proyecto Educativo Institucional son las encargadas de revisar, sugerir correcciones y finalmente aprobar su implementación y ejecución en el aula; proceso que terminó de surtir en el mes de mayo de 2018.

Es importante destacar que todas las decisiones contemplaron los recursos que se requieren para el desarrollo de las diferentes actividades y/o proyectos al interior del aula, entre las que es pertinente mencionar la habilitación y dotación de un taller de robótica, la compra de los kits de electrónica básica Snap Circuit, la solicitud de un kit personal de Arduino Uno para los estudiantes, la asesoría y soporte de una empresa formalmente constituida y con experiencia en la implementación de la robótica en las aulas.

Procesamiento de Datos

Para el tratamiento estadístico de la información se empleó el paquete estadístico SPSS v.22 para Windows. Con el fin de determinar las pruebas estadísticas a realizar en cada caso, se verificó el cumplimiento de los supuestos de normalidad de cada una de las variables consideradas en el estudio, para lo cual, en razón al tamaño de la muestra (<30), se empleó la prueba de Shapiro Wilk, para contrastar las siguientes hipótesis:

- H_0 : Los datos proceden de una población normal.
- H_a : Los datos no proceden de una población normal.

Encabezado: ROBÓTICA EDUCATIVA Y DESARROLLO DE LA CREATIVIDAD

Tabla 2 . Pruebas de normalidad para las variables en estudio.

Variable		Estadístico	gl	Significancia	Normal
Creatividad	General Pre	0,952	21	0,375	SI
Creatividad	General Post	0,947	21	0,293	SI
C.	Narrativa Pre	0,928	21	0,127	SI
C.	Narrativa Post	0,947	21	0,304	SI
C.	Gráfica Pre	0,952	21	0,375	SI
C.	Gráfica Post	0,962	21	0,557	SI
Fluidez	Pre	0,914	21	0,066	SI
Fluidez	Post	0,902	21	0,052	SI
Flexibilidad	Pre	0,937	21	0,191	SI
Flexibilidad	Post	0,962	21	0,564	SI
Originalidad	Narrativa Pre	0,920	21	0,088	SI
Originalidad	Narrativa Post	0,859	21	0,006	NO
Originalidad	Gráfica Pre	0,970	21	0,742	SI
Originalidad	Gráfica Post	0,970	21	0,730	SI
Elaboración	Pre	0,871	21	0,010	NO
Elaboración	Post	0,951	21	0,360	SI
Título	Pre	0,721	21	0,000	NO
Título	Post	0,774	21	0,000	NO
Detalles especiales	Pre	0,633	21	0,000	NO
Detalles especiales	Post	0,692	21	0,000	NO
Percentil	Pre	0,916	21	0,710	SI
Percentil	Post	0,981	21	0,940	SI

Tal como se evidencia en la tabla anterior, con un estimado de confianza del 95% las variables *Título* y *Detalles especiales*, tanto en su versión *Pre* como *Post* no son normales. Mientras que las variables *Elaboración* y *Originalidad Narrativa* lo son solo en una de las tomas, por lo tanto no harán parte de las pruebas estadísticas y se considerarán como variables meramente descriptivas.

Las variables que superaron los supuestos de normalidad se analizaron bajo el estadístico t-student para diferencia de medias y en caso contrario se empleó la prueba no paramétrica de Wilcoxon para muestras relacionadas.

En cualquier caso, las hipótesis de contraste serán:

- H_0 : No hay diferencia significativa en las medias de la calificación (de la variable analizada) antes y después de aplicación del plan de estudio.
- H_a : Hay diferencia significativa en las medias de la calificación (de la variable analizada) antes y después de aplicación del plan de estudio.

El examen de diferencias por género se realizó a través del análisis de varianza de un factor (ANOVA), previo cumplimiento del principio de

Encabezado: ROBÓTICA EDUCATIVA Y DESARROLLO DE LA CREATIVIDAD

homocedasticidad en las variables, evaluado a través de la prueba de Levene en cuyo caso las hipótesis de contraste serán:

- Ho: Las medias de los k grupos son iguales y por tanto las diferencias encontradas pueden explicarse por el azar.
- Ha: Al menos uno de los grupos tiene una media distinta del resto de grupos

Resultados y Discusión

La comparación general de la tendencia pre y post de la variable Creatividad General presentada en la figura 1, parecen mostrar un mejoramiento en los resultados globales de la prueba; aspecto que podría indicar un efecto positivo de la aplicación del plan de estudio en los participantes.

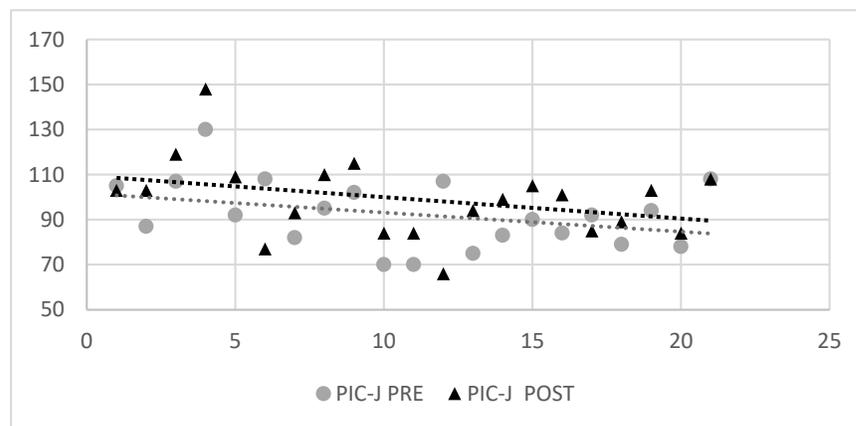


Figura 1 Diagrama de dispersión resultados de la prueba Pre y Post

Lo anterior sería concordante con lo reportado en Portugal y Venezuela por Alves (2000) y Rojas (2000) respectivamente, quienes implementaron programas de evaluación escolar creativa en escuelas de preescolar y primaria, en un contexto de materiales de apoyo pedagógico e interacción social. Los resultados muestran que la capacidad creativa de los niños se beneficia de la interacción con otros niños y que las dinámicas creativas desarrolladas actuaron como fuerza central de motivación para el proceso de aprendizaje.

Tal como se mencionó previamente, el puntaje PIC-J es el resultante de la agregación de las puntuaciones obtenidas en las categorías de creatividad narrativa y creatividad gráfica. La siguiente tabla muestra los estadísticos descriptivos más relevantes de tales variables (pre y post) y los resultados de la prueba t-student en diferencia de medias con 20 grados de libertad y 95% de confianza, para estas dos categorías.

Encabezado: ROBÓTICA EDUCATIVA Y DESARROLLO DE LA CREATIVIDAD

Tabla 3 Diferencia de medias por t-student para creatividad narrativa y gráfica

Estadísticos de variables emparejadas				Diferencias emparejadas			
Categoría	Variable	Media	D. estándar	Inferior	Superior	t	Sig. (bilateral)
Narrativa	Pre	78,33	14,172	-10,726	3,488	-1.062	0,301
	Post	81,95	16,609				
Gráfica	Pre	13,95	4,511	-4,398	-1,793	-4,956	0,000
	Post	17,05	4,985				

La comparación simple entre medias de las dos variables Post con su correspondiente medición Pre, parecen ser indicativas de una mejora porcentual considerable en los resultados de los participantes, particularmente en la variable creatividad narrativa.

Pese al pronóstico inicial, con un p-value de 0.301 en la prueba t para diferencia de medias, no hay razones que permitan ratificar las divergencias previstas entre los resultados obtenidos por los estudiantes antes y después de la implementación del plan de estudio en relación con su creatividad narrativa, esto es con su capacidad de obtener múltiples y novedosas soluciones a un problema de naturaleza verbal, a partir de la reestructuración del mismo. Esto parece ir en el mismo sentido de los hallazgos entregados por Sánchez (2003) en su tesis de maestría “Implementación de estrategias de robótica pedagógica en las instituciones educativas” donde reseñó como los ambientes de aprendizaje apoyados en la robótica permitieron el desarrollo de diversos tipos de aprendizaje, la solución de problemas, y el trabajo en equipo, entre otras habilidades de pensamiento.

De forma contraria ocurre con los resultados obtenidos por los estudiantes antes y después de la implementación del plan de estudio en relación con su capacidad de producir imágenes mentales originales, es decir de su capacidad creativa gráfica. Este descubrimiento se encuentra en consonancia con los documentados a través del estado del arte, pues parecen reafirmar la contribución de la robótica a la construcción de asociaciones y nuevas combinaciones en los estudiantes cuando estos trabajan en tareas no verbales como la manipulación de elementos espaciales.

La exploración de las influencias individuales de las subcategorías evaluadas para obtener la notación de la creatividad narrativa y gráfica, podría ofrecer mayor orientación con los aspectos que pudieron verse favorecidos con la aplicación del plan de estudio al grupo de participantes.

Para la notación de la creatividad narrativa se agruparon los resultados de las subcategorías fluidez, flexibilidad y originalidad. La siguiente tabla resume sus estadísticos más significativos y los resultados para la prueba t para diferencia de medias.

Encabezado: ROBÓTICA EDUCATIVA Y DESARROLLO DE LA CREATIVIDAD

Tabla 4 Diferencia de medias por t-student para fluidez, flexibilidad y originalidad narrativa.

Estadísticos de variables emparejadas				Diferencias emparejadas			
Categoría	Variable	Media	D. estándar	Inferior	Superior	t	Sig. (bilateral)
Fluidez	Pre	27,52	6,439	-4,881	6,310	0,266	0,793
	Post	26,81	10,614				
Flexibilidad	Pre	26,62	4,717	-4,100	-1,995	-	0,000
	Post	29,67	5,043				
Originalidad narrativa.	Pre	24,19	6,846	-2,508	-0,063	-	0,040
	Post	25,48	6,780				

La fluidez, a través de la prueba PIC-J, mide la capacidad del individuo de realizar asociaciones y representaciones ante un estímulo, que se combinan de diversas formas para responder a una situación. Los resultados presentados en la tabla anterior no permiten señalar que existan diferencias significativas entre la valoración pre y post implementación del plan de estudio para la subcategoría fluidez, pues el p-value es superior al 0,05 requerido para rechazar la hipótesis nula formulada.

Mientras que los resultados para la flexibilidad (p-value= 0.000) parecen entregar evidencia sobre las diferencias presentadas en el grupo después de la aplicación del plan de estudio. Según Artola (s.f.), una buena puntuación en flexibilidad es indicativa de una alta capacidad de movilidad o cambio de perspectiva e implica también la capacidad para adaptarse a nuevas reglas de juego.

Como se mencionó previamente la variable originalidad narrativa no cumple los supuestos de normalidad, y por tanto su resultado no ofrece sustento estadístico. Es decir, con la información disponible podríamos inferir que aunque se presentaron mejoras en la puntuación obtenida por los participantes en cuanto a flexibilidad, estos no lograron jalonar los resultados de la categoría creatividad narrativa.

Siguiendo la misma metodología, se presenta el resultado de la prueba T para la subcategoría Originalidad Gráfica y de las subcategorías Título y Detalles Especiales, esta vez a través de la prueba de Wilcoxon, en razón al incumplimiento de los supuestos de normalidad requeridos para la utilización de la t-student.

Tabla 5 Diferencia de medias por t-student para originalidad gráfica

Estadísticos de variables emparejadas				Diferencias emparejadas			
Categoría	Variable	Media	D. estándar	Inferior	Superior	t	Sig. (bilateral)
Originalidad Gráfica	Pre	5,57	2,481	-1,690	-0,310	-	0,007
	Post	6,57	2,399				

La variable *Originalidad gráfica* muestra mejora significativa después de la aplicación del plan de estudio. El manual para la interpretación de los resultados de la prueba PIC-J establece que esta aptitud se requiere en profesiones orientadas a aportar soluciones nuevas, entre ellas inventor; aspecto estrechamente relacionado con los objetivos pedagógicos del plan de estudio propuesto.

Encabezado: ROBÓTICA EDUCATIVA Y DESARROLLO DE LA CREATIVIDAD

Tabla 6 Prueba de rangos de Wilcoxon para título y detalles

Estadísticos de contraste	Título Pre Título Post	Detalles Pre Detalles Post
Z	-2,121	-1,342
Sig. Asintót. (bilateral)	0,034	0,180

Por su parte la prueba de Wilcoxon para muestras relacionadas permite señalar que cambió significativamente la puntuación para la variable *Título*, pero no para la variable *Detalles especiales*. *Título* es un variable puente entre las habilidades verbales y gráficas, ya que hay producción lingüística a partir de un estímulo visual, aspecto llamativo teniendo en cuenta los resultados previos sobre Creatividad gráfica y narrativa.

Un hallazgo inesperado es que la variable *Detalles especiales* no muestre diferencias significativas, pues de acuerdo con el manual de valoración de la prueba, ésta refleja la capacidad de reestructuración perceptiva, es decir de ver un problema de manera diferente a como lo ven las demás personas; característica altamente desarrollada por la robótica educativa, desde la evidencia empírica.

A manera de resumen, hasta este punto hemos encontrado que las subcategorías flexibilidad, originalidad gráfica y título han mostrado variaciones significativas en su valoración Pre y Post. Caso contrario a las variables Detalles especiales y Fluidez que no parecen tener variaciones entre las dos mediciones. Hemos encontrado también que la agregación de estas subcategorías revela mejoras en la creatividad gráfica de los participantes, indicando un posible efecto de la aplicación del plan de estudio sobre los estudiantes del grado sexto del colegio Mayor los Andes. No obstante, los resultados del estadístico de prueba para el puntaje global de la PIC-J parecen contradecir estos hallazgos.

Tabla 7 Diferencia de medias por t-student para creatividad general

Categoría	Estadísticos de variables emparejadas			Diferencias emparejadas			
	Variable	Media	D. estándar	Inferior	Superior	t	Sig. (bilateral)
Percentil	Pre	51,43	24,621	0,830	16,789	2,309	0,332
	Post	60,24	16,058				

Es decir, con base en la información recabada, no hay evidencia significativa que indique que la aplicación del plan de estudio de robótica a los estudiantes de grado sexto A del Colegio los Andes en el periodo señalado, conduzca a un mejoramiento de su capacidad creativa medida a través de la prueba PIC-J. No obstante, resulta pertinente señalar que tal como se ha presentado en esta exposición de resultados algunas de las subcategorías evaluadas en la prueba ciertamente han presentado diferencias significativas. Lo anterior podría significar que bien los efectos pueden diluirse en la puntuación global del test, hay evidencia de mejoras parciales en algunas de los aspectos evaluados por el mismo.

Resultados contrarios a los esbozados por Pinto (2010) en Acosta et al (2015) quien, a partir del trabajo con grupos de los niveles de enseñanza preescolar y

Encabezado: ROBÓTICA EDUCATIVA Y DESARROLLO DE LA CREATIVIDAD

primaria en tres instituciones educativas del departamento de Boyacá, encontró efectos positivos de la interacción con robots para procesos cognitivos de los estudiantes, permitiendo la integración de conocimiento en diferentes áreas, o los encontrados por Quiroga y Parra (2010) citado por Peralta (2015, p18)

Además de la puntuación general de creatividad, la prueba PIC-J proporciona una tabla de baremos construida con una muestra representativa de escolares españoles de 1 de ESO a 2 de bachillerato de ambos sexos, con la intención de ofrecer una muestra de referencia. Si bien, se reconocen las diferencias sociales, económicas y demográficas con el grupo tipificado, esta medición sirve como indicativo general de medición frente a puntajes típicos.

El valor medio de la variable percentil pasa de 51.43 en la medición Pre a 60.24 en la medición Post. Es decir, en la medición Post el grupo reveló una puntuación promedio superior al 60.24% de la muestra de referencia, mientras que previamente solo lograba superar al 51.43% de la misma.

No obstante y sin perjuicio de lo anterior, tal como se infiere de la siguiente tabla, no se pueden demostrar diferencias estadísticamente significativas entre la ubicación por percentiles de cada uno de los estudiantes, una vez finalizado el acompañamiento curricular en robótica.

Tabla 8 Diferencia de medias por t-student para percentil Pre y Post

	Suma de cuadrados	de Gl	Media cuadrática	F
Entre grupos	130,477	1	130,477	,557
Dentro de grupos	4451,809	19	234,306	-
Total	4582,286	20	-	-

Ahora bien, en este momento resulta pertinente preguntarse si la ausencia de tales efectos se da de manera homogénea para toda la población observada, o si por el contrario los efectos difieren en razón al género.

El estadístico de contraste F para el análisis de varianza de un factor p -value = 0,557 ($<0,005$) no permite rechazar la hipótesis de que una de las poblaciones difiere de las demás en cuanto a su valor esperado, lo que significa que no se presentan diferencias significativas entre los puntajes de *Creatividad General* para hombres y mujeres, tal como se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 9 Análisis de varianza por un factor para creatividad general

Categoría	Estadísticos de variables emparejadas			Diferencias emparejadas			
	Variable	Media	D. estándar	Inferior	Superior	t	Sig. (bilateral)
Percentil	Pre	51,43	24,621	0,830	16,789	2,309	0,332
	Post	60,24	16,058				

Con base en los hallazgos previos, indagamos si este comportamiento se extrapola a cada una de las subcategorías. Los resultados presentados en la tabla 10, así lo confirman:

Encabezado: ROBÓTICA EDUCATIVA Y DESARROLLO DE LA CREATIVIDAD

Tabla 10 Análisis de varianza por un factor para todas las variables

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Fluidez Post	Entre grupos	0,229	1	,229	,002	,965
	Dentro de grupos	2253,009	19	118,579		
	Total	2253,238	20			
Fluidez Pre	Entre grupos	2,702	1	2,702	,062	,806
	Dentro de grupos	826,536	19	43,502		
	Total	829,238	20			
Originalidad Pre	Entre grupos	4,956	1	4,956	,101	,754
	Dentro de grupos	932,282	19	49,067		
	Total	937,238	20			
Originalidad Post	Entre grupos	10,134	1	10,134	1,83 4	,192
	Dentro de grupos	105,009	19	5,527		
	Total	115,143	20			
Narrativa Pre	Entre grupos	4,158	1	4,158	,020	,890
	Dentro de grupos	4012,509	19	211,185		
	Total	4016,667	20			
Narrativa Post	Entre grupos	0,443	1	,443	,002	,969
	Dentro de grupos	5516,509	19	290,343		
	Total	5516,952	20			
Flexibilidad Pre	Entre grupos	3,352	1	3,352	,144	,708
	Dentro de grupos	441,600	19	23,242		
	Total	444,952	20			
Flexibilidad Post	Entre grupos	6,130	1	6,130	,232	,636
	Dentro de grupos	502,536	19	26,449		
	Total	508,667	20			

Conclusiones

- El p-value (0.332) hallado a través de la prueba de t-student para diferencia de medias no permite rechazar la hipótesis nula de la prueba, y por tanto la información analizada no recoge evidencia significativa que permita afirmar que la propuesta curricular en el marco de la robótica educativa implementada con los estudiantes de grado sexto del Colegio Mayor de los Andes haya mejorado su Capacidad creativa, medida ésta a través de la puntuación de la prueba PIC-J. Es decir las medias de la calificación obtenida por los estudiantes antes y después de la intervención no difieren significativamente.
- A pesar de que la calificación global de la Prueba PIC-J no revela variaciones significativas antes y después de la aplicación del currículo, la medición individual para las variables Flexibilidad, Originalidad gráfica y Título si

Encabezado: ROBÓTICA EDUCATIVA Y DESARROLLO DE LA CREATIVIDAD

muestra diferencias relevantes en los estudiantes antes y después. Con valores de significancia (0.000), (0.007) y (0.034), respectivamente para las pruebas de diferencia de medias t-student y Wilcoxon los resultados no permiten rechazar la hipótesis nula planteada en cada caso.

- A través del análisis de varianza por un factor se compararon los puntajes globales para la Prueba PIC-J; el valor de significancia de contraste (0.332) no permite suponer diferencias en función del género en relación al efecto ocasionado por la intervención pedagógica. Es decir, no hubo efectos ni para la muestra masculina, ni para la femenina analizada.

Limitaciones

Las principales limitaciones de la presente investigación están relacionadas particularmente con la frecuencia de los encuentros con la muestra seleccionada y por ende a su exposición a la metodología propuesta. Esto en gran medida impidió que los resultados fueran más concluyentes.

De otra parte, el reducido número de la muestra considerada impidió que los resultados fueran generalizados en función de la institución y/o el de los grados, por consiguiente, sugiero para próximas investigaciones considerar una muestra más amplia y heterogénea.

Resulta importante señalar que, aunque los recursos que se utilizaron, fueron suficientes y favorecieron la implementación del programa de robótica educativa, estos podrían ampliarse en futuras investigaciones, y lograr de esta manera mayor contribución al trabajo de aula y por consiguiente al fortalecimiento de la creatividad.

Para finalizar, más allá de la posibilidad de análisis que surgen de los resultados, emerge de la investigación la decisión de profundizar en los aspectos relacionados con los contenidos, recursos y metodologías, que contribuyen en el fortalecimiento de la creatividad de los estudiantes, que se exponen al programa de robótica educativa, en el colegio Mayor de los Andes.

Agradecimientos

Deseo expresar mi agradecimiento a Dios por darme la fortaleza para no desfallecer, a mis padres por darme el regalo de la vida, a mi esposa, hijos, nieto y familiares por ser apoyo incondicional en todo momento, a mi asesor, Doctor Ricardo Leonardo Perea, por su orientación y acompañamiento constante, a la universidad y sus docentes, por brindarme tan excelsa formación y a todas las personas que contribuyeron para que este sueño se consolidara.

Bibliografía

Acosta, M., Forigua, C., & Navas, M. (2010). Robótica Educativa: un entorno tecnológico de aprendizaje que contribuye al desarrollo de habilidades "(Doctoral dissertation, Tesis de Maestría). Pontificia Universidad Javeriana, Colombia).

Encabezado: ROBÓTICA EDUCATIVA Y DESARROLLO DE LA CREATIVIDAD

- Acuña, A. (2004). Robótica y aprendizaje por diseño. Extraído el 12 de febrero de 2012.
- Acuña, M. G., & Sosa, N. M. (2017). Experimentando prácticas de enseñanza. El ABP, sus implicancias para el desempeño del rol del tutor. *Revista de Ciencia y Tecnología*.
- Aliane, N. (2006). Una experiencia de aprendizaje basado en proyecto en una asignatura de robótica.
- Alves, A. C.; Blikstein, P.; Lopes, R. D. Robótica na periferia? Uso de tecnologias digitais na rede pública de São Paulo como ferramentas de expressão e inclusão. In: XI WIE - Workshop sobre Informática na Escola, 2005, São Leopoldo. Anais do XI WIE - Workshop sobre Informática na Escola (SBC), 2005 CD-ROM.
- Arlegui de Pablos, J., & Pina, A. (2010). Enseñanza-aprendizaje constructivista a través de la Robótica Educativa.
- Armas, A. G. La importancia de la creatividad en el aula. (2009)
- Artola, T., Barraca, J., Mosteiro, P., Poveda, B., Martín Azañedo, C., Ancillo, I (2008). PIC-J. Prueba de Imaginación Creativa para Jóvenes. Madrid: TEA Ediciones.
- Ayuso Pecharroman, M. Á. (2016). Robótica educativa: una nueva metodología activa para fomentar la motivación, la creatividad y el aprendizaje significativo en la etapa de primaria.
- Barrantes, R. (2012). Teoría construccionista. Universidad del Norte.
- Bravo Sánchez, F. Á., & Forero Guzmán, A. (2012). La robótica como un recurso para facilitar el aprendizaje y desarrollo de competencias generales. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 13(2).
- Cantarero, J. C., & Chaves, Carranque G. A. C. (2016). Relación entre pensamiento creativo y el ejercicio físico en personas adultas. *Revista iberoamericana de psicología del ejercicio y el deporte*, 11(1), 47-52.
- D'Abreu, J. V. V., & Villalba-Condori, K. O. (2017). Educación y Robótica Educativa. *Revista de Educación a Distancia*, 54.
- Del Mar, A. (2006). Planificación de actividades didácticas para la enseñanza y aprendizaje de la ciencia y tecnología a través de la Robótica Pedagógica con enfoque CTS. Universidad Católica Andrés Bello
- Del Morral E (1999). El reto del desarrollo de la creatividad. Universidad de Oviedo. *Primeras noticias Comunicación y Pedagogía*. 20(160).
- Eguchi, A. (2010). What is Educational Robotics? Theories behind it and practical implementation. *Proceedings of Society for Information Technology & Teacher Education International Conference*, (págs. 4006-4014). Chesapeake.
- Fustamante, C., & Liliana, G. (2018). Programa Pedagógico en Robótica Educativa para Mejorar el desarrollo de la Capacidad de Resolución de Problemas en los estudiantes del Segundo Grado "D" de la IE N° 10022 del Distrito de Chiclayo. 2016.
- Garaibordobil M (1995). Intervención de la creatividad: evaluación de una experiencia. Universidad del País Vasco. *Revista Iberoamericana de Diagnóstico y Evaluación Psicológica*.

Encabezado: ROBÓTICA EDUCATIVA Y DESARROLLO DE LA CREATIVIDAD

- Góngora Parra, Y., & Martínez Leyet, O. L. (2012). Del diseño instruccional al diseño de aprendizaje con aplicación de las tecnologías. *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*.
- Gordillo, I. C., & Fernández, I. (2009). Funcionalidad y niveles de integración de las TIC para facilitar el aprendizaje escolar de carácter constructivista. *IE Comunicaciones: Revista Iberoamericana de Informática Educativa*.
- Hernández Rojas, G. (2008). Los constructivismos y sus implicaciones para la educación. *Perfiles educativos*, 30(122), 38-77.
- Hurtado González, J. M. (2015). La robótica educativa como recurso tecnológico innovador para potenciar el razonamiento lógico, la creatividad y el aprendizaje significativo en la asignatura de Matemáticas para los niños del segundo año de educación básica de la escuela Lauro Damerval Ayora N1(Bachelor's thesis, Loja).
- Ibarra, R., Arteaga, M. G., & Maya, P. (2007). *Un Ambiente de Aprendizaje con la Robotica Pedagógica para Embalaje*. Instituto Politécnico Nacional.
- Klimenko, O. (2008). La creatividad como un desafío para la educación del siglo XXI. *Educación y educadores*.
- Lemos, M. A., Marques, M. A., Botura Jr, G., & Soares, F. G. (2014). Una propuesta robusta e de bajo costo para ejecutar Robótica Educativa. *Universidad Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho*.
- Ministerio de Educación Nacional-MEN. (2012). *Plan Sectorial 2010-2014. Documento No. 9*. Bogotá:
- Moreno, I., Muñoz, L., Serracín, J., Quintero, J., Patiño, K., & Quiel, J. (2012). La robótica educativa, una herramienta para la enseñanza-aprendizaje de las ciencias y las tecnologías.
- Odorico, A. (2004). Marco teórico para una robótica pedagógica. *Revista Informática Educativa y Medios Audiovisuales*, 1(3), 34-46.
- Odorico, A. (2005). La robótica desde una perspectiva pedagógica. *Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales*, 2(5), 33-48.
- Ordoñez, C. L. (2004). Pensar pedagógicamente desde el constructivismo. De las concepciones a las prácticas pedagógicas. *Revista de estudios sociales*, (19), 7-12.
- Peralta, G (2015). *Robótica Educativa: Una estrategia en el desarrollo de la creatividad y capacidades en educación en tecnologías*. Bogota, Colombia:Milla.
- Piaget, J. (1976). Development explains learning. In S. F. Campbell (Ed.), *Piaget sampler: An introduction to Jean Piaget in his own words*. New York: John Wiley and Sonso.
- Pozo, E. G. (2005). *Técnicas para la Implementación de la Robótica en la Educación Primaria*.
- Requena, S. H. (2008). El modelo constructivista con las nuevas tecnologías: aplicado en el proceso de aprendizaje. *RUSC. Universities and Knowledge Society Journal*.
- Rueda, B. E. P., Suárez, S. P. R., & Medina, R. R. (2013). La creatividad y la tendencia en pruebas de creatividad. *Revista Perspectivas Educativas*.

Encabezado: ROBÓTICA EDUCATIVA Y DESARROLLO DE LA CREATIVIDAD

- Ruiz, E. (1987). La robótica pedagógica. Centro de Estudios sobre la Universidad CESU, Universidad Nacional Autónoma de México. [Online] Disponible en internet [citado en 01 de julio de 2010].
- Sánchez, M. (2003). Implementación de estrategias de robótica pedagógica en las instituciones educativas. Bogotá. Colombia.
- Soto, G., Ferrando, M., Sáinz, M., Almeida, L. S., & Prieto, L. (2015). Creatividad y sus dimensiones: ¿De qué hablamos y qué evaluamos? *Universitas Psychologica*, 14(3).
- Toribio, A., & Martín, T. (2018). Robótica y Desarrollo del pensamiento creativo de los estudiantes de la Institución Educativa 22533 Antonia Moreno de Cáceres Ica.

ANEXO

Bogotá D.C., Mayo 10 de 2019

Señores
MAESTRIA EN EDUCACIÓN
Universidad Antonio Nariño

AUTORIZACIÓN DE PUBLIACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN Y ARTÍCULO

Yo Hermes Ruiz Caamaño mayor de edad, identificado con la cédula de ciudadanía número 77.104.090 de Chiriguaná actuando en nombre propio, en mi calidad de autor del artículo o libro:

La robótica educativa y su aporte en el desarrollo de la creatividad en estudiantes de básica secundaria.

Hago entrega del texto respectivo en formato digital (WORD), y sus anexos, y autorizo a la Maestría en Educación de la Universidad Antonio Nariño para que publique, divulgue y use el trabajo referenciado con fines académicos.

Autorizo a que la obra aparezca con mi nombre como autora junto con el de mi director de tesis.

Atentamente,

Firma:



Nombre: Hermes Ruiz C.

Cedula: 77'104.090 de Chiriguaná



LA ROBÓTICA EDUCATIVA Y SU APORTE EN EL DESARROLLO DE LA CREATIVIDAD EN ESTUDIANTES DE BÁSICA SECUNDARIA

PLAN DE ESTUDIOS EN ROBÓTICA EDUCATIVA

AREA/AREA: MATEMÁTICAS Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN **ASIGNATURA/SUBJECT:** INFORMÁTICA Y ROBÓTICA **GRADO/GRADE:** SEXTO

PERIODO/TERM	TEMA/TOPIC	OBJETIVO/OBJECTIVE
PRIMERO	<p>1.1 Electrónica I</p> <p>1.1.1 Concepto y componentes básicos de la electrónica</p> <p>1.1.2 Resistencias</p> <p>1.1.3 Medición de resistencias en serie y en paralelo</p> <p>1.1.4 Montajes sencillos utilizando Snap Circuit</p> <p>1.2 Scratch</p> <p>1.2.1 Interfaz de trabajo</p> <p>1.2.2 Bloques o elementos del lenguaje</p> <p>1.2.3 Zona de programación</p> <p>1.2.4 Seleccionar, arrastrar y soltar objetos</p> <p>1.2.5 Ejercicios básicos</p> <p>1.3 Introducción a Arduino UNO</p>	<p>1. Conocer componentes electrónicos básicos, realizar montajes de circuitos electrónicos mediante el uso de Snap Circuit y utilizar Scratch para programar en bloques.</p>
SEGUNDO	<p>2.1 Electrónica II</p> <p>2.1.1 Montajes intermedios con Snap Circuit I.</p> <p>2.1.2 Montajes intermedios con Snap Circuit II.</p> <p>2.2 Scratch</p> <p>2.2.2 Introducción a Scratch</p> <p>2.2.3 Operaciones con Scratch</p> <p>2.3 Arduino Uno</p> <p>2.3.1 Scratch para Arduino uno</p> <p>2.3.2 Ejercicio I (diseño y explicación del problema a solucionar).</p> <p>2.3.3 Ejercicio II (diseño y explicación del problema a solucionar).</p>	<p>2. Hacer montaje mediante el uso de Snap Circuit así como diseñar, programar y explicar la solución a un problema usando el kit de Arduino uno y el software Scratch para Arduino uno.</p>



LA ROBÓTICA EDUCATIVA Y SU APORTE EN EL DESARROLLO DE LA CREATIVIDAD EN ESTUDIANTES DE BÁSICA SECUNDARIA

PLAN DE ESTUDIOS EN ROBÓTICA EDUCATIVA

AREA/AREA: MATEMÁTICAS Y TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN **ASIGNATURA/SUBJECT:** INFORMÁTICA Y ROBÓTICA **GRADO/GRADE:** SEXTO

PERIODO/TERM	TEMA/TOPIC	OBJETIVO/OBJECTIVE
TERCERO	<p>3.1 Electrónica III 3.1.1 Montajes semicomplejos con Snap Circuit I. 3.1.2 Montajes semicomplejos con Snap Circuit II. 3.1.3 Montajes intermedios con Snap Circuit III.</p> <p>3.2 Scratch 3.2.1 Juego esquivar balones en Scratch 3.2.2 Ejercicio de pong en Scratch</p> <p>3.1 Arduino Uno 3.1.1 Ejercicio I. 3.1.2 Ejercicio II.</p>	<p>3. Hacer montaje mediante el uso de Snap Circuit así como programar en Scratch para Arduino S4A.</p>
CUARTO	<p>4.1 Electrónica IV 4.1.1 Montajes semicomplejos con Snap Circuit I. 4.1.2 Montajes semicomplejos con Snap Circuit II.</p> <p>4.2 Scratch 4.2.1 Juego ejercicio de ta te ti en Scratch 4.2.2 Juego del ahorcado en Scratch</p> <p>4.3 Arduino Uno 4.3.1 Ejercicio I 4.3.2 Ejercicio II.</p>	<p>4. Hacer montaje mediante el uso de Snap Circuit así como programar en Scratch.</p>