

DESARROLLO DE HABILIDADES STEM ACERCANDO EL PENSAMIENTO
COMPUTACIONAL A NIÑAS EN SITUACIÓN DE VULNERABILIDAD DEL MUNICIPIO
DE FUSAGASUGÁ

Investigador Principal:

EVA PATRICIA VÁSQUEZ GÓMEZ

Coinvestigadores:

ANA ESPERANZA MERCHÁN HERNÁNDEZ

WILSON DANIEL GORDILLO OCHOA

Auxiliares de investigación:

BIBIANA MERCEDES SÁNCHEZ LOZANO

CAROL TATIANA CASALLAS OCHOA



UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS
FUSAGASUGA

2019

DESARROLLO DE HABILIDADES STEM ACERCANDO EL PENSAMIENTO
COMPUTACIONAL A NIÑAS EN SITUACIÓN DE VULNERABILIDAD DEL MUNICIPIO
DE FUSAGASUGÁ

BIBIANA MERCEDES SÁNCHEZ LOZANO

CAROL TATIANA CASALLAS OCHOA

PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR EL TÍTULO
DE INGENIERO DE SISTEMAS

DIRECTOR DEL PROYECTO:
EVA PATRICIA VÁSQUEZ GÓMEZ

UNIVERSIDAD DE CUNDINAMARCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
PROGRAMA INGENIERÍA DE SISTEMAS
FUSAGASUGA

2019

Índice

Justificación	1
Revisión teórica	4
Pregunta de investigación	11
Objetivos	11
Objetivo General	11
Objetivos específicos	11
Diseño de la investigación	12
Presentación de la actividad didáctica	15
Talleres, contenidos y materiales	16
Participantes	16
Diseño de las actividades	16
Competencias generales	17
Fase de Análisis	18
Contexto de implementación	18
Evaluación de necesidades	19
Perfiles Usuarios	19
Contenidos	21
Actividades	22
Enfoque pedagógico	24
Recursos	24
Necesidades existentes	26
Limitantes	26
Fase de Diseño	26

Objetivos de Aprendizaje.....	26
Competencias específicas por desarrollar	27
Estrategias pedagógicas.	27
Roles de los estudiantes y profesor.....	30
Listado de materiales didácticos	30
Metodología	30
Ficha de Actividades.....	32
Variables	42
Caracterización de la población y muestra	42
Muestra General.....	42
Instrumentos de recolección de datos	43
Técnicas de recolección de datos.....	43
Planificación e implementación del trabajo de campo	46
Estrategia analítica	47
Análisis crítico de la metodología utilizada.....	48
Resultado del proceso de análisis	49
Análisis 1: Valoración de la experiencia con la implementación de talleres de robótica educativa como metodología pedagógica para la enseñanza del pensamiento computacional con el fin de fortalecer el desarrollo de habilidades STEM en niñas de 7 a 12 años al inicio y al final de la actividad.....	49
Análisis 2: Contraste de medias pre y post-test sin grupo de control.....	57
Análisis 3: Análisis cualitativo de la observación directa.	64
Conclusiones.....	68
Perspectivas de investigación	75
Bibliografía	76
Anexos	80

Anexo 1. Cuestionario o test aplicado al inicio y final de la actividad.....	80
--	----

Índice de Tablas

Tabla 1. <i>Actividades</i>	22
Tabla 2. <i>Roles de los estudiantes y profesor. Fuente: Propia</i>	30
Tabla 3. <i>Ejes Temáticos</i>	31
Tabla 4. <i>Actividad pedagógica: Sesión 0, taller 1</i>	32
Tabla 5. <i>Actividad pedagógica: sesión 1, taller 2</i>	33
Tabla 6. <i>Actividad pedagógica: Sesión 1, taller 3</i>	34
Tabla 7. <i>Actividad pedagógica: Sesión 1, taller 4</i>	35
Tabla 8. <i>Actividad pedagógica: Sesión 1, taller 5</i>	36
Tabla 9. <i>Actividad pedagógica: Sesión 2, taller 6</i>	37
Tabla 10. <i>Actividad pedagógica: Sesión 2, taller 7</i>	38
Tabla 11. <i>Actividad pedagógica: Sesión 2, taller 8</i>	39
Tabla 12. <i>Actividad pedagógica: Sesión 2, taller 9</i>	40
Tabla 13. <i>Actividad pedagógica: Sesión 2, taller 10</i>	41
Tabla 14. <i>Estadística de fiabilidad del cuestionario “valoración de la experiencia con la implementación de talleres de robótica educativa como metodología pedagógica para la enseñanza del pensamiento computacional con el fin de fortalecer el desarrollo de habilidades STEM en niñas de 7 a 12 años”</i>	45
Tabla 15. <i>Cronograma de actividades a realizar</i>	46
Tabla 16. <i>Valoración de la actividad inicial de habilidades STEM (PRETEST)</i>	50
Tabla 17. <i>Valoración de la actividad inicial de habilidades STEM (POSTEST)</i>	54
Tabla 18. <i>Pregunta que permitirá conocer el grado de asociación o independencia que presentan la variable categórica “participación en los talleres de robótica educativa para el desarrollo de habilidades STEM” y cuantitativa de los estudiantes respecto a la valoración de la experiencia al iniciar los talleres y al terminar</i>	58
Tabla 19. <i>Estadísticos resumen del grupo</i>	59

Tabla 20. <i>Pruebas de normalidad</i>	59
Tabla 21. <i>Cuadro resumen con los estadísticos descriptivos más relevantes en el grupo experimental de participación en los talleres de robótica educativa (Pre/Post)</i>	62
Tabla 22. <i>Prueba de muestras relacionadas</i>	63
Tabla 23. <i>Estadísticos descriptivos por dimensión pretest y posttest de la evaluación de habilidades STEM con el grupo experimental</i>	73

Índice de Figuras

<i>Figura 1. Ciclo de la investigación – acción según Whitehead (1991).</i>	13
<i>Figura 2. Instalaciones de la escuela Antonia Santos. Fuente: Propia.</i>	19
<i>Figura 3. Estadísticas de contexto 1. Fuente: Propia</i>	20
<i>Figura 4. Estadísticas de contexto 2. Fuente: Propia</i>	21
<i>Figura 5. Evidencia Taller Cubos SOMA. Fuente: Propia</i>	32
<i>Figura 6. Evidencia Taller Neuron, Gato. Fuente: Propia</i>	33
<i>Figura 7. Evidencias Taller Neuron, Bomba y Telégrafo. Fuente: Propia</i>	34
<i>Figura 8. Evidencias Taller Neuron Dinosaurio y Disco DJ. Fuente: Propia</i>	35
<i>Figura 9. Evidencias Taller Neuron, Paleta Luminosa y Guitarra. Fuente: Propia</i>	36
<i>Figura 10. Evidencias Taller WeDo, Milo. Fuente: Propia</i>	37
<i>Figura 11. Evidencias Taller WeDo, Coche Carreras. Fuente: Propia</i>	38
<i>Figura 12. Evidencias Taller WeDo Metamorfosis. Fuente: Propia.</i>	39
<i>Figura 13. Evidencias Taller WeDo Robot Tracción. Fuente: Propia.</i>	40
<i>Figura 14. Evidencia Taller WeDo, Estructuras Robustas. Fuente: Propia</i>	41
<i>Figura 15. Representación gráfica de la distribución de la variable cuantitativa (media del grupo) en el grupo experimental por la variable cualitativa (Habilidades STEM al iniciar y finalizar la experiencia)</i>	60

Resumen

El presente proyecto apunta a mejorar las habilidades STEM en niñas de 7 a 12 años en situación de vulnerabilidad del municipio de Fusagasugá a través de metodologías pedagógicas diseñadas específicamente para la enseñanza del pensamiento computacional. Diferentes estudios e investigaciones han confirmado la baja participación de mujeres en áreas del conocimiento enfocadas a STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) y la desigualdad de oportunidades entre hombres y mujeres. En el caso de Colombia, de acuerdo a estudios realizados por el Ministerio de Educación sobre la brecha de género en el sector TI (Tecnologías de la Información), del total de matriculados en 2010 para todos los programas de educación superior disponibles en Colombia vinculados a las TI, solo 41.687 correspondían al género femenino, constituyendo el 33% sobre el total de estudiantes inscritos. Increíblemente, para el 2015 el número de mujeres disminuyó para una cantidad de 37.010 matriculadas, lo que configura un 26% sobre el total abriendo más la brecha de género entre los colombianos que se desempeñarán en el sector TI. En la Universidad de Cundinamarca, en promedio solo el 20% de los estudiantes matriculados en Ingeniería de Sistemas e Ingeniería Electrónica son mujeres, con tendencia a la baja en los últimos años, lo cual se puede evidenciar en la problemática de desigualdad e inequidad que sufre la mujer, para el caso de Fusagasugá existen diferentes causas, resaltando la desigualdad en el campo laboral y la dificultad para acceder a programas de educación superior por su condición social y económica. Por lo expuesto anteriormente, el proyecto propone el diseño y puesta en marcha de una metodología pedagógica apropiada para el proceso de enseñanza de pensamiento computacional para mejorar las habilidades STEM en niñas de 7 a 12 años en situación de vulnerabilidad en sectores del municipio de Fusagasugá. Para esto se diseñará la metodología pedagógica, se construirán los contenidos que serán parte de la metodología pedagógica formulada y se evaluará su efectividad para mejorar las habilidades STEM. Los resultados esperados del proyecto son:

- La presentación de un artículo para publicación en una revista indexada nacional o internacional.
- La realización de un trabajo de grado (tesis de pregrado).

- La presentación de un artículo para ponencia a un evento científico a nivel nacional o internacional.
- Boletín divulgativo de resultado de investigación.

Palabras Clave: STEM, pensamiento computacional, género, equidad, vulnerabilidad

Introducción

Este trabajo se inscribe en la línea de investigación denominada Tecnología y Escenarios Formativos, dentro del proyecto de investigación “Desarrollo de Habilidades STEM Acercando el Pensamiento Computacional a Niñas en Situación de Vulnerabilidad del Municipio de Fusagasugá”, el cual en uno de sus objetivos busca aportar comprensión al evaluar la efectividad de una propuesta de formación para niñas de primaria utilizando componentes de robótica educativa como Wedo 2.0 y Neuron, con el fin de mejorar las habilidades STEM (Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas). Para lo cual, se implementaron talleres de robótica educativa a niñas de 4° y 5° de primaria de la Escuela Pública Antonia Santos, ubicada en una zona vulnerable del municipio de Fusagasugá.

Con el fin de plasmar el desarrollo de la investigación, orientada al objetivo previamente especificado, el presente estudio se ha estructurado en 5 fases principales: Inicial, preparatoria, concreción, analítica e informativa.

En la revisión teórica de la investigación se analizan los principales conceptos y trabajos que de algún modo han realizado aportaciones relacionadas con el tema.

Luego, se define la pregunta de investigación y se precisan los objetivos de estudio. Asimismo, se describen las técnicas e instrumentos utilizados para la recolección de datos.

Seguidamente se presenta la discusión de los resultados obtenidos a lo largo de la investigación.

Por último, se elaboran las conclusiones y algunas propuestas de mejora luego de la valoración crítica del trabajo realizado. Además, se incluyen las referencias bibliográficas y los anexos con documentos, figuras y tablas, que aportan información complementaria al análisis de los resultados.

Justificación

El término STEM son las siglas en inglés de Science, Technology, Engineering y Mathematics (Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas). Surgió hace 120 años en el Comité de los Diez en Harvard, al querer modernizar el sistema escolar dentro de una sociedad cada vez más industrial y menos agraria, con la incorporación de la tecnología (Lloyd, citado por Domingo, 2016). Con las competencias STEM se pretende desarrollar el emprendimiento, la innovación y la competitividad, habilidades enmarcadas dentro de la economía actual, con la finalidad de facilitar la inserción de la población mundial en el mercado laboral de una sociedad cada vez más tecnológica (Uzcanga y Gómez, citado por Domingo, 2016). La formación en matemáticas y ciencias se ha venido dando de manera aislada, lo que se pretende con la implementación del concepto STEM es unir estas dos áreas del conocimiento e incorporar la Ingeniería y la Tecnología. En el futuro, la escasez en la oferta de profesionales capacitados en disciplinas STEM puede debilitar la capacidad innovadora de una sociedad. Algunos estudios demuestran que los países con mayor cantidad de profesionales graduados en Ingeniería tienen un mejor desarrollo en comparación con países cuyos graduados son en mayor proporción de otras disciplinas. Además, se ha venido observando en todo el mundo la persistencia de una profunda brecha de género en todas las disciplinas STEM (Murphy, Shleifer, Vishny, citado por Díaz, 2016). Si bien, las mujeres han ganado espacio y representación en muchas áreas profesionales visiblemente reconocidas en la sociedad, sigue persistiendo una baja participación en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas.

Pero, ¿por qué es tan importante crear un espacio de formación que desarrolle habilidades STEM dedicado exclusivamente a niñas?, de acuerdo a un artículo publicado por la psicóloga Lucía Múgica Bermejo, en el portal de www.innovaspain.com, el 6 de Marzo de 2017, “Se podría pensar que en la época en que vivimos no se valora a las personas por el género, sino por su valía y habilidades y, por lo tanto, una sección dedicada a mujeres no tiene mucho sentido. El problema es que, aunque estemos en el siglo XXI, aún no existe igualdad de oportunidades entre hombres y mujeres.” (Múgica, 2017).

Lo anterior, pudo ser evidenciado por Sarah-Jane Leslie, del Departamento de Filosofía de la Princeton University, Princeton, NJ, EUA, y colaboradores, a través de un estudio cuyo resultado fue publicado en la revista Science donde presentan evidencias de que “las mujeres están presentes en menor proporción en áreas en que se cree que requieren brillantez y talentos innatos, y no trabajo arduo y dedicación. Según los autores, las mujeres son enseñadas desde la infancia a creer en eso, lo que puede descorazonarlas en seguir una carrera en temas como física, ingeniería o matemáticas. (Leslie, Cimpian, Meyer & Freeland, 2015)

Además, en el caso de Colombia, si tenemos en cuenta que muchas de las niñas de nuestra sociedad actual presentan situación de vulnerabilidad económica y social, donde la posibilidad de ingresar a estudios superiores y tener un trabajo digno en un futuro disminuye considerablemente, la educación en las escuelas y colegios es la manera más segura de alcanzar una igualdad de oportunidades para “acceder, permanecer, y completar la educación básica y secundaria” (UNICEF, 2014) y de esta manera promover una verdadera inclusión social con prosperidad económica; De igual manera, si se fortalecen los programas de formación escolares con metodologías de enseñanza innovadoras que potencien el aprendizaje de las áreas STEM en niñas, tal como las ciencias, las matemáticas y la informática, existe la posibilidad de aumentar el interés en estas áreas de conocimiento y disminuir las tasas de deserción escolar en edades tempranas.

Con esa finalidad, se hace necesario implementar metodologías de aprendizaje que involucren el desarrollo de habilidades en ciencia y tecnología en las mujeres más jóvenes, que les permita adaptarse a nuevos paradigmas educativos en este mundo tan cambiante y que nos impulsa cada día a nuevas realidades y oportunidades que requieren tomar decisiones y solucionar problemas con empoderamiento y capacidad de transformar sus propias vidas y su entorno, para alcanzar una vida autónoma en la que puedan participar, en términos de igualdad.

En este caso particular, las metodologías de aprendizaje basado en problemas (APB) permite conseguir buenos resultados utilizando recursos de robótica educativa tales como LEGO Education Wedo 2.0 y Neuron, por medio de los cuales estudiantes de primaria aprenden competencias STEM, permitiéndoles desarrollar la confianza en sus capacidades para resolver problemas y plantear soluciones con creatividad, además, por ser componentes destinados a la

educación de niños para trabajar en equipo, no sólo aprenden STEM, sino que además mejoran las habilidades de colaboración y comunicación.

Atendiendo a estas consideraciones, es oportuno investigar las posibilidades que ofrece la robótica educativa como metodología de aprendizaje para mejorar el desarrollo de habilidades STEM en niñas entre 7 a 12 años en situación de vulnerabilidad que permita analizar sus efectos en dichas competencias al implementar una serie de talleres utilizando los componentes de robótica para niños Wedo 2.0 y Neuron.

Revisión teórica

Para la actual investigación se ha encontrado que a través del tiempo los movimientos que promueven las habilidades STEM en niñas han ido cogiendo más fuerza debido a la actual situación de la mujer en todos los enfoques de la vida, laborales, educativos, medios de participación, etc. Mundial y nacionalmente se han creado espacios para poder llevar estas iniciativas a la realidad, países como España, México y también Colombia se encuentran fomentando la igualdad de género y el uso de habilidades STEM para lograr este objetivo.

Mundialmente la UNESCO (Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura) recientemente ha decidido establecer un día internacional de reconocimiento al rol que desempeña la niña y la mujer en el campo de la ciencia y la tecnología, esto con el fin de lograr el acceso y la participación plena y equitativa en la ciencia para las mujeres y las niñas, y además para lograr la igualdad de género y el empoderamiento de las mujeres y las niñas. (UNESCO, 2019).

Con referencia a la UNESCO encontramos diferentes iniciativas que promueven el cierre de la brecha de género en STEM. La iniciativa TeachHer Una asociación público-privada que tiene como finalidad animar y concienciar a las adolescentes para dedicarse a las carreras de los ámbitos de la Ciencia, la Tecnología, la Ingeniería, las Artes y el Diseño, y las Matemáticas (STEAM). Esta iniciativa ubica su objetivo en el desarrollo de un cuerpo docente STEAM que sea capaz de trabajar y fomentar estas disciplinas desde un enfoque de género. El programa piloto de la iniciativa se llevó a cabo durante el 2016 y 2017, llevando a cabo la formación de docentes STEAM, usando los cuatro pilares del planteamiento metodológico (activar, capacitar, inspirar y sostener) en regiones de África Oriental (Etiopía y Kenia) y América Central (Costa Rica y Panamá). (UNESCO, TeachHer 2016)

De igual forma, en torno al pronunciamiento de la UNESCO, países como España han generado proyectos como Mujer e Ingeniería de la Real Academia de Ingeniería junto con la Comunidad de Madrid, el objetivo principal de este proyecto es el de fomentar la participación de niñas y adolescentes en las áreas o carreras dedicadas a la ingeniería, creado desde el 2016 y apoyado por el gobierno español y entidades públicas y privadas que lo patrocinan (Sardina Casanueva, 2017). También está el movimiento Girls´ Day en España el cual ha sido replicado

desde 2008, tomado de iniciativas ya de otros países, en estas jornadas el objetivo principal es llevar a los participantes a encuentros en universidades donde les muestran que es la ingeniería y por medio de colaboradoras ingenieras ayudan a resolver dudas acerca de esta disciplina. La participación ha ido aumentando con los años y en el 2017 la participación fue de 1.500 niñas. (Sardina Casanueva, 2017).

Adicionalmente está el programa Tech& Ladies también de España, esta es una plataforma creada con el fin de dar ayuda a la mujer en temas de conectar con la tecnología y además poder buscar referencias femeninas de mujeres en este campo de la tecnología y también promover la participación de las mujeres en la tecnología. (Sardina Casanueva, 2017).

En cuanto a las políticas de educación establecidas en España, en el 2007 se dio el impulso fundamental a la igualdad de género en las universidades mediante la reforma de la *Ley Orgánica de universidades 6/2001*. Esto se logró tras una tarea ardua de la sociedad civil y colectivos feministas, convirtiéndose en un asunto relevante en la agenda política del Gobierno. Otra ley importante, *la Ley de igualdad efectiva de mujeres y hombres*, establece en uno de sus artículos, enfocado al ámbito de la educación superior, “fomentar la enseñanza y la investigación sobre el significado y alcance de la igualdad entre mujeres y hombres”. Tras diez años del establecimiento de estas leyes aún se continua un largo trabajo para el desarrollo efectivo de estas. (Universidad de la Laguna, España. 2019)

Por su parte durante el Congreso Congr s Dones, Ciència i Tecnologia-2019 (Congreso Mujeres, Ciencia y Tecnología - WSCITECH19), llevado a cabo en Terrassa, España, se expuso un trabajo de la Universitat Jaume I (UJI), en el cual se expone como a través de la comunicación de la ciencia en YouTube, la participación de mujeres no es representativa de la misma forma que los hombres. Aquí se analiza la producción audiovisual en YouTube de las universidades que cuentan con Unidad de Cultura Científica y de la Innovación (UCC+I), centrándose el estudio en cuatro universidades. De este estudio se concluyó que los principales canales de ciencia est n claramente masculinizados, en todos los casos el conductor es hombre y en ninguno de los cinco videos más populares aparece alguna mujer. Por otro lado, cuando hay participación de mujeres solo es meramente testimonial, con aparición en 20% de los casos. (Beltrán, Sanahuja y Garcés. 2019).

De igual manera a las iniciativas y proyectos que hacen enfoque en las niñas y jóvenes, otra propuesta diferente se presenta desde la Universidad de Málaga, España, Donde se plantea el cuestionamiento ¿Utilizaría el profesorado de primaria en formación inicial la perspectiva STEM para trabajar cuestiones de género en el aula de ciencias? Aquí el estudio está enfocado sobre una intervención didáctica, para el futuro profesorado de educación primaria en torno a incorporar o no la perspectiva de género en el aula de ciencias y sobre las estrategias que utilizarían para fomentar este enfoque en el aula. Como resultado a este estudio se determinó que más de la mitad de los futuros docentes de primaria “no reconocen la potencialidad educativa que proporcionaría esta perspectiva en el aula de ciencias, fundamentalmente porque consideran que los aspectos relacionados de esta no resultan ser contenidos propios de las disciplinas científicas” (Martin-Gamez, Acebal & Cansino-Herreros, 2018).

Dentro de los países en América latina que han estado promoviendo las habilidades STEM se encuentra México con programas como Mujeres en STEM, Futuras líderes el programa fue diseñado y creado con base en la experiencia profesional de Rebeca Vargas, presidenta y directora ejecutiva de la U.S.-México Foundation (USMF). (López, 2018). Este programa fue creado en el 2015 con el fin de empoderar a jóvenes y encaminarlas a carreras de licenciatura relacionada con las áreas STEM. Al momento la creadora del programa de mentoría para mujeres enfatiza que es el único creado en México con este fin y surgió de la experiencia propia de la creadora. (López, 2018).

Por otra parte, el Movimiento STEM México, fue fundado por Graciela Rojas y una de las preocupaciones principales por las que surgió el movimiento hace referencia a la familia o el origen de las niñas, por lo que en muchos casos los padres consideran que niñas no deben estudiar carreras que “fueron hechas para hombres”. El movimiento busca romper la brecha de genero existente en México. (Forbes Staff, 2017).

Con referencia a los estudios realizados en América latina, en Chile un estudio investiga si las habilidades en matemáticas es un asunto de estereotipos de género, debido a su nivel socio económico. En este se analizó por medio de medidas explícitas (el sujeto evaluado está al tanto de lo que se está midiendo) e implícitas (no se requiere que el sujeto evaluado este al tanto de lo que mide). Participaron 180 niñas y niños de nivel socio económico medio-bajo y alto, también se evaluó a sus padres y educadores que pertenecen a escuelas del área urbana de Santiago de

Chile. En los resultados del estudio, tanto niños como adultos asocian las matemáticas con el género masculino. Para los niños y niñas de nivel socioeconómico medio-bajo las matemáticas es asunto del género masculino, mientras que para niñas de nivel socioeconómico alto no las asocian con ningún género en particular. A partir de sus resultados se visualizó fuertemente el estereotipo de género en los grupos de niñas y madres de nivel socioeconómico medio-bajo, esto abre posibilidades para el desarrollo de intervenciones y políticas públicas, para ofrecer iguales oportunidades de aprendizaje a niños y niñas en este país. (Del Río María Francisca, Strasser Katherine, Susperreguy María Inés, 2018).

Con el objeto de romper estereotipos y atraer a más mujeres a carreras STEM, la Facultad de Ciencias Matemáticas y Físicas de la Universidad de Chile ha creado el Programa de Admisión de Igualdad de Género, Programa de Ingreso Prioritario de Equidad de Género en 2013, se trata de incrementar en el programa de ingeniería y ciencia más competitivo del país a 40 mujeres adicionales. Del 2013 al 2018 el número de mujeres aceptadas en el programa de ingeniería y ciencias ha aumentado del 19% a más del 32%. Además, aumento la inscripción de estudiantes en cursos de ingeniería de software a más de 40 nuevas alumnas por año. (Bastarrica, Hitschfeld, Marques Samary & Simmonds. 2018).

Por otra parte este año la CEPAL (Comisión económica para América Latina y el Caribe) dentro de sus eventos llevo a cabo en Costa Rica, el taller o jornada Educación técnico-profesional y STEM en Costa Rica: Desafíos para la igualdad de género y la autonomía económica de las mujeres, en este se abarco las causas de la brecha de genero existente en este país y la comparación con los demás países de Latinoamérica, para evaluar el panorama educativo del país, conocer los programas que promueve la UNESCO en política educativa, como mejorar el entorno escolar y como mejor la participación de mujeres y niñas en STEM. (Martínez Brenes, 2019).

Entorno a las habilidades STEM otro país latinoamericano, Argentina, ha generado gran preocupación por el tema de la participación de mujeres en estas áreas; a este respecto, afirman que la inclusión de mujeres en equipos de trabajo aporta mayor diversidad, calidad y productividad. Dentro de sus investigaciones en cuanto a la participación de género en el sistema universitario, el 55% de mujeres matriculadas en instituciones privadas son mujeres y solo el 18% de estas se matriculan en carreras STEM. (Chueke, 2018)

Igualmente, en Argentina se encuentra Chicas en Tecnología programas que como objetivo motivan, inspiran y dan herramientas a la próxima generación de mujeres innovadoras en tecnología y emprendimiento. Todos sus programas e iniciativas son libres y gratuitos, dentro de los cuales se encuentra: Programando un mundo mejor, programa en el cual se enseña a mujeres adolescentes a diseñar y desarrollar apps para celulares que resuelvan una problemática de la comunidad. Clubes, una iniciativa con una propuesta educativa novedosa, para que organizaciones educativas de todo el país vayan adelante formando y motivando a la próxima generación de innovadoras en tecnología. Además, trabajan con estudiantes graduadas para seguir formándose. También se tienen talleres, eventos y charlas acerca de esta problemática y la propuesta de soluciones. (Chicas en tecnología, 2019)

También en Argentina se encuentra la Red Argentina de Género, Ciencia y Tecnología, esta organización conformada desde hace más de 20 años tiene como objetivo generar un espacio de intercambio entre científicas e investigadoras interesadas por la situación de las mujeres en el sector científico y tecnológico, trazar un diagnóstico de la situación de las mujeres en ciencia y tecnología y su evolución en los últimos años, elaborar estrategias de registro, promoción y valoración de la contribución de las mujeres en ciencia y tecnología, además de fortalecer la conciencia de género el sector. (RAGCYT, 2019)

Con referencia a dichas investigaciones, una de estas realizada por la Catedra Regional UNESCO Mujer Ciencia y Tecnología en América Latina, en conjunto con Argentina, Brasil y México acerca de cómo niños y niñas se vinculan con STEM, muestra como los estereotipos de genero condicionan el vínculo de las niñas con las disciplinas STEM. El estudio se llevó a cabo con niñas y niños de entre 6 y 10 años, padres de familia, y docentes. Dentro del estudio 9 de cada 10 niñas entre 6 y 8 años asociaron a la ingeniería con afinidades y destrezas masculinas. El interés de las niñas por la matemática decrece a medida que avanzan en el trayecto escolar entre 6 y 8 años indican en un 30% que es lo que menos les gusta, a los 9 y 10 años aumenta a un 40%. El 50% de los padres creen que hay diferencia de desempeño entre niños y niñas en materias STEM, la mayoría considera que los niños tienen mejor rendimiento en tecnología e informática que las niñas. (Border, 2017).

En Colombia la brecha de género en los ambientes educativo físico y económico ha llevado al análisis de esta situación actual del empoderamiento de las mujeres, en el cual se ha

preocupado el Observatorio de Asuntos de Género y la Consejería Presidencial para la Equidad de la Mujer (Sánchez, 2018). Este estudio se focalizó en la educación, “el empoderamiento educativo de las mujeres y la transformación de los esquemas que las discriminan es uno de los desafíos que tiene el país. En este sentido, la educación se ha constituido como uno de los mecanismos centrales de cambio, de transformación de la realidad social, e impone nuevos retos en el proceso de construcción de la ciudadanía, el cual se refleja con más fuerza en el proceso de cambio experimentado por las mujeres” (Sánchez, 2018)

Con referencia a lo anterior, en cuanto a la educación superior para el año 2017 el porcentaje de personas matriculadas en la universidad fue de 55.12% mujeres y de 44.88% hombres, estas cifras reportadas por el Sistema Nacional de Información de la Educación – SNIES. Con respecto al área de conocimiento en la cual se matriculan del total nacional de personas matriculadas, el 68.4% de los hombres, se encuentra matriculado en áreas relacionadas con ingeniería, arquitectura y afines frente al 31,6% de mujeres matriculadas en las mismas áreas. (Sánchez, 2018).

Al igual que estos países, Colombia también ha generado espacios para promover el interés de niñas y jóvenes en carreras STEM. Uno de estos es la iniciativa ‘Mujeres en computación’ -MEC- y ‘Mujer, ciencia y tecnología’ de la Universidad de los Andes, estas iniciativas están siendo llevadas a cabo por Rubby Casallas y Kelly Garcés, profesoras del departamento de Ingeniería de Sistemas y Computación de la Facultad de Ingeniería de la Uniandes. Estas iniciativas promueven el interés y la participación de mujeres en las carreras STEM. Una de sus actividades consiste en compartir con niñas y adolescentes historias de mujeres exitosas, esto con el fin de que las niñas se motiven y se den cuenta de lo lejos que pueden llegar. (Contacto, 2018) La iniciativa MEC busca descubrir y comprender las razones del porque la participación de mujeres es tan baja en los campos de la computación y proponer acciones para cambiar esa tendencia. (Uniandes, 2018)

En Colombia, Medellín es una de las ciudades que muestra gran importancia en su modelo educativo, en el 2017 se declaró territorio STEM +H (la H hace referencia a Humanidades), modelo educativo que pretende cambiar los roles en el aula incentivando a los alumnos a la investigación y la resolución de problemas. En este 2019 se ha realizado el III Foro Internacional STEM+H, dentro de sus conferencias se destaca ¿Por qué enfocar la educación de

las niñas y mujeres en las disciplinas STEM?, mostrando como incentivar a más niñas y jóvenes a optar con educación en estas áreas. (Semana, 2017)(Alcaldía de Medellín, 2019).

De igual manera, desde el departamento de ingeniería mecánica de la Universidad Nacional con sede en Medellín, la investigadora Diana López, realizó un estudio para determinar los factores que fomentan la disparidad en el campo de la ciencia. La cultura del país y los roles que le asigna a cada género, a veces sin quererlo padres y docentes no permiten que las mujeres consideren áreas asociadas a las ciencias exactas y a la tecnología. Su estudio busca evitar la disparidad de género y darle la oportunidad y la libertad a ambos sexos para decidir que quieren ser en el futuro. (Universia, 2015).

Pregunta de investigación

¿La implementación de talleres de robótica educativa como metodología pedagógica para la enseñanza del pensamiento computacional permite fortalecer el desarrollo de habilidades STEM en niñas de 7 a 12 años en situación de vulnerabilidad?

Objetivos

Objetivo General

Fortalecer el desarrollo de habilidades STEM en niñas de 7 a 12 años en situación de vulnerabilidad implementando talleres de robótica educativa como metodología pedagógica para la enseñanza del pensamiento computacional.

Objetivos específicos

- Diseñar una metodología pedagógica apropiada para el proceso de enseñanza de pensamiento computacional desde una perspectiva de género para mejorar las habilidades STEM.
- Elaborar los contenidos que serán parte de la metodología pedagógica formulada.
- Evaluar la efectividad de la propuesta de formación para mejorar las habilidades STEM en niñas de 7 a 14 años en situación de vulnerabilidad.

Diseño de la investigación

Uno de los objetivos de este proyecto busca responder la pregunta de investigación que se encuentra relacionada con el diseño e implementación de talleres de robótica educativa como metodología pedagógica para la enseñanza del pensamiento computacional que permita mejorar el desarrollo de habilidades STEM en niñas que se encuentran en edades entre 7 12 años, para el caso se trabajó en un entorno de educación de básica primaria, con estudiantes de grado cuarto y quinto de primaria de la escuela Antonia Santos, en la ciudad de Fusagasugá. Esta investigación es de tipo mixto, pertenece al paradigma cuantitativo, aplicando un diseño cuasi experimental pre y post test con un grupo experimental no equivalente ya que en la situación de estudio no resulta posible la asignación aleatoria de los sujetos, utilizando un colectivo de sujetos ya establecido, el grupo experimental participó en 10 talleres utilizando los componentes de robótica Neuron y Wedo 2.0, y es cualitativa enmarcada en la investigación-acción puesto que se desarrolla observación participante y experimentación donde el experimentador controla, manipula, estimula y registra, y el sujeto experimental responde, reacciona y ejecuta tareas. Kurt Lewin (1946) definió a la investigación-acción como una forma de cuestionamiento auto reflexivo, llevada a cabo por los propios participantes en determinadas ocasiones con la finalidad de mejorar la racionalidad y la justicia de situaciones, de la propia práctica social educativa, con el objetivo también de mejorar el conocimiento de dicha práctica y sobre las situaciones en las que la acción se lleva a cabo. Luego, en Heinz Moser (1978) añadió que "el conocimiento práctico no es el objetivo de la investigación acción sino el comienzo". Es decir, que, aunque los problemas son los que guían la acción, la parte fundamental es entender la enseñanza y no investigar sobre ella: el profesional realiza un proceso de búsqueda continua por medio de la reflexión sobre su propia práctica, y como resultado de ello introduce mejoras progresivas en su propio proceso de enseñanza, (Gómez, 2010). La Investigación participativa es la más adecuada puesto que involucra a una comunidad en proceso y se preocupa por transformar la realidad desde una perspectiva crítica y emancipadora, con un grado de implicación total por parte tanto de agentes como de expertos. (Berrocal y Expósito, 2010).

En lo que concierne al esquema del diseño de investigación, éste se muestra condicionado en gran medida por el tipo de metodología adoptada. Por ello, acorde con nuestros supuestos

teóricos y metodológicos, la caracterización de este estudio se define por los componentes integrados de una investigación basada en los métodos científicos, los pasos seguidos en esta investigación fueron (Colás y Buendía, citado por Berrocal y Expósito, 2010).

A continuación, se perfilan los sucesivos momentos que configuran, en líneas generales, el proceso de investigación. Se presenta un modelo organizativo del proceso en el que están representados aquellos aspectos que se consideran necesarios en las distintas fases que se han ido configurando en esta investigación, basado en el modelo propuesto de Whitehead (1989):



Figura 1. Ciclo de la investigación – acción según Whitehead (1991).

Fuente:

https://www.uam.es/personal_pdi/stmaria/jmurillo/InvestigacionEE/Presentaciones/Curso_10/Inv_accion_trabajo.pdf

Las fases del proyecto de investigación son:

Fase 1: Diagnóstico de la situación

Una vez determinado el problema se requiere de la concreción del mismo, de la forma más precisa posible. Para ello se realiza el diagnóstico de la situación, puesto que es necesario saber más acerca de cuál es el origen y evolución de la situación problemática, cuál es la posición de las personas implicadas en la investigación ante ese problema (conocimientos y experiencias previas, actitudes e intereses), etcétera.

Las actividades a desarrollar en esta fase son:

- Recogida de datos

- Constitución del grupo que va a desarrollar la investigación involucrando personas que conocen la situación problemática y el grupo de estudio.
- Diseño y elaboración de instrumentos de diagnóstico
- Trabajo de campo (cuestionarios, encuestas, entrevistas, grupos de discusión, vídeos, audios, etc.)
- Análisis de los datos
- Discusión de resultados
- Conclusiones

Fase 2 Diseño de una propuesta de cambio

En esta fase se preparan las acciones formativas para solucionar el problema.

Las actividades a desarrollar en esta fase son:

- Realizar el análisis para el diseño de la metodología pedagógica del entorno de formación a implementar (evaluación de necesidades, descripción del problema de aprendizaje, características del alumnado, perfil del estudiante, contexto de implementación, contenidos, enfoque pedagógico, recursos disponibles)
- Luego de tener el análisis completo se inicia con la fase de diseño de la metodología pedagógica (objetivos de aprendizaje, competencias a desarrollar, estrategias pedagógicas, roles de alumno y profesor, materiales didácticos, recursos tecnológicos, metodología y actividades de aprendizaje).
- Desarrollo de materiales de aprendizaje (contenidos) en función de la fase de diseño.

Fase 3 Aplicación de la propuesta

Actuación para poner el plan en práctica. En esta fase se desarrollan las actividades pedagógicas con los estudiantes del grupo experimental y se recolectan los datos.

Las actividades a desarrollar en esta fase son:

- Implementación de la metodología pedagógica diseñada para el entorno en estudio con la participación de los actores.
- Diseño de los instrumentos de análisis y recogida de información.

- Aplicación de instrumentos de recogida de datos (entrevistas, cuestionarios, grupos de discusión, videos, audios, etc.)
- Documentación de la información

Fase 4 Evaluación

Valorar las acciones que se han realizado. En esta fase se realiza el tratamiento de la información y se analizan los datos.

Las actividades a desarrollar en esta fase son:

- Análisis e interpretación de datos luego de la implementación de la propuesta.

Fase 5 Informativa

En esta fase se realiza la obtención de resultados y el desarrollo de conclusiones.

Las actividades a desarrollar en esta fase son:

- Síntesis de resultados
- Conclusiones
- Propuestas de mejora para modificar la práctica a la luz de los resultados
- Elaboración del Informe final

Presentación de la actividad didáctica

El proyecto se desarrolla en los espacios brindados por las docentes de la Escuela Antonia Santos, en grados cuarto (4to.) y quinto (5to.) de primaria. La finalidad de los talleres es apoyar las asignaturas de matemáticas, ciencias naturales e informática, ya que los proyectos ejecutados tienen componentes en estas asignaturas y lo hace complementario a la educación tradicional del sistema educativo general. La metodología desarrollada es aprender-haciendo apoyados con robots educativos, para este caso usamos los componentes Neuron Inventor Kit de MakeBlock y WeDo 2.0 de Lego Education.

Para comprender el contexto de enseñanza y aprendizaje en el que se enmarca el proyecto, se describe a continuación los aspectos relacionados con los talleres, el contenido y los materiales, seguido de los participantes y el diseño de la actividad.

Talleres, contenidos y materiales.

Los ejercicios que se realizaron en cada clase con los robots, tienen temas de áreas de ciencias naturales, informática y matemáticas, como por ejemplo la metamorfosis, estructuras robustas resistentes a actividades sísmicas, Milo el vehículo científico, la guitarra, etc., proyectos que fueron guiados mediante las plataformas de los robots, donde se hacía una explicación previa y una explicación al finalizar la actividad y se analizaba la temática del proyecto, relacionándolo con los temas de sus clases curriculares y contextualizándolo a la vida real, a las experiencias que han tenido las niñas.

Los materiales de los talleres están enfocados en los robots Wedo 2.0, Neuron, Computador y Televisor.

Participantes.

Las participantes en este proyecto son las niñas de la Escuela Antonia Santos, de grado 4to. Y 5to., para un total de 32 niñas (18 niñas de grado cuarto y 14 niñas de grado quinto) quienes asistieron a una totalidad de 10 talleres realizados en el aula de informática de la misma institución.

Las auxiliares de investigación representaron un papel importante en los talleres, puesto que orientaban y motivaban a las niñas en los ejercicios que se realizaron, solucionando las incógnitas que se presentaran, acompañando a las niñas en su proceso de resolución de problemas, el trabajo en equipo, detectando fortalezas y debilidades en las estudiantes, información relevante en la investigación.

Diseño de las actividades

Presentación

Los talleres se dividen así:

El primer taller, denominado sesión 0, es una actividad que no tiene ayudas tecnológicas es un sondeo general acerca de la impresión que las niñas tienen con respecto al proyecto, se utilizaron Cubos Soma, que consisten que figuras de cubos pequeños que uniéndolos conforman un cubo más grande y con éste se pueden realizar muchas formas y figuras, evidenciando su capacidad de ubicación espacial, su creatividad y sus formas de solucionar problemas, entre otras habilidades analizadas.

La sesión uno, la llamamos a los cuatro (4) talleres siguientes realizados con Neuron Inventor Kit, primero dando a conocer los conceptos previos y el funcionamiento del robot, continuando con los proyectos Gato que mueve la cola, Telégrafo, Desactiva la bomba, Disco Dj, Robot dinosaurio, Guitarra eléctrica y Paleta luminosa, donde todos ellos tienen componentes matemáticos, físicos ó artísticos, etc. Cada uno de estos talleres se desarrollaron de forma diferente en cuanto a la dinámica de la clase, es decir, algunos eran totalmente guiados por las profesoras, otros eran de intuición para las niñas, otros eran a prueba de creatividad, donde tenían que dar por grupo de trabajo una conclusión a cerca del taller del día, como lo interpretaron ellas y que aprendieron de nuevo.

La sesión dos, es la última parte de las actividades con las niñas del proyecto, con cinco (5) talleres usando el robot WeDo 2.0, primero explicando su correcto funcionamiento e interpretando los componentes que este robot tiene, en proyectos como Milo el vehículo científico, Ventilador de enfriamiento, Coche de carreras, Metamorfosis de la rana, Fuerzas y Estructuras robustas, las estudiantes desempeñaron roles dentro los equipos establecidos, afianzando en sus habilidades más sobresalientes, siendo capaces de interpretar un problema generando una posible solución y trabajando en equipo las niñas lograron culminar todos los talleres con gran satisfacción y entusiasmo.

Los talleres realizados eran previamente contruidos y realizados por los investigadores principales y auxiliares de investigación, para tener conocimientos previos a las clases con las niñas de la escuela y analizar los posibles riesgos que tenían cada proyecto.

Competencias generales

Los talleres creados para las estudiantes se realizaron con el fin de desarrollar habilidades STEM, generando en ellas capacidades para analizar problemas y plantear posibles soluciones con creatividad, pensamiento crítico y pensamiento sistémico. De igual manera, era importante fortalecer los dones de liderazgo, trabajo en equipo y comunicación.

Concretando las siguientes acciones:

- Explicación previa de los componentes a utilizar y estructura de la clase.
- Introducción a las temáticas que se iban a abordar en los talleres.
- Indicar las instrucciones que tiene cada ejercicio.

- Ejecutar el ejercicio y resolver inquietudes.
- Concluir el ejercicio y compartir opiniones a nivel grupal, brindando una retroalimentación oportuna por parte del equipo docente.

Fase de Análisis

Contexto de implementación.

El proyecto se realizó en la Unidad educativa oficial mixta MANUEL HUMBERTO CARDENAS VELEZ, sede Antonia Santos, ubicada en el Barrio Gaitán, comuna norte, corregimiento occidental, muy cerca de la Plaza Satélite que es la plaza minorista, y a pocas cuadras de la plaza principal del Municipio de Fusagasugá; esta sede cuenta con una jornada Única que inicia sus actividades a las 6:30 am y finaliza a la 12 y30 para preescolar y 1:30 pm para el nivel básica primaria.

La comuna norte está integrada por los siguientes barrios: El Progreso, José Antonio Galán, La Cabaña, La Florida, Los Andes, La Independencia, San Antonio, Santa Librada, Gaitán I, Gaitán II, entre otros. Esta zona esta categorizada en algunos puntos como sector de alta inseguridad y expendio de drogas (<https://hsbnoticias.com/noticias/local/en-fusagasuga-la-inseguridad-invade-los-habitantes-171766>). La mayoría de las familias de esta comuna son de pocos recursos económicos y predomina trabajadores con trabajo no cualificado, razón por la cual el estrato de esta zona corresponde a estrato 1. Algunos, trabajan en las plazas de mercado Satélite y Principal, de ahí que dejan a sus niños en la institución antes de iniciar sus labores; y aunque la jornada empieza a las 6 y 30 am en la institución, la coordinadora Gloria Evina Peña los recibe desde las seis de la mañana, con el fin de colaborarles.

La sede cuenta con un total de 218 niños, quienes vienen principalmente de la comuna antes mencionada, la edad de niños y niñas oscila entre 5 y 14 años, los cuales distribuyen entre los diferentes cursos desde preescolar hasta quinto primaria, donde el promedio por grupo es de 30 estudiantes. Cuenta con 7 salones, una papelería, zona de deportes, una sala de informática dotada de 19 computadores portátiles y un comedor escolar que ofrece a todos los niños el servicio de restaurante de manera gratuita, supliendo en estos la deficiencia o insuficiencia de la nutrición hogareña.



Figura 2. Instalaciones de la escuela Antonia Santos. Fuente: Propia.

Evaluación de necesidades.

La escuela Antonia Santos, al igual que muchas de las escuelas de la región, orienta dentro de su plan de estudios la asignatura de informática, dónde se trabaja con contenidos específicos de los computadores como sus partes, manejo de aplicaciones de dibujo como Paint; incluye al igual que otras instituciones la enseñanza de programación (Scratch) gracias a la docente encargada Angelica González, que cursa una maestría en Uso de las tecnologías. Sin embargo, aún tiene bastantes deficiencias frente a nuevas estrategias que favorezcan en los niños el desarrollo de capacidades que puedan aplicar en la vida diaria, como el pensamiento crítico, trabajo en equipo, comunicación, análisis, creatividad e innovación, resolución de problemas, y generación de ideas; Estrategias propias de la educación STEM.

Perfiles Usuarios

Docentes

La institución cuenta con 10 docentes de los cuales tres (3) se ubican en el nivel preescolar y los demás en primaria. Entre los docentes se incluye la Coordinadora de la sede Gloria Evina Peña, quien además, es Abogada, licenciada en administración educativa, especialista en: Informática y telemática, gerencia educativa, docencia universitaria, programación Neurolingüística; También se resalta a la docente del área de informática Angelica González quien actualmente cursa la maestría Uso de la Tecnología, y por ello orienta en sus clases (tres horas semanales por grado) sesiones de Scratch, principalmente a los niños de 4to y 5to de primaria.

Estudiantes

Niñas entre 7 y 12 años de edad, las cuales cursan los grados 4to y 5to primaria; de acuerdo con la información recolectada (31 niñas entrevistadas), el 42% de ellas viven en sus casas con 4 y 5 familiares, entre ellos sus padres, tíos, abuelos, hermanos, padrastros, entre otros. El 32% de las madres de las estudiantes seleccionadas, está entre 36 y 40 años, 16% entre 31 y 35 años, 26% entre 26 y 30 años. Al finalizar la jornada de estudio, cuando regresan a casa son recibidas por su madre (52%) o por sus abuelos (35%). El 57% de las niñas cuentan con computador en su casa, el 79% cuenta con internet, el 64% tiene celular; de acuerdo a lo anterior se puede inferir que tienen conocimiento en uso de la tecnología.

Respecto a cómo quien le gustaría ser cuando grande, el 25% sueñan ser como su madre (17 trabajan en la plaza de mercado y 6 son profesoras).



Figura 3. Estadísticas de contexto 1. Fuente: Propia

Se resalta que al 45% de las niñas les gusta la educación física, el 42% matemáticas y al 29% informática.



Figura 4. Estadísticas de contexto 2. Fuente: Propia

Contenidos.

- Partes del cubo Soma, nombre de cada pieza y función
- Reconocimiento y función de los diferentes módulos de NEURON INVENTOR KIT
- Construcción proyectos utilizando los módulos de NEURON.
- Identificación, clasificación y función de las diferentes piezas del Robot LEGO WeDo 2.0
- Diseño y programación de proyectos utilizando los diferentes elementos del Robot LEGO.

Actividades.

Tabla 1. *Actividades*

<i>Lección</i>	<i>Herramienta</i>	<i>Actividad</i>
1	CUBO SOMA	<p>Construyendo Cubo, serpiente, Cama, Túnel.</p> <p>Actividad Guiada: Se muestran las diferentes figuras del cubo con listado de posibles figuras a construir.</p> <p>Actividad práctica: Construye figuras como cubo, serpiente, cama, túnel en un tiempo determinado.</p>
2	NEURON INVENTOR KIT	<p>Construyendo Gato</p> <p>Actividad Guiada: se presenta los diferentes componentes del NEURON y su respectiva función.</p> <p>Actividad práctica: Construye el gato.</p>
3	NEURON INVENTOR KIT	<p>Construyendo telégrafo y desactiva Bomba</p> <p>Actividad Guiada: se presenta secuencia para construir telégrafo y desactiva Bomba</p> <p>Actividad práctica: Construye el telégrafo y desactiva Bomba.</p>
4	NEURON INVENTOR KIT	<p>Construyendo Disco D.J y Robot dinosaurio</p> <p>Actividad Guiada: se presenta secuencia para construir</p> <p>Actividad práctica: Construye Disco D.J y Robot dinosaurio</p>
5	NEURON INVENTOR KIT	<p>Construyendo Guitarra eléctrica y paleta luminoso</p> <p>Actividad Guiada: se presenta secuencia para construir</p> <p>Actividad práctica: Construye Guitarra eléctrica y paleta luminoso</p>
6	ROBOT WEDO 2.0.	<p>Construyendo Milo, el vehículo científico, Ventilador de enfriamiento</p> <p>Actividad Guiada: se presenta los diferentes componentes del robot y secuencia para construir</p> <p>Actividad práctica: Construye Robot Milo, el vehículo científico, Ventilador de enfriamiento</p>
7.	ROBOT WEDO 2.0.	<p>Construyendo coche de carreras</p> <p>Actividad Guiada: se presenta los diferentes componentes del robot con su respectiva función y secuencia para construir</p> <p>Actividad práctica: Construye coche de carreras</p>
8	ROBOT WEDO 2.0	<p>Metamorfosis de la rana</p> <p>Actividad Guiada: se presenta los diferentes componentes del robot y secuencia para construir</p> <p>Actividad práctica: Construye Metamorfosis de la rana.</p>

9	ROBOT WEDO 2.0	Fuerzas y tracción Actividad Guiada: se presenta los diferentes componentes del robot y secuencia para construir Actividad práctica: Construye modelo para evidenciar fuerza y tracción
10	ROBOT WEDO 2.0	Estructuras Robustas Actividad Guiada: se presenta los diferentes componentes del robot y secuencia para construir Actividad práctica: Construye modelo para Estructuras Robustas

Solución propuesta

Los talleres iniciales se llevaran a cabo con grupos de estudiantes conformados por niñas de grados 4° y 5° de primaria de la escuela Antonia Santos, durante el desarrollo de cada uno, las estudiantes tendrán la oportunidad de mostrar sus capacidades en el análisis, creatividad, pensamiento crítico, pensamiento sistémico, trabajo en equipo y formas de solucionar los problemas, promoviendo así competencias genéricas y disciplinares establecidas en las áreas de aprendizaje que involucran habilidades STEM, tales como matemática ciencias e informática.

La primera actividad se planeó sin herramientas tecnológicas, para ello se utilizó el cubo soma el cual está conformado por siete piezas, el objetivo principal de esta actividad fue motivar y activar el desarrollo del pensamiento lógico-matemático de las niñas en habilidades STEM; promoviendo la diversión, el ingenio, la creatividad y el desarrollo de competencias genéricas y disciplinares; logrando así que tengan una mentalidad ganadora y mejoren la capacidad de resolución de problemas matemáticos y su aplicación en la vida cotidiana. Así mismo, las siguientes actividades se realizaron con los componentes de Robot NEURON INVENTOR KIT y LEGO Education WeDo 2.0, de los cuales cinco fueron con NEURON, donde se organizaron en grupos de 3 estudiantes, y cuatro sesiones para el caso de WeDo entre 5-6 niñas, y de manera independiente por grado, lo anterior teniendo en cuenta que solo se contó con tres WeDo. En cada taller se definió diferentes roles como líder, armador, y alistador. Cada actividad tuvo una duración máxima de 2 horas continuas dos veces por semana para un total de 10 talleres.

Enfoque pedagógico.

“La robótica educativa, en su enfoque pedagógico, está relacionada con el aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje por proyectos, el trabajo en equipo y la resolución de problemas, desarrollando al mismo tiempo la creatividad del alumnado. Las teorías pedagógicas sobre las que se sustenta son el constructivismo de Piaget (los aprendizajes en entornos “robotizados” facilitan y potencian el aprendizaje constructivista de los esquemas cognitivos formales, además de permitir extender las propuestas que Piaget desarrolló en el ámbito de las operaciones concretas al ámbito de las operaciones formales), el construccionismo de Papert (el aprendiz está especialmente motivado para realizar construcciones) y el conectivismo de Siemens (teoría de aprendizaje para la era digital en la que se producen situaciones de aprendizaje a través de conexiones dentro de las redes). El uso y aplicación de estas teorías de aprendizaje tienen como propósito desarrollar el pensamiento sistémico (Andrade, 2007), el desarrollo cognitivo, el desarrollo del pensamiento científico y la capacidad creativa e investigativa de los estudiantes.” (Ruiz Rey, Hernández Hernández, & Cebrian-de-la-Serna, 2018)

Por tal razón, teniendo en cuenta la naturaleza del proyecto, nos inclinamos hacia este enfoque pedagógico, y considerando que es el enfoque propio de STEM. “Desde sus orígenes, el enfoque STEM se sustentó en la teoría del aprendizaje construccionista (Sullivan y Bers, 2017). Esta teoría postula que el aprendizaje se construye y reconstruye mientras la persona interactúa dinámicamente con el mundo en el que está inmersa”. (Yonnhatan García, 2017).

Recursos.

Recursos Humanos

Investigador Principal Eva Patricia Vásquez

Coinvestigadores: Ana Esperanza Merchán Hernández -Wilson Daniel Gordillo Ochoa

Auxiliares de investigación: Bibiana Mercedes Sánchez Lozano, Carol Tatiana Casallas Ochoa, Luisa Fernanda Jaimes Pardo

Coordinadora de la Escuela Antonia Santos: Gloria Evina Peña

Docente de Informática Antonia Santos: Angelica González

Recursos Tecnológicos

Recursos Físicos

- Cubo Soma
- Robot NEURON INVENTOR KIT
- LEGO Education WeDo 2.0
- Televisor de 48 pulgadas
- 3 Portátiles Windows 10, arquitectura de 64 bits, procesador Core 3.
- 1 Tablet Lenovo yoga Tab 3

Recursos de Software:

- Software lego wedo 2.0
- Software Neuron

Recursos Presupuestales.

- Para el desarrollo de la Investigación se necesitarán Investigadores y profesionales. Entrevista con los niños, el coordinador y el rector de la institución (transporte y papelería)
- Cubo Soma
- Robot NEURON INVENTOR KIT
- LEGO Education WeDo 2.0
- Auxiliares y docentes investigadores con conocimientos en los diferentes componentes del Robot NEURON INVENTOR KIT, LEGO Education WeDo 2.0 quienes se capacitaron previamente.
- Diseño y construcción Video sobre la experiencia realizada
- Incentivos tales como refrigerios y premiaciones
- Diplomas
- Escarapelas
- Transporte

Necesidades existentes.

Capacitación a docentes en temas relacionados con las disciplinas STEM (Matemática, Informática y Ciencia) y en el manejo e incorporación de estrategias didácticas innovadoras que motiven a sus estudiantes a desarrollar habilidades en estas áreas específicas del conocimiento.

Limitantes.

- La escuela no tiene acceso a internet, debido a falta de contratación por parte de la rectoría.
- La tarjeta gráfica de los computadores no soportaba los programas MBlock 5 para el manejo del robot NEURON INVENTOR KIT.
- Los computadores no contaban con Bluetooth.
- Los computadores tenían DeepFreeze, lo cual dificultó instalación y revisión previa de los programas y equipos.

Fase de Diseño

Objetivos de Aprendizaje

Objetivo General

Fortalecer el desarrollo de habilidades STEM en niñas de 7 a 12 años en situación de vulnerabilidad en el municipio de Fusagasugá, a través de talleres de robótica educativa como metodología pedagógica para la enseñanza del pensamiento computacional.

Objetivos Específicos

- Establecer escenarios que permitan despertar la curiosidad por el mundo de la robótica.
- Identificar los componentes de los módulos de WEDO, NEURON, CUBO SOMA, con el fin de comprender que forman parte elemental para la construcción de diversos proyectos, hecho que permitirá el desarrollo del pensamiento sistémico.
- Crear modelos de robot utilizando las herramientas WeDo y Neuron con la finalidad de dar una solución a un sencillo problema diario.
- Estimular el desarrollo de la creatividad e imaginación de las niñas a través de la creación de diferentes modelos, propios de las herramientas WeDo y NEURON como: telégrafo y desactiva Bomba, el vehículo científico, Ventilador de enfriamiento entre otros.

- Identificar la importancia de trabajar en equipo, organizarse, y llegar a acuerdos respetando las aportaciones de sus compañeras

Competencias específicas por desarrollar

- Propicia un ambiente de aprendizaje relacionado con problemas relacionados con disciplinas STEM, permitiendo al estudiante imaginar, formular posibles soluciones y poner en marcha ideas nuevas de una forma motivadora a través de los proyectos de WeDo y NEURON.
- Estimula la imaginación y creatividad por medio de la interacción que tienen con la construcción y programación de modelos robóticos sencillos conectados a un equipo informático.
- Desarrollar habilidades comunicativas y cognitivas para crear en el estudiante una buena convivencia ciudadana mediante el trabajo en equipo que se lleva a cabo en cada actividad.
- Estimular la participación en los equipos de trabajo para que los estudiantes sepan convivir con sus compañeros, compartir ideas y respetar las decisiones de los demás.

Estrategias pedagógicas.

Las estrategias pedagógicas propuestas mediante la implementación de talleres de robótica educativa facilitan el fortalecimiento del desarrollo de habilidades STEM haciendo uso de los componentes de robótica Neuron y Wedo 2.0.

El modelo pedagógico en que están basadas las estrategias y actividades pedagógicas son "learning by doing" planteando actividades que las estudiantes deben desarrollar, a partir de las cuáles infieren el conocimiento. Dichas actividades se desarrollan en grupo, actuando el docente como dinamizador. Se incentiva el auto-aprendizaje, la creatividad y el trabajo en equipo.

La arquitectura de diseño para este curso será por descubrimiento guiado, ya que durante la puesta en marcha del uso de componentes de robótica en niñas de grado cuarto y quinto, las estudiantes tendrán la oportunidad de probar sus habilidades para planificar, programar y armar los robots, mirar cómo funcionan, relacionar el propósito de la actividad con los contenidos STEM que se encuentran inmersos en sus currículos, y si es necesario verificar y corregir sus proyectos para mejorar los resultados.

Teniendo en cuenta los objetivos de aprendizaje planteados tenemos:

Estrategia 1: Hacer conexiones entre conceptos (aprendizaje por descubrimiento).

Responder preguntas planteadas por las docentes o por las mismas compañeras sobre los talleres presentados en clase.

Comparar la información nueva adquirida a través de las actividades grupales con el conocimiento existente adquirido en sus áreas de conocimiento STEM (matemática, informática, biología).

Estrategia 2: Aprendizaje basado en problemas

Usa lo aprendido en clase para resolver problemas.

Utiliza sus conocimientos STEM y de robótica para resolver las actividades propuestas por las docentes.

Estrategia 3: Realizar seguimiento y control a cada una de las actividades planteadas.

Formular preguntas relevantes al tema de cada taller.

Realizar acompañamiento a las actividades.

Estrategia 4: Verificar el proceso de aprendizaje.

Valorar si se han conseguido los objetivos propuestos en cada actividad.

Valorar la calidad de los resultados finales en cada uno de sus proyectos resueltos.

Estrategia 5: Actividades colaborativas

Se apoya con sus compañeras para crear y resolver problemas relacionados con el área STEM apoyadas en el uso de los componentes de robótica Neuron y Wedo 2.0.

Comparte ideas, conocimiento, herramientas de trabajo e intercambia información con las compañeras de equipo.

Comprende la importancia del respeto, la tolerancia y compromiso para desarrollar la actividad propuesta de manera correcta.

Estrategia 6: Establecer y mantener la motivación.

Al cumplir con el objetivo de cada proyecto se motivan a las niñas:

- Felicitándolas por haber concluido la actividad con éxito.
- Retándolas mediante la realización de competencias entre equipos donde se destacarán sus proyectos
- Dando flexibilidad en sus formas de trabajo en equipo, sin apresurarlas y animándolas a dar soluciones, siempre apoyando sus ideas y corrigiendo en caso de ser necesario cuando una de las niñas se equivoque sin hacerle sentir que su aporte no era valioso.
- Mantener una actitud y comunicación amistosa evitando los gritos y los regaños.
- Evitar las comparaciones entre equipos, incluso entre las mismas estudiantes de cada grupo, siempre destacando el potencial de cada una y su papel fundamental en el equipo para lograr concluir el proyecto con éxito.
- El apoyo de las docentes en todo momento, cada equipo tenía una docente asignada para apoyar a las niñas; cuando las estudiantes tenían dificultad en el desarrollo del proyecto, en vez de regañarles, la docente responsable estaba ahí para guiarles y apoyarles con el fin de superar la actividad sin frustración.
- Premiándolas por su trabajo en equipo, buenos resultados, creatividad, etc.

Estrategia 7: Video educativo

Instruye a las estudiantes en los contenidos de cada taller.

Motiva y predispone positivamente a la estudiante para iniciar las actividades.

Se apoya con sus compañeras para crear y resolver proyectos de robótica para el desarrollo de habilidades STEM.

Comparte las herramientas de trabajo e intercambia información con los compañeros de grupo.

Roles de los estudiantes y profesor

Tabla 2. Roles de los estudiantes y profesor. Fuente: Propia

Alumnos	Profesor
Las estudiantes participan en cada taller de manera activa siguiendo las instrucciones de las docentes, trabajan en equipo con un rol determinado, como líder, armador y/o alistador con el fin de solucionar las tareas propuestas. En cada taller cambia el rol de acuerdo a las decisiones del grupo.	Las profesoras son las dinamizadoras encargadas de guiar a las estudiantes.

Listado de materiales didácticos

Robot Neuron Makeblock Inventors Kit: Robot basado en bloques que pueden conectarse entre ellos de forma magnética, para que niños y niñas desde los 6 años aprendan robótica y programación de forma fácil y divertida. El kit se compone de 8 módulos principales: Batería, bluetooth, giro sensor, motor servo + controlador, sonido y pantalla de leds, cuenta con 10 proyectos principales para trabajar.

Robot Lego WeDo: se compone de 280 ladrillos Lego, sensores y motores, además de un entorno de programación basado en bloques lo que hace un aprendizaje interactivo y creativo. Cuenta con más de 30 lecciones planeadas que involucran la ciencia, ingeniería, creación y pensamiento computacional en diferentes niveles de desafío.

Cubo Soma: Herramienta didáctica que estimula las capacidades de pensamiento creativo, resolución de problemas, pensamiento sistémico y pensamiento crítico.

Videos: Los materiales de apoyo contienen videos de cómo se debe realizar cada actividad, se presentan con el objetivo de proveer un previo conocimiento a los temas propuestos para cada clase.

Guías de aprendizaje: Contienen el objetivo de aprendizaje y la descripción de cada actividad a desarrollar en clase.

Metodología

Los talleres son netamente prácticos para las estudiantes usando robots educativos, Neuron Inventor Kit y WeDo 2.0 de Lego, que les permiten desarrollar habilidades STEM como

pensamiento crítico, pensamiento sistémico, creatividad y resolución de problemas, que les ayuda a las niñas durante toda su formación escolar.

Ejes temáticos y actividades

Contexto: niñas estudiantes de los grados cuarto (4to.) y quinto (5to.) de primaria de la Escuela Antonia Santos del municipio de Fusagasugá.

Conocimientos previos: no necesitan.

Tabla 3. *Ejes Temáticos*

Contenido	Modalidad	Tiempo
Introducción	Presencial	2 horas
Conceptos y componentes	Presencial	3 horas
Actividades	Presencial con soporte de robots Neuron y WeDo 2.0	20 horas

Ficha de Actividades

Tabla 4. Actividad pedagógica: Sesión 0, taller 1

TEMA: Cubo Soma	MODALIDAD: Presencial
TIEMPO: 2 horas	COMPONENTE: Cubo Soma
LUGAR: Cancha principal de la Escuela Antonia Santos	
OBJETIVO DEL TEMA: Reconocer mediante el juego con el cubo SOMA como herramienta didáctica las capacidades de pensamiento creativo, resolución de problemas, pensamiento sistémico y pensamiento crítico, a través de una actividad lúdica, promoviendo la diversión, el ingenio y la creatividad en niñas.	
ACTIVIDAD DEL ESTUDIANTE	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Se realiza un juego de reconocimiento grupal en donde las niñas forman un círculo y deben aprenderse los nombres de todas sus compañeras y profesoras presentes. 2. Se integran equipos de 2 o 3 estudiantes, eligen un nombre que representará a cada equipo y a cada uno se le entrega una hoja con la imagen de las piezas que conforman el cubo. 3. Se muestra las piezas y las diferentes figuras que pueden construirse utilizando las piezas. 4. Se inicia la practica con los cubos SOMA, cada equipo debe armar la figura que se le indique (cubo, robot, castillo, perro, avión, etc.) dando un tiempo máximo de 10 minutos para armarla, el equipo de lo logre obtiene un punto. 5. Se desarrollan 3 rondas, el equipo ganador será el que más puntos obtenga al finalizar la actividad. 	
ACTIVIDAD DE LAS INVESTIGADORAS	
<ol style="list-style-type: none"> 1. En este punto se evalúa la capacidad de las niñas en memorizar el nombre de todas sus compañeras. 2. Las investigadoras se cercioran de que las estudiantes estén atentas a la explicación y resuelven dudas para el ejercicio si se presentan. 	
EVIDENCIAS:	



Figura 5. Evidencia Taller Cubos SOMA. Fuente: Propia

Tabla 5. Actividad pedagógica: sesión 1, taller 2

TEMA: Conociendo a Neuron, Gato que mueve la cola.	MODALIDAD: Presencial
TIEMPO: 2 horas	COMPONENTE: Neuro Inventor Kit
LUGAR: Sala de informática de la Escuela Antonia Santos	
OBJETIVO DEL TEMA: Desarrollar por medio de los proyectos guiados de NEURON la creatividad y curiosidad por la programación modular que ofrecen estos componentes y de ese modo seguir los paso a paso por cuenta propia.	
ACTIVIDAD DEL ESTUDIANTE	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Integrar equipos de 3 estudiantes a las que se entrega un NEURON. 2. Por medio de la ayuda visual de la presentación, reconocer cada una de las partes e identificar cuál es su función. 3. Realizan el proyecto Gato que mueve la cola, siguiendo el paso a paso. 	
ACTIVIDAD DE LAS INVESTIGADORAS	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Ordenar a las estudiantes por grupos y entregar los componentes a cada equipo. 2. Verificar que pongan atención a las instrucciones, motivarlas ante las dificultades y resolver dudas si se presentan. 	
EVIDENCIAS:	



Figura 6. Evidencia Taller Neuron, Gato. Fuente: Propia

Tabla 6. Actividad pedagógica: Sesión 1, taller 3

TEMA: Desactiva la bomba y Telégrafo.	MODALIDAD: Presencial
TIEMPO: 2 horas	COMPONENTE: Neuron Inventor Kit
LUGAR: Sala de informática de la Escuela Antonia Santos	
OBJETIVO DEL TEMA: Verificar la capacidad de recordar el funcionamiento del robot, para realizar los proyectos de forma autónoma con instrucciones puntuales, desarrollando la creatividad y destreza para solucionar el ejercicio.	
ACTIVIDAD DEL ESTUDIANTE	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Integrar equipos de 3 estudiantes a las que se entrega un NEURON. 2. Por medio de la ayuda visual de la presentación, se iniciará con el proyecto DESACTIVA LA BOMBA, se reconocerán los componentes que se necesitan para realizar el ejercicio, identificando sus funciones y ejecutando el proyecto de forma autónoma. Al terminarlo juegan con el robot e imaginan en la vida real como desactivar una bomba antes de que explote. 3. Continúan con el proyecto TELEGRAFO, identifican los componentes deben usar, recuerdan los nombres y sus funciones, lo resuelven paso a paso y juegan con el robot, simulando que envían mensajes a sus familiares. 	
ACTIVIDAD DE LAS INVESTIGADORAS	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Organizan a las estudiantes en grupos. 2. Dan las instrucciones pertinentes para la actividad. 3. Solucionan dudas si se presentan. 	
EVIDENCIAS:	



Figura 7. Evidencias Taller Neuron, Bomba y Telégrafo. Fuente: Propia

Tabla 7. Actividad pedagógica: Sesión 1, taller 4

TEMA: Disco de Dj y Robot Dinosaurio	MODALIDAD: Presencial
TIEMPO: 2 horas	COMPONENTE: Neuron Inventor Kit
LUGAR: Sala de informática de la Escuela Antonia Santos	
OBJETIVO DEL TEMA: Reconocer el funcionamiento de los módulos que componen el robot NEURON a través del juego y la música que proporcionan los proyectos Disco de DJ y Robot Dinosaurio	
ACTIVIDAD DEL ESTUDIANTE	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Las niñas integran equipos de 2 o 3 estudiantes a las que se entrega un NEURON. 2. Se dan los pasos para armar el proyecto Disco de DJ, el cual debe ser solucionado por las niñas participantes. 3. Una vez armado el proyecto DISCO DE DJ, las niñas tendrán 5 minutos para interactuar con el robot. 4. Pasados los 5 minutos, se hará una socialización acerca del funcionamiento del proyecto Disco de DJ. 5. Luego se iniciará a resolver el proyecto ROBOT DINOSAURIO, guiado por las auxiliares. 6. Una vez armado el proyecto ROBOT DINOSAURIO, las niñas tendrán 5 minutos para interactuar con el robot. 7. Pasados los 5 minutos se realizará un juego en el que debes evitar que el dinosaurio te muerda. 	
ACTIVIDADES DE LAS INVESTIGADORAS	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Se hace una charla inicial de retroalimentación y explicación de las normas durante la participación del taller, dando a conocer la importancia de seguir instrucciones y escuchar. 2. Resuelven dudas y hacen acompañamiento a las estudiantes. 	
EVIDENCIAS:	



Figura 8. Evidencias Taller Neuron Dinosaurio y Disco DJ. Fuente: Propia

Tabla 8. Actividad pedagógica: Sesión 1, taller 5

TEMA: Guitarra Eléctrica y Paleta Luminosa	MODALIDAD: Presencial
TIEMPO: 2 horas	COMPONENTE: Neuron Inventor Kit
LUGAR: Sala de informática de la Escuela Antonia Santos	
OBJETIVO DEL TEMA: Incentivar el arte de la música y los colores por medio de los proyectos guiados, las niñas participantes podrán crear melodías y descubrir colores.	
ACTIVIDAD DEL ESTUDIANTE	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Las niñas integraran equipos de 2 o 3 estudiantes a las que se entrega un NEURON. 2. Escuchan la explicación paso a paso para la elaboración del proyecto GUITARRA ELÉCTRICA 3. Una vez armado el proyecto GUITARRA ELÉCTRICA, las niñas tendrán 5 minutos para interactuar con el proyecto y expresar dudas o aportes para este. 4. Pasados los 5 minutos, las niñas seguirán y aprenderán unas notas musicales con las cuales el grupo completo deberá tocar la melodía y demostrar concentración y trabajo en equipo. 5. Luego se iniciará a resolver el proyecto PALETA LUMINOSA, siguiendo el paso a paso que se presenta en las diapositivas. 6. Una vez armado el proyecto PALETA LUMINOSA, las niñas tendrán 5 minutos para interactuar con el proyecto y expresar dudas o aportes para este. 7. Pasados los 5 minutos se dará explicación de la actividad, la cual consiste en armar una secuencia de 8 colores dentro de los que deben incluir primero los colores primarios y luego los secundarios. 8. Habrá un equipo ganador de la actividad que será aquel que logre hacer la secuencia siguiendo con las normas del taller. 	
ACTIVIDAD DE LAS INVESTIGADORAS	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Se hace una charla inicial de retroalimentación y explicación de las normas durante la participación del taller, dando a conocer la importancia de seguir instrucciones y escuchar. 2. Finalizados los proyectos se realiza sesión de retroalimentación, por si existen dudas sobre la actividad. 	
EVIDENCIAS:	



Figura 9. Evidencias Taller Neuron, Paleta Luminosa y Guitarra. Fuente: Propia

Tabla 9. Actividad pedagógica: Sesión 2, taller 6

TEMA: Milo, el vehículo científico y Ventilador de enfriamiento	MODALIDAD: Presencial
TIEMPO: 2 horas	COMPONENTE: WeDo 2.0
LUGAR: Sala de informática de la Escuela Antonia Santos	
OBJETIVO DEL TEMA: Conocer al robot WeDo, sus componentes y funcionamiento, y se realiza el primer proyecto que es Milo el vehículo científico, abriendo campo a la programación por bloques.	
ACTIVIDAD DEL ESTUDIANTE	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Se ubican las niñas en grupos de 5 estudiantes. 2. Dentro de los grupos se escoge libremente los roles que tenemos para la actividad que son líder, alistadoras y armadoras 3. Mediante un paso a paso guiado por la plataforma de WeDo las niñas construyen el VEHICULO CIENTIFICO, después de tener armado el vehículo encuentran una programación muy intuitiva que estará a cargo de la líder del grupo. Se conectará el vehículo científico por medio de bluetooth al programa de WeDo y se ejecutarán las acciones que le hayan asignado al robot. 4. Las estudiantes tendrán unos minutos para interactuar con el robot y probar más módulos de los que se compone el programa y posterior a esto desarmar el proyecto de forma ordena y guardar todos los componentes en su lugar correspondiente. 5. Luego continúan con el proyecto del VENTILADOR DE ENFRIAMIENTO de la misma manera como se ejecutó el proyecto anterior. 6. Se darán unos minutos para que las niñas dejen en orden los componentes del robot. 	
ACTIVIDAD DE LAS INVESTIGADORAS	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Dan la introducción y descripción del robot WeDo2.0, explicando que el nuevo robot se compone de una parte física y otra de software. 2. Se hace la aclaración de la importancia de cada una de las fichas que componen la parte física del robot, ubicándolas en su correspondiente compartimento. 3. Cada profesora se hace tutor de un grupo. 4. Brindan las instrucciones para la ejecución del ejercicio. 5. Solucionan preguntas que las estudiantes realizan y hacen acompañamiento en el taller. 	
EVIDENCIAS:	



Figura 10. Evidencias Taller WeDo, Milo. Fuente: Propia.

Tabla 10. Actividad pedagógica: Sesión 2, taller 7

TEMA: Coche de Carreras	MODALIDAD: Presencial
TIEMPO: 2 horas	COMPONENTE: WeDo 2.0
LUGAR: Sala de informática de la Escuela Antonia Santos	
OBJETIVO DEL TEMA: Fomentar en las estudiantes el espíritu de una competencia sana y entender que características especiales tiene un coche de carreras que lo hace diferente de los carros comunes.	
ACTIVIDAD DEL ESTUDIANTE	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Se ubican las niñas en grupos de 5 estudiantes. 2. Dentro de los grupos se escoge libremente los roles que hay para la actividad que son líder, alistadoras y armadoras. 3. Mediante un paso a paso guiado por la plataforma de WeDo las niñas construyen el COCHE DE CARRERAS, después de tener armado el coche encontramos una programación que estará a cargo de la líder del grupo. 4. Al terminar la programación se conectará el vehículo científico por medio de bluetooth al programa de WeDo y se ejecutarán las acciones que le hayan asignado al robot. 5. Las estudiantes tendrán unos minutos para interactuar con el robot y probar más módulos de los que se compone el programa y posterior a esto desarmar el proyecto de forma ordena y guardar todos los componentes en su lugar correspondiente. 6. Se darán unos minutos para que las niñas dejen en orden los componentes del robot y para escuchar las opiniones acerca del robot. 	
ACTIVIDAD DE LAS INVESTIGADORAS	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Dan las instrucciones iniciales para realizar el proyecto. 2. Cada auxiliar se hace tutor de un grupo. 3. Las profesoras explican los nuevos módulos incluidos, como son los bloques de pantalla (123y 123+), bloques de flujo (bucle) y entradas de cambios de los sensores. 4. Brindan motivación a las estudiantes y resuelven sus dudas. 	
EVIDENCIAS:	



Figura 11. Evidencias Taller WeDo, Coche Carreras. Fuente: Propia.

Tabla 11. *Actividad pedagógica: Sesión 2, taller 8*

TEMA: Metamorfosis de la rana.	MODALIDAD: Presencial
TIEMPO: 2 horas	COMPONENTE: WeDo 2.0
LUGAR: Sala de informática de la Escuela Antonia Santos	
OBJETIVO DEL TEMA: Demostrar como a través de la robótica educativa de Lego WeDo 2.0 se unifican las áreas para aprender acerca de ciencias naturales y biología. Permitiendo ver claramente las fases de la metamorfosis.	
ACTIVIDAD DEL ESTUDIANTE	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Conforman equipos de trabajo. 2. Gestión los roles dentro del equipo de trabajo: Líder, armadora y alistadora. 3. Lectura por parte de la líder de la actividad y solución a las preguntas planteadas. 4. Arman el modelo siguiendo los pasos del programa. 5. Interaccionan las estudiantes con el modelo armado. 6. Las estudiantes proponen ideas para mejorar el modelo pasando de rana joven a rana adulta, evaluando las características que hacen diferentes estas etapas de la metamorfosis. 	
ACTIVIDAD DE LAS INVESTIGADORAS	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Dan las instrucciones iniciales para realizar la actividad. 2. Solucionan dudas y orientan a las estudiantes durante todo el ejercicio. 	
EVIDENCIAS:	



Figura 12. Evidencias Taller WeDo Metamorfosis. Fuente: Propia.

Tabla 12. *Actividad pedagógica: Sesión 2, taller 9*

TEMA: Fuerzas	MODALIDAD: Presencial
TIEMPO: 2 horas	COMPONENTE: WeDo 2.0
LUGAR: Sala de informática de la Escuela Antonia Santos	
OBJETIVO DEL TEMA: Aprender conceptos básicos de física por medio de la construcción de un modelo de carro de tracción que arrastre cargas pesadas.	
ACTIVIDAD DEL ESTUDIANTE	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Conforman los equipos de trabajo. 2. Gestionan los roles dentro del equipo de trabajo: Líder, armadora y alistadora. 3. Lectura por parte del líder de la actividad y solución a las preguntas planteadas. 4. Arman el modelo siguiendo los pasos del programa. 5. Interactúan con el modelo armado. 6. Entre ellas hacen modificaciones al modelo para evidenciar cambios en la velocidad y fuerza al llevar cargas livianas o pesadas y reconocen las diferencias. 7. Afianzan los conceptos básicos de física vistos con el proyecto. 	
ACTIVIDAD DE LAS INVESTIGADORAS	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Socializan la actividad y dan las instrucciones iniciales. 2. Solucionan dudas si se presentan. 3. Hacen retroalimentación de la actividad. 	
EVIDENCIAS:	



Figura 13. Evidencias Taller WeDo Robot Tracción. Fuente: Propia.

Tabla 13. *Actividad pedagógica: Sesión 2, taller 10*

TEMA: Estructuras Robustas	MODALIDAD: Presencial
TIEMPO: 2 horas	COMPONENTE: WeDo 2.0
LUGAR: Sala de informática de la Escuela Antonia Santos	
OBJETIVO DEL TEMA: Aplicar conceptos de física y analizar las características que las edificaciones deben tener ante un temblor por medio del proyecto ESTRUCTURAS ROBUSTAS	
ACTIVIDAD DEL ESTUDIANTE	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Las niñas gestionan entre ellas los roles que se deben tener para ejecutar el proyecto: líder, alistadora y armadora. 2. Se entregan los kits de Lego WeDo2.0 con su respectivo computador para hacer la conexión. 3. Al iniciar con el ejercicio se resuelven las preguntas que plantea el programa y se hace una charla rápida de 3 a 5 minutos con las niñas, en donde exponen sus puntos de vista, experiencias, ejemplos y conclusiones. 4. Después de esto se procede a la formación del robot con las fichas, y completan el ejercicio con la programación que viene propuesta. 5. Luego 3 estudiantes arman una edificación diferente para el ejercicio. 6. Interactúan con el robot y realizan la competencia para ver que estructura es más resistente a la simulación del temblor lo que genera emoción entre las niñas del grupo. 7. Luego desarman el robot dejando todas las fichas en su lugar correspondiente. 	
ACTIVIDAD DE LAS INVESTIGADORAS	
<ol style="list-style-type: none"> 1. Dan las instrucciones iniciales. 2. Solucionan dudas si se presentan. 	
EVIDENCIAS:	

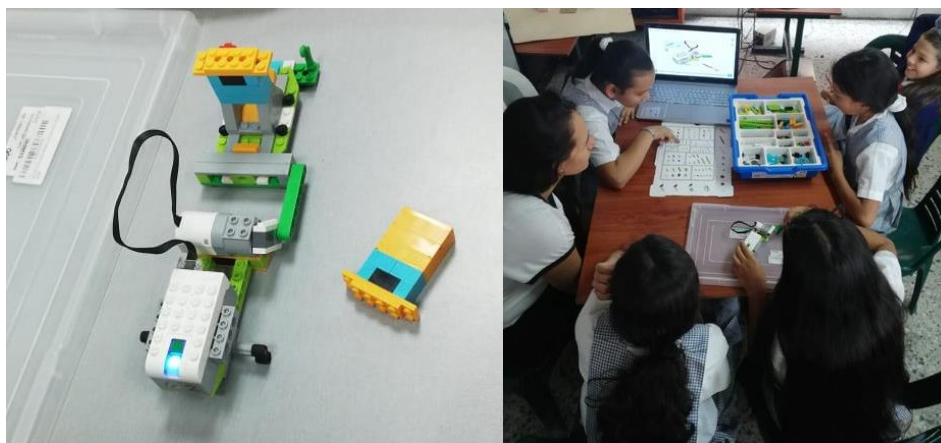


Figura 14. Evidencia Taller WeDo, Estructuras Robustas. Fuente: Propia

Variables

En el diseño cuantitativo se definen las siguientes variables:

En cuanto al cuestionario pre y post aplicado en la sesión inicial y final con el grupo experimental:

Valoración de la experiencia de la sesión inicial y final con el grupo experimental utilizando los componentes de robótica para el desarrollo de habilidades STEM: El objetivo de esta variable es estimar la capacidad de resolución de problemas, la creatividad, el pensamiento crítico y el pensamiento sistémico al iniciar y al finalizar los talleres, identificando las siguientes categorías:

1. Nada
2. Poco
3. Normal
4. Mucho
5. Bastante

Caracterización de la población y muestra

La investigación se realizó a la población de niñas de los grados cuarto y quinto de primaria de la escuela pública Institución Educativa Departamental Manuel Humberto Cárdenas Vélez, sede Antonia Santos, con conocimiento básicos STEM de matemáticas, ciencias y tecnología contenidos en su currículo académico. La edad de las niñas está comprendida desde los 7 a los 12 años, 31 niñas de nacionalidad colombiana y 1 niña de nacionalidad venezolana, todas con lengua predominante el español.

Muestra General.

Se utilizó un muestreo no probabilístico, debido a que el grupo a analizar de alumnas ya estaba formado antes de la investigación. La muestra del grupo experimental estaba compuesta de 32 niñas, las cuales participaron en los talleres de robótica.

Instrumentos de recolección de datos

Cómo método de recolección de datos se optó por el cuestionario donde se recolectaba información mediante observación directa y vídeos de la clase.

El cuestionario de valoración de la experiencia con la implementación de talleres de robótica educativa como metodología pedagógica para la enseñanza del pensamiento computacional con el fin de fortalecer el desarrollo de habilidades STEM en niñas de 7 a 12 años. Con este cuestionario se pretendió conocer bajo criterios específicos relacionados con resolución de problemas, creatividad, pensamiento crítico y pensamiento sistémico la estimación de cada niña al inicio y al final de los talleres de robótica. El resultado de este cuestionario permite comprobar o rechazar la hipótesis nula (H0): “El nivel de desarrollo de habilidades STEM a partir de la implementación de talleres de robótica educativa no presenta diferencias antes y después de la experiencia”.

La interacción, motivación y reacción de los estudiantes en las sesiones de robótica se realiza mediante observación directa de las docentes registrando lo más relevante en una ficha de registro y con apoyo de los vídeos de cada sesión.

La información proporcionada sirve para evaluar la experiencia, determinar si al implementar los talleres de robótica educativa para aprender pensamiento computacional sirve para mejorar las competencias STEM relacionadas con la resolución de problemas, creatividad, pensamiento crítico y pensamiento sistémico comparando su participación inicial y final en los talleres propuestos. También servirá para determinar las dificultades y establecer las mejoras para el desarrollo de la actividad en cursos futuros.

Técnicas de recolección de datos

El cuestionario o test aplicado al inicio y final de la actividad expuesto en el *Anexo 1* fue diligenciado a mano por las auxiliares y docentes de investigación en el instante mismo de la sesión de robótica, luego de observar, guiar y motivar a las estudiantes a participar y desarrollar el proyecto de la clase. En el caso del cuestionario, la información se exportó al software estadístico SPSS y se realizaron los correspondientes análisis estadísticos. La ficha de registro fue diligenciada en Excel para su posterior análisis cualitativo.

Cuestionario: valoración de la experiencia con la implementación de talleres de robótica educativa como metodología pedagógica para la enseñanza del pensamiento computacional con el fin de fortalecer el desarrollo de habilidades STEM en niñas de 7 a 12 años. La elaboración de este cuestionario es producto de la revisión y exploración bibliográfica realizada sobre el tema. Este instrumento permite determinar la valoración de la experiencia con el uso de los componentes de robótica educativa Neuron y Wedo 2.0 al inicio o fin de los talleres.

Ítems de la lista:

Resolución de problemas:

- Comprende el problema
- Asocia conocimientos previos con la resolución del problema
- Valora los resultados y los mejora
- Reconoce los errores y los corrige

Creatividad:

- Tiene iniciativa frente a la solución del problema
- Propone ideas originales
- Las ideas son de calidad (útiles y factibles de implementar)
- Experimenta nuevas soluciones

Pensamiento crítico:

- Delimita el problema y hace preguntas
- Comunica sus opiniones
- Confía en sus soluciones para solucionar el problema
- Comprende y respeta las soluciones de sus pares
- Persistencia ante las dificultades

Pensamiento sistémico:

- Identifica los componentes del sistema
- Identifica los procesos del sistema
- Identifica las relaciones entre los componentes y procesos del sistema

- Organizar adecuadamente los componentes, procesos y relaciones del sistema
- Generaliza y resuelve el problema luego de haber comprendido como un todo el sistema

Para la estructuración de la lista se siguieron las directrices según Colás y Buendía (citado por García y Cabero, 2011). A partir de la pregunta de investigación y objetivos se establecieron los indicadores y dimensiones de la variable. Luego, se hizo la selección del tipo de preguntas y respuestas, y se redactaron los ítems. Para la validez y confiabilidad del instrumento, se utilizó el alfa de Cronbach, que es el indicador más ampliamente utilizado para este análisis. Este coeficiente determina la consistencia interna de una escala analizando la correlación media de una variable con todas las demás que integran dicha escala. Toma valores entre 0 y 1, cuanto más se acerque el coeficiente a la unidad, mayor será la consistencia en la escala evaluada. Según George y Mallery (citado por Medina, 2006), el alfa de Cronbach por debajo de 0,5 muestra un nivel de fiabilidad no aceptable; si tomara un valor entre 0,5 y 0,6 se podría considerar como un nivel pobre; si se situara entre 0,6 y 0,7 se estaría ante un nivel débil; entre 0,7 y 0,8 haría referencia a un nivel aceptable; en el intervalo 0,8 – 0,9 se podría calificar como de un nivel bueno, y si tomara un valor superior a 0,9 sería excelente. El respectivo análisis y revisión fue realizado por los investigadores del proyecto cuidando que fuera una herramienta adecuada de acuerdo a los objetivos planteados en este estudio.

Tabla 14. *Estadística de fiabilidad del cuestionario “valoración de la experiencia con la implementación de talleres de robótica educativa como metodología pedagógica para la enseñanza del pensamiento computacional con el fin de fortalecer el desarrollo de habilidades STEM en niñas de 7 a 12 años”*

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	N de elementos
,959	18

Planificación e implementación del trabajo de campo

La investigación en esta parte del proyecto se desarrolló de acuerdo al siguiente cronograma:

Tabla 15. *Cronograma de actividades a realizar*

No.	Fases	Fecha Inicio	Ficha Final	Tiempo (semanas)
1	Fase I: Inicial Planteamiento del problema Revisión bibliográfica Formulación de objetivos de investigación y/o preguntas de investigación Selección de la metodología de investigación Seleccionar métodos e instrumentos Selección del punto geográfico	09 de mayo	09 de agosto	12 semanas
2	Fase II: Preparatoria Diseño de la actividad con los estudiantes Selección de la muestra Diseño de cuestionarios	01 de junio	01 de septiembre	12 semanas
3	Fase III: Concreción Desarrollo de la actividad con los estudiantes Aplicación de las listas de control Técnicas de recogida de datos Exportación a Programa estadístico informático Codificación de datos	20 de junio	20 de septiembre	12 semanas
4	Fase IV: Analítica Análisis e interpretación de datos	20 de agosto	20 de octubre	8 semanas
5	Fase V: Informativa Síntesis de los resultados Conclusiones Propuestas de mejora	01 de octubre	10 de noviembre	6 semanas

Estrategia analítica

Para la obtención, elaboración y posterior análisis de los datos, que correspondieran con la metodología de la investigación, se utilizaron diferentes técnicas para la recopilación de la información.

A través de un cuestionario pre y post sin grupo de control, diligenciados por las auxiliares y docentes de investigación. De igual manera, mediante una ficha de control, las docentes recogieron datos mediante observación directa sobre el comportamiento, interés, motivación, etc. De los estudiantes durante los talleres de robótica educativa.

De las actividades planteadas se prepararon los siguientes datos:

valoración de la experiencia (resolución de problemas, creatividad, pensamiento crítico y pensamiento sistémico) con la implementación de talleres de robótica educativa como metodología pedagógica para la enseñanza del pensamiento computacional con el fin de fortalecer el desarrollo de habilidades STEM en niñas de 7 a 12 años, al inicio y al final de los talleres.

La preparación de los datos fue detallada y cuidadosa. El análisis cuantitativo se realizó con el software SPSS (Statistical Software for the Social Sciences) exclusivo para análisis estadístico, así como el software Excel para la codificación y para el ordenamiento de datos.

Los análisis llevados a cabo fueron: estadística descriptiva y análisis inferencial. En cuanto a los análisis inferenciales de los datos de la valoración de la experiencia de la actividad inicial y final (antes y después), el procedimiento estadístico que se utilizó, recurre a comparar las medias de las distribuciones de la variable cuantitativa pre – post test sin grupo de control (en muestras relacionadas para verificar un cambio). Para el contraste de las medias utilizamos la t student para datos pareados que compara las medias de un mismo grupo y calcula las diferencias entre la primera y la segunda medición.

Análisis crítico de la metodología utilizada

La metodología empleada en esta investigación se considera correcta y adecuada para lograr los objetivos planteados. Se optó por el análisis mixto de una actividad pedagógica utilizando robótica educativa para comprender y valorar la experiencia en niñas de cuarto y quinto de primaria con el fin de desarrollar habilidades STEM dando como resultado mejores competencias en resolución de problemas, creatividad, pensamiento crítico y pensamiento sistémico.

En el análisis cuantitativo de datos, se logró recolectar la información en el tiempo establecido y realizar su análisis respectivo sustentado en los datos de las listas de control. Este proceso fue posible gracias a la implicación total de las auxiliares de investigación, con lo que la actividad tuvo continuidad, seguimiento y atención que llevó a resultados confiables en cumplimiento de los objetivos iniciales.

Durante la recolección de datos utilizando cuestionario pretest - postest se comprobó que 21 estudiantes asistieron al 80% de los talleres de robótica educativa, con lo cual se garantiza un nivel de confiabilidad en los resultados.

Aunque la cantidad de datos de análisis fue suficiente y sirvió para dar cumplimiento a los objetivos de la investigación, se piensa que para que ésta cobre validez, se necesita extender el estudio en otros grupos de niñas, inclusive de otras escuelas, en la cual más estudiantes se beneficien de la actividad e involucrar a los docentes encargados de las asignaturas relacionadas con la disciplina STEM (matemática, ciencias, informática) para que puedan replicar los talleres y mejorar las competencias en resolución de problemas, creatividad, pensamiento crítico y pensamiento sistémico.

Resultado del proceso de análisis

En este apartado se presentan los resultados de los análisis: Análisis descriptivo de la valoración de la experiencia con la implementación de talleres de robótica educativa como metodología pedagógica para la enseñanza del pensamiento computacional con el fin de fortalecer el desarrollo de habilidades STEM en niñas de 7 a 12 años, contraste de hipótesis de la valoración de la actividad y un análisis cualitativo de las observaciones directas llevadas a cabo durante las sesiones.

Análisis 1: Valoración de la experiencia con la implementación de talleres de robótica educativa como metodología pedagógica para la enseñanza del pensamiento computacional con el fin de fortalecer el desarrollo de habilidades STEM en niñas de 7 a 12 años al inicio y al final de la actividad

A continuación, se muestra el análisis de los datos recopilados a través del cuestionario “valoración de la experiencia con la implementación de talleres de robótica educativa como metodología pedagógica para la enseñanza del pensamiento computacional con el fin de fortalecer el desarrollo de habilidades STEM en niñas de 7 a 12 años”. Se realizó un estudio descriptivo obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 16. Valoración de la actividad inicial de habilidades STEM (PRETEST)

VALORACIÓN DE LA ACTIVIDAD INICIAL DE HABILIDADES STEM (PRETEST)												
	Nada		Poco		Normal		Mucho		Bastante		Media	DT
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%		
RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS												
Comprende el problema	0	0	2	6,3	20	62,5	10	31,3	0	0	3,25	0,56
Asocia conocimientos previos con la resolución del problema	0	0	1	3,1	24	75	7	21,9	0	0	3,19	0,47
Valora los resultados y los mejora	0	0	3	9,4	23	71,9	6	18,8	0	0	3,09	0,53
Reconoce los errores y los corrige	1	3,1	1	3,1	23	71,9	7	21,9	0	0	3,13	0,60
CREATIVIDAD												
Tiene iniciativa frente a la solución del problema	0	0	2	6,3	22	68,8	8	25	0	0	3,19	0,53
Propone ideas originales	0	0	2	6,3	25	78,1	5	15,6	0	0	3,09	0,46
Las ideas son de calidad (útiles y factibles de implementar)	0	0	2	6,3	25	78,1	5	15,6	0	0	3,09	0,46
Experimenta nuevas soluciones	1	3,1	2	6,3	24	75	5	15,6	0	0	3,03	0,59
PENSAMIENTO CRÍTICO												
Delimita el problema y hace preguntas	0	0	2	6,3	23	71,9	7	21,9	0	0	3,16	0,51
Comunica sus opiniones	0	0	3	9,4	21	65,6	8	25	0	0	3,16	0,57
Confía en sus soluciones para solucionar el problema	0	0	5	15,6	22	68,8	5	15,6	0	0	3,00	0,56
Comprende y respeta las soluciones de sus pares	1	3,1	6	18,8	17	53,1	8	25	0	0	3,00	0,76
Persistencia ante las dificultades	1	3,1	5	15,6	18	56,3	8	25	0	0	3,03	0,74
PENSAMIENTO SISTÉMICO												
Identifica los componentes del sistema	0	0	0	0	21	65,6	11	34,4	0	0	3,34	0,48
Identifica los procesos del sistema	0	0	0	0	21	65,6	11	34,4	0	0	3,34	0,48
Identifica las relaciones entre los componentes y procesos del sistema	0	0	0	0	22	68,8	10	31,3	0	0	3,31	0,47
Organizar adecuadamente los componentes, procesos y relaciones del sistema	0	0	1	3,1	21	65,6	10	31,3	0	0	3,28	0,52
Generaliza y resuelve el problema luego de haber comprendido como un todo el sistema	2	6,3	6	18,8	21	65,6	3	9,4	0	0	3,34	0,48

Para analizar los datos de la Tabla 16 perteneciente al pretest vamos a separar por las dimensiones establecidas:

En la dimensión “Resolución de problemas”, Se observa que el porcentaje de niñas que estuvieron dentro de la categoría “Mucho” estuvo dentro de un 23.5% en promedio y en la categoría “Normal” el promedio fue de 70.3%. No se presentó ningún porcentaje para la categoría “Bastante”.

Los ítems más destacados en esta dimensión son:

- *La estudiante comprende el problema* (31.3% “Mucho” y 62.5 “Normal”)
- *La estudiante asocia conocimientos previos con la resolución del problema* (21.9% “Mucho” y 75% “Normal”)

Para una (1) estudiante le fue difícil *Reconocer los errores y corregirlos* (3.1% “Nada”).

El promedio más alto para esta dimensión fue de un 70.3% en la categoría “Normal”, lo cual indica que la mayoría de las estudiantes solo usaron soluciones conocidas y no exploraron nuevas alternativas.

En la dimensión de “Creatividad” los indicadores más altos se situaron en la categoría “Normal” con un 75% en promedio y en la categoría “Mucho” fue de un 17.9% en promedio. En esta dimensión tampoco se evidenció porcentaje para la categoría “Bastante”.

Los ítems más destacados en esta dimensión son:

- *La estudiante tiene iniciativa frente a la solución del problema* (25% “Mucho” y 68.8% “Normal”)
- *La estudiante propone ideas originales* (78.1% “Normal” y “Mucho” 15.6%)
- *Las ideas propuestas por la estudiante son de calidad (útiles y factibles de implementar)* (78.1% “Normal” y “Mucho” 15.6%)

El promedio más alto para esta dimensión fue de un 75% en la categoría “Normal”, lo cual indica que la mayoría de las estudiantes al resolver el problema no utilizaron o incorporaron recursos diferentes o ideas originales.

En la dimensión de “Pensamiento Crítico” los indicadores muestran que dentro de la categoría “Mucho” el porcentaje fue de un 22.5% en promedio y en la categoría “Normal” fue de un 56.9% en promedio. En esta dimensión tampoco se evidenció porcentaje para la categoría “Bastante”.

Los ítems más destacados en esta dimensión son:

- *La estudiante comunica sus opiniones* (25% “Mucho” y 65.6% “Normal”)
- *La estudiante delimita el problema y hace preguntas* (21.9% “Mucho” y 71.9% “Normal”)

Para esta dimensión algunos ítems fueron difíciles para las estudiantes:

- *La estudiante comprende y respeta las soluciones de sus pares* (18.8% “Poco” y 3.1% “Nada”)
- *La estudiante persiste ante las dificultades* (15.6% “Poco” y 3.1% “Nada”)

El promedio más alto para esta dimensión fue de un 56.9% en la categoría “Normal”, el promedio más bajo dentro de las cuatro dimensiones evaluadas, esto indica que para la mayoría de las estudiantes expresar su opinión y manejar un rol dentro de un equipo fue neutral. Además, un 13.1% indicaron “Poco” o “Nada” dentro de esta dimensión, mostrando inseguridad para lograr expresarse o desempeñarse en un equipo.

En la dimensión de “Pensamiento Sistémico” los indicadores muestran que es la de mejor participación positiva, mostrando un promedio de 32.8% en la categoría “Mucho” y un 65.6% en la categoría “Normal”, al igual que en las anteriores dimensiones no se evidenció porcentaje para la categoría “Bastante”.

Los ítems más destacados en esta dimensión son:

- *La estudiante identifica los componentes del sistema* (34.4% “Mucho” y 65.6% “Normal”)
- *La estudiante identifica los procesos del sistema* (34.4% “Mucho” y 65.6% “Normal”)

- *La estudiante identifica las relaciones entre los componentes y procesos del sistema (31.3% “Mucho” y 68.8% “Normal”)*

El ítem que menos sobresalió positivamente en esta dimensión fue:

- *La estudiante generaliza y resuelve el problema luego de haber comprendido como un todo el sistema (18.8% “Poco” y 6.3% “Nada”).*

En general la dimensión de “Pensamiento Sistémico” fue la de los indicadores más altos. Aun así, el promedio más alto fue de 65.6% en la categoría “Normal”, lo cual indica que visualizar, identificar y resolver el problema por las partes que lo componen fue un proceso que para la mayoría de las estudiantes se les facilitó, mas no generalizándolo como un todo.

Tabla 17. Valoración de la actividad inicial de habilidades STEM (POSTEST)

VALORACIÓN DE LA ACTIVIDAD INICIAL DE HABILIDADES STEM (POSTEST)												
	Nada		Poco		Normal		Mucho		Bastante		Media	DT
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%		
RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS												
Comprende el problema	0	0	2	6,3	6	18,8	21	65,6	3	9,4	3,78	0,70
Asocia conocimientos previos con la resolución del problema	0	0	1	3,1	11	34,3	15	46,9	5	15,6	3,75	0,76
Valora los resultados y los mejora	0	0	2	6,3	12	37,5	16	50	2	6,3	3,56	0,71
Reconoce los errores y los corrige	1	3,1	1	3,1	11	34,4	17	53,1	2	6,3	3,56	0,80
CREATIVIDAD												
Tiene iniciativa frente a la solución del problema	0	0	1	3,1	16	50	13	40,6	2	6,3	3,50	0,67
Propone ideas originales	0	0	1	3,1	24	75	5	15,6	2	6,3	3,25	0,62
Las ideas son de calidad (útiles y factibles de implementar)	0	0	1	3,1	20	62,5	10	31,2	1	3,1	3,34	0,60
Experimenta nuevas soluciones	1	3,1	1	3,1	22	68,8	7	21,9	1	3,1	3,19	0,69
PENSAMIENTO CRÍTICO												
Delimita el problema y hace preguntas	0	0	1	3,1	9	28,1	20	62,5	2	6,3	3,72	0,63
Comunica sus opiniones	0	0	0	0	7	21,9	21	65,6	4	12,5	3,91	0,58
Confía en sus soluciones para solucionar el problema	0	0	4	12,5	11	34,4	14	43,8	3	9,4	3,50	0,84
Comprende y respeta las soluciones de sus pares	1	3,1	4	12,5	8	25	16	50	3	9,4	3,50	0,95
Persistencia ante las dificultades	1	3,1	3	9,4	7	21,9	20	62,5	1	3,1	3,53	0,84
PENSAMIENTO SISTÉMICO												
Identifica los componentes del sistema	0	0	0	0	4	12,5	26	81,3	2	6,3	3,94	0,43
Identifica los procesos del sistema	0	0	0	0	7	21,9	24	75	1	3,1	3,81	0,47
Identifica las relaciones entre los componentes y procesos del sistema	0	0	0	0	8	25	23	71,9	1	3,1	3,78	0,49
Organizar adecuadamente los componentes, procesos y relaciones del sistema	0	0	1	3,1	8	25	20	62,5	3	9,4	3,78	0,65
Generaliza y resuelve el problema luego de haber comprendido como un todo el sistema	0	0	0	0	7	21,9	22	68,8	3	9,4	3,88	0,55

Para analizar los datos de la tabla 17 perteneciente al postest vamos a separar por las dimensiones establecidas:

Iniciando con la dimensión “Resolución de problemas”, Se observa que la suma del porcentaje de estudiantes que estuvieron en las categorías “Bastante” y “Mucho” fue del 63.3% y para la categoría “Normal” el promedio fue de un 31.3%.

Los ítems más destacados en esta dimensión son:

- *La estudiante comprende el problema* (75% “Mucho + Bastante” y 18.8 “Normal”)
- *La estudiante asocia conocimientos previos con la resolución del problema* (62.5% “Mucho + Bastante” y 34.3% “Normal”)

Se evidencia una mejora en el postest en los indicadores de esta dimensión, indicando que las estudiantes exploraron nuevas soluciones y alternativas para resolver los problemas.

Para el ítem:

- *Reconocer los errores y corregirlos* (3.1% “Nada”). No mostro cambios en el postest.

El promedio más alto para esta dimensión fue de un 53.9% en la categoría “Mucho”, lo cual indica que la mayoría de las estudiantes exploraron nuevas alternativas y buscaron nuevas soluciones.

En la dimensión de “Creatividad” se observa que la suma del porcentaje de estudiantes que estuvieron en las categorías “Bastante” y “Mucho” fue del 32% y para la categoría “Normal” el promedio fue de un 64%.

Los ítems más destacados en esta dimensión son:

- *La estudiante tiene iniciativa frente a la solución del problema* (46.9% “Mucho + Bastante” y 50% “Normal”)
- *Las ideas propuestas por la estudiante son de calidad (útiles y factibles de implementar)* (34.3% “Mucho + Bastante” y 62.5% “Normal”)

El promedio más alto para esta dimensión fue de un 64% en la categoría “Normal”, lo cual indica que, aunque hubo una mejora en los indicadores, la mayoría de las estudiantes al resolver el problema no utilizaron o incorporaron recursos diferentes o ideas originales.

En la dimensión de “Pensamiento Crítico” se observa que la suma del porcentaje de estudiantes que estuvieron en las categorías “Bastante” y “Mucho” fue del 65% y para la categoría “Normal” el promedio fue de un 26.3%.

Los ítems más destacados en esta dimensión son:

- *La estudiante comunica sus opiniones* (78.1% “Mucho + Bastante” y 21.9% “Normal”)
- *La estudiante delimita el problema y hace preguntas* (68.8% “Mucho + Bastante” y 28.1% “Normal”)

Los ítems que fueron dificultosos para las estudiantes mostraron un cambio leve en los indicadores:

- *La estudiante comprende y respeta las soluciones de sus pares* (12.5% “Poco” y 3.1% “Nada”)
- *La estudiante persiste ante las dificultades* (9.4% “Poco” y 3.1% “Nada”)

El promedio más alto para esta dimensión fue de un 56.88% en la categoría “Mucho”, indicando mejora en como las estudiantes expresaron su opinión y manejaron un rol dentro de un equipo.

En la dimensión de “Pensamiento Sistémico” se observa que la suma del porcentaje de estudiantes que estuvieron en las categorías “Bastante” y “Mucho” fue del 78.2% y para la categoría “Normal” el promedio fue de un 21.26%.

Los ítems más destacados en esta dimensión son:

- *La estudiante identifica los componentes del sistema* (87.6% “Mucho + Bastante” y 12.5% “Normal”)
- *La estudiante identifica los procesos del sistema* (78.1% “Mucho + Bastante” y 21.9% “Normal”)

- *La estudiante identifica las relaciones entre los componentes y procesos del sistema* (75% “Mucho + Bastante” y 25% “Normal”)

El ítem que no se destacó fue:

- *Organizar adecuadamente los componentes, procesos y relaciones del sistema* (3.1% “Poco”), fue el único porcentaje por debajo de categoría “normal”.

La dimensión de “Pensamiento Sistémico” siguió a la cabeza con el indicador más alto. El promedio más alto fue de 71.9% en la categoría “Mucho”, mostrando una mejora en como las estudiantes comprendían el problema en sus partes y reconociéndolo como un todo.

Análisis 2: Contraste de medias pre y post-test sin grupo de control

Para el diseño de la investigación se realizó un contraste de medias pre y post-test sin grupo de control, donde se trató de verificar un cambio entre las estudiantes participantes en los talleres de robótica educativa para el desarrollo de habilidades STEM antes y después de la experiencia en las dimensiones donde se esperaba que cambiaran (resolución de problemas, creatividad, pensamiento crítico y pensamiento sistémico). Como no había grupo de control no se trató de un diseño experimental en sentido propio. El pre test se aplicó inmediatamente al iniciar la experiencia, y el post test al terminarla, luego de la implementación de los 10 talleres de robótica utilizando los componentes Neuron y Wedo 2.0.

Para el método de análisis se utilizó una muestra de 32 estudiantes relacionada (o emparejada) puesto que los sujetos son los mismos en las dos situaciones (pre y post test).

La pregunta a la que se pretendió dar respuesta en el análisis de relaciones entre las citadas variables es la siguiente (ver tabla):

Pregunta que permitirá conocer el grado de asociación o independencia que presentan la variable categórica “participación en los talleres de robótica educativa” y cuantitativa de las estudiantes respecto a la valoración de la experiencia.

Tabla 18. *Pregunta que permitirá conocer el grado de asociación o independencia que presentan la variable categórica “participación en los talleres de robótica educativa para el desarrollo de habilidades STEM” y cuantitativa de los estudiantes respecto a la valoración de la experiencia al iniciar los talleres y al terminar.*

VARIABLES	DEPENDIENTE →	Valoración de la experiencia al iniciar los talleres y al terminarlos
	INDEPENDIENTE ↓	
Participación en los talleres de robótica educativa		¿Hay diferencias en las medias de la valoración de la actividad inicial y final?

Hipótesis nula: El nivel de desarrollo de habilidades STEM a partir de la implementación de talleres de robótica educativa no presenta diferencias antes y después de la experiencia

Hipótesis alternativa: El nivel de desarrollo de habilidades STEM a partir de la implementación de talleres de robótica educativa presenta diferencias antes y después de la experiencia

Nivel de significación: $\alpha = 0,05$

Análisis exploratorio de datos y determinación de las medidas descriptivas de las variables antes y después.

Tabla 19. Estadísticos resumen del grupo

Estadísticos descriptivos					
	N	Mínimo	Máximo	Media	Desviación estándar
Habilidades STEM al iniciar la experiencia	32	2,22	4,00	3,1684	,45474
Habilidades STEM al finalizar la experiencia	32	2,22	4,72	3,6267	,52349
N válido (por lista)	32				

Para dar respuesta a la pregunta formulada en la tabla, se realizaron las correspondientes pruebas de t student para dos muestras relacionadas que permitirá comparar las medias de dos series de mediciones realizadas sobre las mismas unidades estadísticas, en este caso particular, el desarrollo de habilidades STEM enfocado en cuatro dimensiones (resolución de problemas, creatividad, pensamiento crítico y pensamiento sistémico) para detectar un cambio en la experiencia en los dos momentos (pre y post). , además de determinar la idoneidad de aplicar una prueba paramétrica (en caso de que las variables sigan una distribución normal) o bien no paramétrica (si las variables no se distribuyen siguiendo una Ley Normal).

Supuestos de normalidad

Realizamos la prueba de normalidad para las diferencias entre el pre y post test aplicados en la experiencia.

Tabla 20. Pruebas de normalidad

Pruebas de normalidad						
	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
diferencia antes y después de la experiencia	,096	32	,200*	,967	32	,419

*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.

a. Corrección de significación de Lilliefors

Los análisis efectuados con muestras relacionadas para la comparación de medias demuestran que la variable a contrastar sigue un criterio de normalidad, obteniéndose un p-valor superior a 0,05. En nuestro caso podemos asumir la normalidad de la variable cuantitativa “diferencia antes y después de la experiencia”, (“Pre test”/”Post test”), lo que lleva a aplicar pruebas paramétricas.

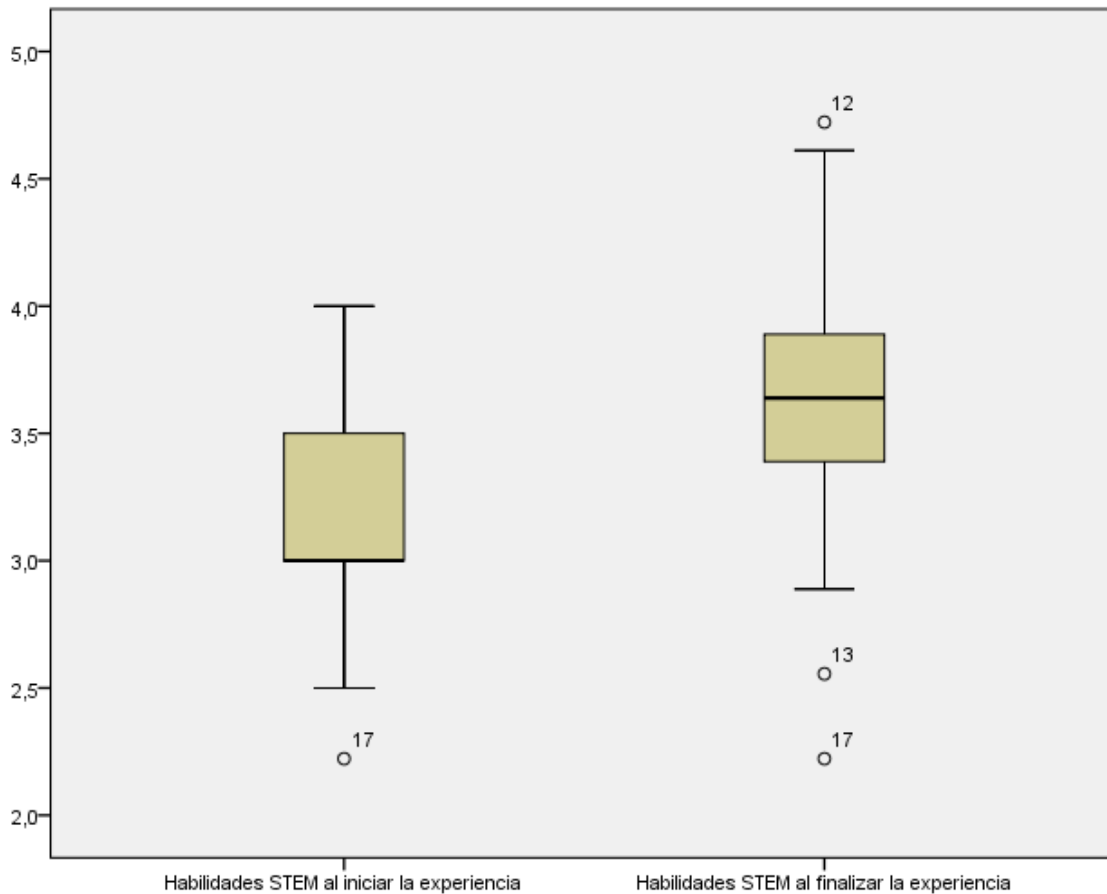


Figura 15. Representación gráfica de la distribución de la variable cuantitativa (media del grupo) en el grupo experimental por la variable cualitativa (Habilidades STEM al iniciar y finalizar la experiencia)

En la figura tenemos una representación gráfica de la distribución de la variable cuantitativa (media del grupo pre y post) en el grupo experimental por la variable cualitativa (Habilidades STEM al iniciar la experiencia y al finalizar), y nos sirve para una aproximación visual al contraste de hipótesis, que planteará como hipótesis nula (H0) “*El nivel de desarrollo*

de habilidades STEM a partir de la implementación de talleres de robótica educativa no presenta diferencias antes y después de la experiencia”.

Como puede verse en nuestro caso, las medias en el grupo “Habilidades STEM al finalizar la experiencia” son mayores que en el grupo “Habilidades STEM al iniciar la experiencia”, por tanto, los porcentajes de los individuos que participaron en los talleres de robótica educativa para mejorar el desarrollo de las habilidades STEM son superiores al realizar la comparación con la participación de los mismos individuos al iniciar la experiencia cuando aún no se implementaban los talleres. En el gráfico de cajas se observa que el 100% de las medias de las muestras tomadas en el grupo experimental al finalizar los talleres fueron diferentes a la muestra tomada en su etapa inicial.

Al cumplirse el criterio de normalidad se lleva a cabo la evaluación inferencial, en este caso comparamos las medias pre y post test y contrastamos las hipótesis.

Comparación de las medias pre y post test

Para el análisis del factor de exploración “participación en los talleres de robótica educativa para el desarrollo de habilidades STEM”, se muestra un cuadro resumen en la tabla con los estadísticos descriptivos (de la variable cuantitativa) más relevantes pre y post test que se va a contrastar: las medias (y sus IC95%), las desviaciones típicas y los valores máximo y mínimo.

Tabla 21. Cuadro resumen con los estadísticos descriptivos más relevantes en el grupo experimental de participación en los talleres de robótica educativa (Pre/Post)

Descriptivos				
		Estadístico	Error estándar	
Habilidades STEM al iniciar la experiencia	Media	3,1684	,08039	
	95% de intervalo de confianza para la media	Límite inferior	3,0045	
		Límite superior	3,3324	
	Media recortada al 5%	3,1690		
	Mediana	3,0000		
	Varianza	,207		
	Desviación estándar	,45474		
	Mínimo	2,22		
	Máximo	4,00		
	Rango	1,78		
	Rango intercuartil	,50		
	Asimetría	,521	,414	
	Curtosis	-,135	,809	
	Habilidades STEM al finalizar la experiencia	Media	3,6267	,09254
95% de intervalo de confianza para la media		Límite inferior	3,4380	
		Límite superior	3,8155	
Media recortada al 5%		3,6393		
Mediana		3,6389		
Varianza		,274		
Desviación estándar		,52349		
Mínimo		2,22		
Máximo		4,72		
Rango		2,50		
Rango intercuartil		,53		
Asimetría		-,420	,414	
Curtosis		1,157	,809	

En la tabla, se puede observar que tanto la estimación puntual de la media de la variable “media del grupo experimental” pre y post (3,16 vs 3,62) como sus intervalos de confianza (3,43 – 3,81 en el grupo “Habilidades STEM al finalizar la experiencia” vs 3,00 – 3,33 en el grupo “Habilidades STEM al iniciar la experiencia”) no son “superponibles”, por lo que es altamente probable que las variables media del grupo experimental que participó en su etapa inicial y final en la implementación de los talleres de robótica educativa no están interconectadas en la población (lo que conllevaría a que las medias pre y post fueran muy diferentes). Es decir, no hay un parámetro de uniformidad en los resultados para el desarrollo de habilidades STEM de las estudiantes evaluadas al inicio y al final.

Contraste de hipótesis

Prueba T para muestras relacionadas: Estadística de Prueba

Para realizar la prueba de hipótesis utilizaremos en este caso la prueba “t”. El estadístico “t”, queda establecido como Prueba “t” para dos muestras relacionadas, con distribución normal

Tabla 22. Prueba de muestras relacionadas

Prueba de muestras emparejadas								
	Diferencias emparejadas					t	gl	Sig. (bilateral)
	Media	Desviación estándar	Media de error estándar	95% de intervalo de confianza de la diferencia				
				Inferior	Superior			
Par 1 Habilidades STEM al finalizar la experiencia - Habilidades STEM al iniciar la experiencia	,45833	,28608	,05057	,35519	,56147	9,063	31	,000

Verificación de la hipótesis de investigación

Decisión estadística: Como $p < 0,05$, rechazamos la hipótesis nula.

El desarrollo de habilidades STEM al implementar los talleres de robótica educativa tiene diferencias antes y después de la experiencia.

Análisis 3: Análisis cualitativo de la observación directa.

Interacciones didácticas mediante actividades basadas en el uso de robótica educativa a través de los componentes Wedo 2.0 y Neuron para mejorar las habilidades STEM en niñas, en la escuela Antonia Santos – Fusagasugá.

Mediante la técnica de la observación se va a realizar una breve descripción de la interactividad e interacción entre las niñas de los grados cuarto y quinto de primaria de la Escuela Antonia Santos, cuyas edades están comprendidas entre los 7 y 12 años, su relación con las actividades, y, guía de las profesoras responsables, al igual que los resultados obtenidos en el desarrollo del ejercicio de investigación por medio del uso de los componentes de robótica Wedo 2.0 y Neuron.

Se pudo evidenciar un proceso de interacción social donde las niñas en observación trabajaron en unos proyectos mediados por los robots que les permitió abordar un proceso de aprendizaje que complementa sus capacidades para la solución de problemas, la creatividad, el pensamiento crítico y el pensamiento sistémico, y está relacionada con los siguientes elementos:

Un rol activo de interacción y participación ejercido por las niñas, y, un rol motivador y guía por parte de las docentes y auxiliares de investigación que llevaron a cabo el trabajo de campo en la Escuela Antonia Santos.

Guía sobre las dinámicas de la actividad y objeto de la misma

El escenario de estudio estuvo a cargo de las docentes y auxiliares de investigación que para objeto de esta investigación desempeñaron el rol de dinamizadoras y guías de las actividades ejecutadas en cada uno de los talleres programados (que en total fueron 10).

Las dinamizadoras establecen un proceso de relación próxima a las niñas, donde cuidando del lenguaje y acorde a las características de desarrollo intelectual con base en sus edades, presentan un progreso en las actividades y motivan mediante escenarios lúdicos la participación de estas niñas en el desarrollo de cada taller de robótica propuesto en clase, mediante el uso de herramientas visuales como los videos para explicar la finalidad y pasos del proyecto, la conformación de equipos por mesa de trabajo donde se asignaban roles de

participación a cada niña (líder, armador, alistador), motivación para desarrollar la actividad, competencia sana entre equipos al finalizar la clase, lo cual despertó bastante interés y emoción.

Otra estrategia utilizada fue el contrastar el contexto teórico y procedimental de los temas STEM inmersos en los currículos de ciencia, matemática e informática, que les permitió establecer analogías desde la interacción con los componentes de robótica con los temas STEM pero no visto desde la complejidad de los elementos conceptuales y teóricos en los que se sustenta este recurso de mediación, sino a través de elementos de abstracción de una realidad atendida desde la perspectiva de lo que significa trabajar con niñas, es decir mediante la representación de proyectos de interés que les permite relacionar su realidad, cuidando que fuera en sí una actividad agradable y de interés mediante dinámicas de juego.

En las primeras sesiones se interactuó con el componente de robótica Neuron, en este caso se trabajó con todas las niñas (32) en cada taller, se contaban con 10 robots, los cuales fueron distribuidos en equipo de 2 y 3 estudiantes. Al ser un grupo muy grande, se presentaron algunas veces momentos de indisciplina donde fue necesario la intervención de las docentes, sin embargo, en la mayoría de los talleres las niñas se integraron muy bien a la actividad y trabajaron en equipo, en ningún momento perdieron la motivación, ni el interés. En el caso particular del proyecto “gato”, comprendieron la actividad perfectamente, pusieron atención a la explicación de las docentes, solicitaban aclaración si algo no entendían y ayudaban a compañeras de otros grupos cuando veían problemas de armado, identificaron los componentes del sistema y relacionaron cada proceso, finalizando el ejercicio con éxito. En caso de que se presentaran dificultades, persistían en su intento por solucionarlo, cuando quedaba mal armado el robot, se tomaban el tiempo y la paciencia para desarmarlo y corregir la situación, característica positiva al ver que reconocían los posibles errores y los remediaban.

Sólo en casos particulares algunos grupos evidenciaron dificultades de trabajo en equipo, niñas muy inteligentes, pero con problemas de interacción, comunicación y socialización al integrarse con otras estudiantes, siempre querían asumir el rol de líder y tener el control, cuando se les cambiaba de rol presentaban desmotivación y desinterés por la actividad.

En los casos en que se presentaron dificultades al armar el robot se infiere que se debió a falta de concentración y atención cuando se explicaba la actividad, lo que llevaba a falta de asociación y comprensión de las partes del robot en el armado y solución del proyecto.

En las últimas sesiones se trabajó con el componente Wedo 2.0, para esta sesión se decidió por parte de las dinamizadoras dividir el trabajo en dos grupos, separados por grado, cuarto y quinto de primaria, puesto que solo se contaba con 3 robots, para asegurar que cada menor tuviera acceso a los recursos y ajustarlo a los objetivos que pretendía el estudio, pero hay que considerar que cada niña vive su propio espacio y va construyendo sus propios intereses donde mediante la socialización va estableciendo pautas de comportamiento, a partir del yo se construye el nosotros.

El uso de robots como elemento didáctico para mejorar habilidades STEM se sustenta en un hecho que pudo evidenciarse, la robótica como entorno de aprendizaje multidisciplinaria y significativa, es entendida y asimilada de forma natural por aquellas generaciones que constantemente comparten su realidad con el uso frecuente de tecnología en diversos ámbitos, así en el escenario de estudio se pudo observar cómo las niñas a pesar de que existía una guía establecida por las dinamizadoras de las actividades llevaron a cabo una exploración de los robots mediante el contraste y la experimentación.

El hacer uso de la robótica como elemento de mediación para el contexto de este escenario de estudio representó una experiencia agradable para las niñas, causó un impacto positivo que estimuló la interactividad con estas herramientas Neuron y Wedo 2.0 donde a su vez estimuló el aprendizaje de nuevas habilidades STEM y en la visión que van construyendo sobre su uso como elemento educativo, lúdico y didáctico, lo que estimula la curiosidad natural de las niñas, queda la sensación de que las estudiantes participantes son un poco más ágiles al momento de abordar la solución de problemas, sería necesario para ampliar la evidencia contrastar estos ejercicios con el desarrollo de nuevas actividades y nuevos escenarios que permitan definir y delimitar mejor estas capacidades.

Los proyectos donde se evidenció mayor motivación, interacción y conexión entre las participantes fueron:

- El gato, introduciendo los conceptos de movimiento, magnetismo y vibraciones a través de giro sensores.

- El arte y la música, a través de la guitarra luminosa y la paleta de colores, las niñas expresaban a través de sus emociones y de la experiencia grupal, crear melodías y descubrir colores, compartiendo sus resultados con la clase.
- Robot de tracción, Estudiar las fuerzas y el movimiento que realiza un motor a las ruedas del robot. Al cambiar las llantas utilizando materiales distintos, que sucede con la fricción.
- Metamorfosis de la rana, aprenden las diferencias entre los cambios que sufre la rana durante su ciclo vital para adaptarse a su hábitat.
- Estructuras robustas, crear diferentes edificios (forma, tamaño, altura) para analizar los factores que contribuyen a que puedan resistir la simulación de terremoto.

Conclusiones

Una vez presentado y discutido, tanto el marco teórico de referencia como los resultados de la investigación llevada a cabo, se destacan a continuación las principales conclusiones que se desprenden del trabajo, tomando como referencias los objetivos propuestos y la pregunta de investigación que guio el estudio.

Conclusiones de acuerdo a la metodología pedagógica seleccionada para el proceso de enseñanza de pensamiento computacional desde una perspectiva de género para mejorar las habilidades STEM

Como se mencionó en el apartado del enfoque pedagógico, “La robótica educativa, en su enfoque pedagógico, está relacionada con el aprendizaje por proyectos, el trabajo en equipo y la resolución de problemas, desarrollando al mismo tiempo la creatividad del alumnado. Las teorías pedagógicas sobre las que se sustenta son el constructivismo de Piaget (los aprendizajes en entornos “robotizados” facilitan y potencian el aprendizaje constructivista de los esquemas cognitivos formales, además de permitir extender las propuestas que Piaget desarrolló en el ámbito de las operaciones concretas al ámbito de las operaciones formales), el construccionismo de Papert (el aprendiz está especialmente motivado para realizar construcciones) y el conectivismo de Siemens (teoría de aprendizaje para la era digital en la que se producen situaciones de aprendizaje a través de conexiones dentro de las redes). El uso y aplicación de estas teorías de aprendizaje tienen como propósito desarrollar el pensamiento sistémico (Andrade, 2007), el desarrollo cognitivo, el desarrollo del pensamiento científico y la capacidad creativa e investigativa de los estudiantes

De acuerdo a lo anterior, el uso de los recursos de robótica educativa como LEGO Education Wedo 2.0 y NEURON en cada taller, permitieron construir con sus diferentes componentes, modelos sencillos donde se desarrollaron capacidades como trabajar en equipo, resolver problemas, plantear soluciones con creatividad, pilares propios de STEM. LEGO WeDo es la propuesta de LEGO Education para los más jóvenes. Permite construir modelos con sensores básicos y un motor que se conecta a los ordenadores, además de programar comportamientos con una herramienta simple, fácil y divertida para iniciarse en la robótica.

Conclusiones de acuerdo a los contenidos que serán parte de la metodología pedagógica formulada

Los contenidos que forman parte de la metodología pedagógica usando la robótica educativa se encuentran alineados con los componentes Wedo 2.0 y Neuron y las temáticas STEM inmersas en el currículo de matemática, ciencia e informática.

Según Carlos Casado (2016), profesor de Estudios de Informática, Multimedia y Telecomunicación de la UOC, la robótica es una herramienta que ayuda a trabajar la resolución de problemas, “por el trabajo mental que supone”, los estudiantes se imaginan un resultado antes de iniciar a construir el robot para al final decidir cuál es la mejor opción. Además, la robótica abre la oportunidad de un aprendizaje “aprender haciendo” y “los resultados se ven rápidamente y no necesita la aprobación de que alguien diga si está bien o mal”, es un juego y si está mal se corrige.

En cuanto al trabajo colaborativo, es muy enriquecedor compartir el resultado final del proyecto con los otros compañeros, aprender de ellos y no quedarse con una única solución, sino plantear otras posibles poniendo en práctica la creatividad de las estudiantes, trabajo en equipo, liderazgo, motivación, persistencia ante las dificultades, etc.

Teniendo en cuenta lo anterior, se diseñaron contenidos que permitieran desarrollar esas habilidades y competencias propias de las disciplinas STEM y que forman parte de la metodología seleccionada para los talleres como lo es la robótica educativa:

Utilizando el componente Neuron:

- *El telégrafo*: Enviar códigos morse tocando cada color. Parte del contenido curricular de Ciencias Naturales: Materia y energía. Tecnología e informática (Máquinas y aparatos en la vida cotidiana. Importantes inventos y descubrimientos). Es una actividad apropiada para estudiantes de quinto de primaria.

Dentro de las competencias STEM desarrolladas en esta actividad tenemos: la creatividad e innovación, Pensamiento crítico y resolución de problemas, complementado con otras competencias transversales tales como la comunicación y el trabajo colaborativo.

- *La guitarra eléctrica:* Incentivar el arte de la música y los colores por medio de los proyectos guiados Guitarra eléctrica y Paleta luminosa, con estos, las niñas participantes podrán crear melodías y descubrir colores. Asociado a contenidos curriculares de arte e informática. A través de la identificación de los colores: rojo, verde y amarillo, se interpretan melodías que puedan expresar a través de los colores. De igual manera crean melodías y nuevos colores a partir de los colores básicos mencionados.

Dentro de las competencias STEM desarrolladas en esta actividad tenemos: la creatividad, el pensamiento sistémico y el pensamiento crítico, complementado con la comunicación y el trabajo colaborativo.

Utilizando Wedo:

El avance de los proyectos de WeDo 2.0 se define mediante tres fases.

Fase Explorar

Los estudiantes conectan con una pregunta científica o un problema de ingeniería, establecen una línea de investigación y consideran las posibles soluciones.

Los pasos de la fase Explorar son conectar y debatir.

Fase Crear

Los estudiantes construyen, programan y modifican un proyecto. Los proyectos pueden ser de tres tipos: investigar, diseñar soluciones y usar modelos. En función del tipo de proyecto, la fase Crear diferirá de un proyecto a otro.

Los pasos de la fase Crear son construir, programar y modificar.

Fase Compartir

Los estudiantes presentan y explican sus soluciones con sus proyectos, así como el documento que han elaborado con sus hallazgos mediante la herramienta integrada de documentación.

Los pasos de la fase Compartir son documentar y presentar

Proyectos implementados de acuerdo a los contenidos:

- *Milo, el vehículo científico:* permite programar el robot para que se desplace con cierta velocidad y durante cierto tiempo en entornos hostiles. Se cuestiona a las niñas a pensar en entornos peligrosos que requieran el acceso de robots por ser difícil para el ser humano acceder a ellos, por ejemplo, en misiones de rescate, abismos, laberintos subterráneos, etc. Temas específicos de las áreas de la ciencia, matemática e informática.

Dentro de las competencias STEM desarrolladas en esta actividad tenemos: la resolución de problemas, pensamiento crítico y la creatividad.

- *Coche de carreras:* Permite programar el robot para que ande con cierta velocidad y detenerse hasta que encuentre un obstáculo. Introducción a las niñas en los conceptos básicos de física tal como velocidad, tiempo y aceleración. Las niñas experimentan la competencia sana entre equipos innovando el diseño de los coches, algunas veces para mejorar su estética, otras intentando dar mayor velocidad a sus proyectos. Relación con el currículo: Realizar observaciones o medidas del movimiento de un objeto para proporcionar evidencia de que se puede usar un patrón para predecir el movimiento futuro. Como reto añadido, se da un tiempo adicional para investigar los diseños y programas que han creado los estudiantes. De este modo podrán explorar otros factores que influyen en la velocidad

Dentro de las competencias STEM desarrolladas en esta actividad tenemos: La creatividad y el pensamiento sistémico, complementado con la comunicación, el optimismo y el trabajo colaborativo.

- *Metamorfosis de la rana:* En este proyecto la biología y las ciencias naturales, se hacen presentes para enseñar como son los cambios durante la metamorfosis de los animales, en este caso el de la rana. Durante este proceso existen cambios evidentes en la anatomía de la rana, los cuales serán evidenciados por medio de la construcción de un modelo que represente un renacuajo y una rana joven, además de socializar que otros cambios se pueden realizar en el modelo para pasar a una rana adulta. Relación con el currículo: Desarrollar modelos para describir que los organismos poseen ciclos de vida únicos y diversos, pero que todos ellos tienen en común 4 etapas: nacimiento, crecimiento,

reproducción y muerte. Como reto añadido, pida a los estudiantes que estudien los factores externos que pueden influir en el ciclo vital de la rana y su efecto en el cuerpo de esta. Algunos ejemplos: efectos de la contaminación, eliminación de depredadores o cambios en la población.

Dentro de las competencias STEM desarrolladas en esta actividad tenemos: La creatividad y el pensamiento sistémico, complementado con la comunicación y el trabajo colaborativo.

- *Proyecto fuerzas:* Aprender conceptos básicos de física por medio de la construcción de un modelo de carro de tracción que arrastre cargas pesadas. Relación con el currículo: Planificar y llevar a cabo una investigación para proporcionar evidencia de los efectos que las fuerzas equilibradas y no equilibradas tienen sobre el movimiento de un objeto. Como reto añadido, se da un tiempo adicional para experimentar con el diseño, la construcción y la programación que han creado las estudiantes. Esto les permitirá explorar las otras leyes de presión y tracción.

Dentro de las competencias STEM desarrolladas en esta actividad tenemos: Resolución de problemas, creatividad, pensamiento sistémico y el pensamiento sistémico, complementado con la comunicación y el trabajo colaborativo.

- *Estructuras robustas:* este ejercicio permite evidenciar lo que sucede con estructuras y edificaciones ante un temblor o actividad sísmica, en donde se evidencian temas de física que se pueden aplicar por medio de este juego, las niñas tienen la libertad de hacer 3 edificaciones con diferentes características para que soporten las vibraciones del modelo del robot que simula el temblor. Se involucran áreas del conocimiento de ciencias de la naturaleza, poniendo ejemplos y haciendo predicciones sobre el tema propuesto. Relación con el currículo: Generar y comparar diversas soluciones para reducir el impacto de los procesos geológicos naturales en los seres humanos. Como reto, Las estudiantes diseñarán el edificio más alto capaz de resistir un terremoto.

Dentro de las competencias STEM desarrolladas en esta actividad tenemos: Resolución de problemas, creatividad, pensamiento sistémico y el pensamiento sistémico, complementado con la comunicación y el trabajo colaborativo.

Conclusiones de acuerdo a la efectividad de la propuesta de formación para mejorar las habilidades STEM en niñas de 7 a 12 años en situación de vulnerabilidad

A continuación, se expone la hipótesis planteada en la investigación, junto con las conclusiones extraídas en función de los contrastes estadísticos realizados en el apartado “Contraste de medias pre y post-test sin grupo de control”.

Hipótesis 1: El nivel de desarrollo de habilidades STEM a partir de la implementación de talleres de robótica educativa presenta diferencias antes y después de la experiencia.

De acuerdo a los resultados obtenidos a través de los correspondientes estadísticos de contraste, se encontraron diferencias significativas en cuanto a la estimación puntual de la media de la variable “media del grupo experimental” pre y post (3,16 vs 3,62) como sus intervalos de confianza (3,43 – 3,81 en el grupo “Habilidades STEM al finalizar la experiencia” vs 3,00 – 3,33 en el grupo “Habilidades STEM al iniciar la experiencia” no son “superponibles”, por lo que es altamente probable que las variables media del grupo experimental que participó en su etapa inicial y final en la implementación de los talleres de robótica educativa no están interconectadas en la población (lo que conllevaría a que las medias pre y post fueran muy diferentes). Es decir, no hay un parámetro de uniformidad en los resultados para el desarrollo de habilidades STEM de las estudiantes evaluadas al inicio y al final.

Según la Tabla 23, la dimensión en la que el grupo experimental alcanzó mayor cambio pre y post fue el pensamiento sistémico, con una diferencia de medias de 0,5.

Tabla 23. Estadísticos descriptivos por dimensión pretest y posttest de la evaluación de habilidades STEM con el grupo experimental

DIMENSIÓN	PRETEST (N = 32)			
	M	DS	Mín.	Máx.
Resolución de problemas	3,21	0,41	2,50	4,00
Creatividad	3,14	0,39	2,25	4,00
Pensamiento crítico	3,15	0,46	2,20	4,00
Pensamiento sistémico	3,33	0,47	3,00	4,00
DIMENSIÓN	POSTEST (N = 32)			
	M	DS	Mín.	Máx.
Resolución de problemas	3,66	0,64	2,00	4,75
Creatividad	3,32	0,56	1,75	4,50
Pensamiento crítico	3,63	0,64	2,00	5,00
Pensamiento sistémico	3,83	0,47	3,00	5,00

Fuente: elaboración propia.

Al realizar la prueba de normalidad para las diferencias entre el pre y post test aplicados en la experiencia, los análisis efectuados con muestras relacionadas para la comparación de medias demuestran que la variable a contrastar sigue un criterio de normalidad, dado que la significación de Kolmogorov-Smirnov es superior a 0,05. En nuestro caso podemos asumir la normalidad de la variable cuantitativa “diferencia antes y después de la experiencia”, (“Pre test”/”Post test”), lo que lleva a aplicar pruebas paramétricas.

Las medias en el grupo “Habilidades STEM al finalizar la experiencia” son mayores que en el grupo “Habilidades STEM al iniciar la experiencia”, por tanto, los porcentajes de los individuos que participaron en los talleres de robótica educativa para mejorar el desarrollo de las habilidades STEM son superiores al realizar la comparación con la participación de los mismos individuos al iniciar la experiencia.

Al cumplirse el criterio de normalidad se lleva a cabo la evaluación inferencial, en este caso comparamos las medias pre y post test y contrastamos la hipótesis.

Los datos fueron analizados mediante la prueba T de Student para medias de dos muestras relacionadas. Todas las pruebas estadísticas se realizaron utilizando un nivel de significación de $p < 0,05$; Por tanto, de acuerdo a la evidencia estadística se presume que el desarrollo de habilidades STEM al implementar los talleres de robótica educativa tiene diferencias significativas antes y después de la experiencia.

Perspectivas de investigación

Replicar la propuesta de formación utilizando componentes de robótica educativa Wedo 2.0 y Neuron en otros entornos educativos para continuar potenciando las habilidades STEM en niñas y niños de educación básica primaria y seguir documentando los resultados buscando nuevas estrategias educativas mediadas por tecnología.

Comparar los resultados obtenidos con experiencias similares de otras instituciones que han implementado la robótica educativa en su currículo.

Aprovechar los recursos tecnológicos disponibles en las escuelas proporcionados por programas gubernamentales y las competencias tecnológicas de los estudiantes para innovar los procesos de formación mediados por tecnología.

Concientizar a docentes y padres de familia sobre la importancia de desarrollar habilidades STEM en sus niñas y niños abriendo la posibilidad a un mejor futuro con la oportunidad de ingresar a la universidad en carreras de ciencia y tecnología mejorando la calidad de vida.

En cuanto al género, es importante seguir promoviendo el desarrollo de habilidades STEM en escuelas urbanas y rurales en situación de vulnerabilidad económica y social, buscando la igualdad de oportunidades para hombres y mujeres y evitando la deserción estudiantil en niñas a temprana edad.

Ampliar la muestra estadística para poder generalizar los resultados en la población escolar de niñas en escuelas públicas urbanas y rurales en situación de vulnerabilidad.

Buscar una mayor participación de universidades y entidades gubernamentales para abarcar más zonas apartadas urbanas y rurales, llevando programas sociales y educativos a niños y niñas en situación de vulnerabilidad atacando problemas sensibles de nuestra sociedad y buscando una equidad de género.

Bibliografía

- Aguilera, L., Calzadilla, M., Hernández, E., Capote, L., Vega, A. & García, S. (2019). Transversalidad de género en innovación educativa. *Servicio de Publicaciones*, 13-30. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6954760>
- Alcaldía de Medellín (2019). Con STEM+H formamos a mujeres de Medellín para la 4.a Revolución Industrial. Recuperado de <https://medellin.edu.co/sala-de-prensa/1675-con-stem-h-formamos-a-mujeres-de-medellin-para-la-4-a-revolucion-industrial>
- Bastarrica, Hitschfeld, Marques Samary & Simmonds, (2018). Affirmative Action for Attracting Women to STEM in Chile (Acción afirmativa para atraer mujeres a STEM en Chile). IEEE Xplore, 45-48. Recuperado de: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8452752>
- Beltrán, Sanahuja & Garcés, (2019). LA COMUNICACIÓN DE LA CIENCIA EN YOUTUBE, ¿OPORTUNIDAD O AMENAZA PARA SUPERAR LA BRECHA DE GÉNERO EN LOS ÁMBITOS STEM? *Congrés Dones, Ciència i Tecnologia-2019* Recuperado de https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/133850/03_francisco_fernandez.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Bonder, Gloria (2017). Infancia, Ciencia y Tecnología: un análisis de género desde el entorno familiar, educativo y cultural. *Cátedra Regional UNESCO Mujer Ciencia y Tecnología en América Latina*. Recuperado de: <http://www.catunescomujer.org/wp-content/uploads/2017/11/STEM.pdf>
- Contacto, (2018). ¿Por qué existe una brecha de género en las carreras STEM? *Revista Contacto* (14). Recuperado de [https://ingenieria.uniandes.edu.co/Documents/Revista%20Contacto%20No.%2014%20\(FINAL\).pdf](https://ingenieria.uniandes.edu.co/Documents/Revista%20Contacto%20No.%2014%20(FINAL).pdf)
- Chicas en tecnología, (2019). *Chicas en Tecnología Página Web*. Argentina. Recuperado de <http://www.chicasentecnologia.org/>
- Chueke Perles, Daniela, (2018). Qué son las "mujeres STEM" y por qué son importantes para el desarrollo de la tecnología. *La Nación*. Recuperado de

<https://www.lanacion.com.ar/sociedad/que-son-las-mujeres-stem-y-por-que-son-importantes-para-el-desarrollo-de-la-tecnologia-nid2112944>

Del Río, Strasser & Susperreguy (2018). ¿Son las habilidades matemáticas un asunto de género?

Los estereotipos de género acerca de las matemáticas en niños y niñas de kínder, sus familias y educadoras. *Calidad en la educación* (45), 20-53. doi: 10.4067/S0718-45652016000200002

El Tiempo, (2016). Se buscan ingenieras. *Casa Editorial El Tiempo*. Recuperado de:

<http://www.eltiempo.com/carrusel/las-mujeres-en-la-ingenieria-en-colombia-38494>

Forbes, México. (2017). El movimiento que busca erradicar el “eso es para hombres”.

Recuperado de: <https://www.forbes.com.mx/el-movimiento-que-busca-erradicar-el-eso-es-para-hombres/>

Horacio E. Bosch, M. A. (2011). *NUEVO PARADIGMA PEDAGÓGICO PARA ENSEÑANZA DE CIENCIAS Y MATEMATICAS*. Buenos Aires, Argentina. Recuperado de:

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3752199>

López, Mercedes (2018). Mujeres en STEM, Futuras líderes. *México Ciencia y Tecnología*.

Recuperado de: <http://cienciamx.com/index.php/ciencia/humanidades/23630-mujeres-stem-futuras-lideres>

Martínez Brenes, Ricardo (2019). Educación técnico-profesional y STEM en Costa Rica:

Desafíos para la igualdad de género y la autonomía económica de las mujeres. *Comisión Económica para América Latina y el Caribe*. Recuperado de

https://www.cepal.org/sites/default/files/presentations/ricardo_martinez_brenes.pdf

Martin-Gamez, Acebal & Cansino-Herreros, (2018). ¿Utilizaría el profesorado de primaria en formación inicial la perspectiva STEM para trabajar cuestiones de género en el aula de ciencias? *Universidade da Coruña, Servizo de Publicacións*. Recuperado de

<https://riuma.uma.es/xmlui/handle/10630/16459>

Monroy, Sonia Esperanza. (2019). Día internacional de la mujer y la niña en STEM. Colciencias.

Recuperado de https://www.colciencias.gov.co/sala_de_prensa/dia-internacional-la-mujer-y-la-nina-en-stem

RAGCYT, (2019). *Red Argentina de Género, Ciencia y Tecnología (RAGCyT). Página Web.* Argentina. Recuperado de: <http://www.ragcyt.org.ar/index>

Ruiz Rey, F. J., Hernández Hernández, P., & Cebrian-de-la-Serna, M. (2018). PROGRAMACIÓN Y ROBÓTICA EDUCATIVA: ENFOQUE DIDÁCTICO-TÉCNICO. *Repositorio Institucional de la Universidad de Málaga.* Recuperado de : <https://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/15784/roboticaeducativamadrid.pdf?sequence=4>

Sánchez Lara, Marcela. (2018). Empoderamiento educativo de las mujeres. Situación actual y líneas de política. Recuperado de <http://www.equidadmujer.gov.co/oag/Documents/empoderamiento-educativo-mujeres.pdf>

Sardina Casanueva, María Luisa (2017). Mujer e Ingeniería. Influencia del género en la elección de carrera. UCreá. *Repositorio abierto de la Universidad de Cantabria.* Recuperado de <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/13179/SardinaCasanuevaMaríaLuisa.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Semana, (2017). Medellín cambia su modelo pedagógico. *Revista Semana. Educación.* Recuperado de <https://www.semana.com/educacion/articulo/medellin-cambia-su-modelo-pedagogico/545154>

UNESCO (2019). Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia. Recuperado de <https://es.unesco.org/commemorations/womenandgirlinscienceday>

UNESCO, TeachHer, (2016). Ceremonia de apertura de la iniciativa TeachHer en Centroamérica | *Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.* Recuperado de http://www.unesco.org/new/es/media-services/single-view/news/opening_ceremony_of_the_teacher_initiative_in_central_america/

UNESCO, TeachHer, (2017). Se lanza la segunda capacitación regional de TeachHer para África en Kenia | *Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.* *Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la*

Cultura. Recuperado de: http://www.unesco.org/new/en/media-services/single-view/news/2nd_teachher_regional_training_for_africa_launches_in_kenya/

Uniandes (2018). ¿Qué es MEC? Recuperado de <https://mujeresencomputacion.uniandes.edu.co/>

Universia, (2015). Por qué las mujeres científicas son minoría en Colombia. *Noticias Universia Colombia*. Recuperado de <https://noticias.universia.net.co/portada/noticia/2015/03/24/1122113/mujeres-cientificas-minoria-colombia.html>

Vanguardia, (2018). *Pedagogía STEM, la educación innovadora del siglo XXI. Información Comercial*. Recuperado de <https://www.vanguardia.com/informes-comerciales/informacion-comercial/pedagogia-stem-la-educacion-innovadora-del-siglo-xxi-HCVL452445>

Yonnhatan García, D. S. (2017). Actividades STEM en la formación inicial de profesores. *Revista Electrónica Diálogos*, 38

