LA ROBÓTICA COMO UNA HERRAMIENTA PARA FACILITAR EL APRENDIZAJE Y DESARROLLO DE LAS COMPETENCIAS STEM EN LOS INTEGRANTES DEL EQUIPO DE ROBÓTICA PÓLUX DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JUAN NEPOMUCENO CADAVID (ITAGÜÍ-ANTIOQUIA)

PAULA ANDREA RIVADENEIRA OJEDA

UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE INGENIERIA
MAESTRIA EN INGENIERIA
MEDELLIN, COLOMBIA
2017

LA ROBÓTICA COMO UNA HERRAMIENTA PARA FACILITAR EL APRENDIZAJE Y DESARROLLO DE LAS COMPETENCIAS STEM EN LOS INTEGRANTES DEL EQUIPO DE ROBÓTICA PÓLUX DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA JUAN NEPOMUCENO CADAVID (ITAGÜÍ-ANTIOQUIA)

PAULA ANDREA RIVADENEIRA OJEDA

Trabajo de grado presentado como requisito para optar el título de:
Magister en Ingeniería

Director:
Doctor Juan Guillermo Lalinde Pulido

Línea de Investigación:
Tecnologías de la Información para la Educación
Departamento de Informática y Sistemas

UNIVERSIDAD EAFIT
ESCUELA DE INGENIERIA
MEDELLIN, COLOMBIA
2017

AGRADECIMIENTOS

Mis más sinceros agradecimientos a Dios por su bondad y permitirme sonreír ante mis logros que son el resultado de su ayuda, a Isabella E Isaac por su hermosa compañía, por ser cómplices de mis sueños y el motor de mi vida, al Ing. Henry López por su amor, paciencia e incondicional apoyo, a mi Madre, familia y amigos quienes fueron testigos de este proyecto, a los integrantes del Equipo de Robótica Pólux por ser mi inspiración permanente y a su entrenador Anderson Clavijo, a mi asesor PhD. Juan Guillermo Lalinde por su apoyo en el seguimiento del proceso, al Mg. Víctor Daniel Gómez por sus valiosos aportes y a la Institución Educativa Juan Nepomuceno Cadavid por ser el espacio donde se juntan la ciencia y los sueños para hacerse realidad.

ABSTRACT

Lack of practical applications from secondary level contents in Colombian education causes research for an alternative teaching tool such as educational robotics, motivating students to get a meaningful learning of STEM (Science, Technology, Engineering and Math) concepts. The present work aims to develop STEM competences (Computational Thinking, Collaboration and Computational Programming Practice) besides improving academic performance for a group of students belonging to the Robotics Group Polux on the IE Juan Nepomuceno Cadavid using 3 didactical units (Learning with LEGO MindStorms, Learning with Starlogo and Learning with Transmedia), the results were positive in Computational Programming Practice. The interest of students for subjects that generate economic development occurs due to the creation of new learning environments and teaching methods as educational robotics. Robotics generates a logical and mathematical thinking based on collaborative work.

Keywords: Robotics, learning, STEM, competence, computational thinking

ABREVIATURAS

ABREVIATURA	TÉRMINO
STEM	Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas
TIC	Tecnologías de la Informática y Computación
NFS	National Science Foundation
SMET	Ciencias, Matemáticas, Ingeniería y Tecnología
OCDE	Organización por la Cooperación y Desarrollo Económico
IIE	Instituto International de Education
ADELI	Agencia de Desarrollo Local de Itagüí
EAFIT	Escuela de Administración Finanzas Instituto Tecnológico
MIT	Instituto Tecnológico de Massachusetts
ACM	Association for Computing Machinery
CSTA	Computer Science Teacher Association
CS	Ciencias de la Computación
TI	Tecnologías de la Informática
SIMAT	Sistema Integrado de Matricula
IMTS	Innovaciones para enseñar Matemáticas, Tecnología y Ciencias
TESO	Transformamos la Educación para crear Sueños y Oportunidades

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1 Estructura organizativa para Los estándares de las Ciencias de la Computación y Ramas en los Estándares de las Ciencias de la Computación _____ 17

Ilustración 2 Matriz de Tamaños Muéstrales _____ 21

Ilustración 3. Descripción de Estudiantes _____ 21

Ilustración 4. Distribución Puntajes promedio Teniendo en cuenta el desarrollo de cada unidad Didáctica en El Grupo Pólux y Grupo Testigo 25

Ilustración 5. Resultados Generales Para Grupo P Y Grupo T en Pensamiento Computacional, Práctica de la programación y Computación y Colaboración _____ 27

Ilustración 6. Diferencias de medias entre grupos P y T _____ 27

CONTENIDO

Agradecimientos.....3

Abstract.....4

Abreviaturas.....5

Lista de Ilustraciones.....6

I. Introducción.....9
II. Descripción Del Problema 10
A. Contexto 10
B. Antecedentes 11
C. Pregunta Problematizadora 11
D. Justificación 12
E. Objetivos.....12
1) General.....12
2) Específicos 12
III. Marco Teórico 13
A. Competencias STEM 13
B. Marco De Referencia Conceptual.....15
C. Robótica Pedagógica.....15
D. Referentes Pedagógicos que Orientan el Desarrollo de la Propuesta 16
E. Competencias En Ciencias De La Computación.....16
1) Ramificación de Estándares 18
IV. Desarrollo Metodológico 20
A. Participantes.....20
B. Variables y Medidas 21
V. Procedimiento 23
A. Unidades Didácticas 23
1) Aprendiendo con Lego Mindstorms.....23
2) Aprendiendo Starlogo nova.....23
3) Aprendiendo con Transmedia, Caracteres hereditarios y yo: 23

B. Procesamiento de Datos 24
VI. Resultados 25
A. Estadística Descriptiva 26
1) Diferencia de medianas 26
2) Diferencias de Medias 27
VII. Conclusiones 29
VIII. Referencias 31

I. INTRODUCCIÓN

Atendiendo a las exigencias del Siglo XXI y teniendo en cuenta la ausencia de aplicaciones prácticas en los contenidos académicos en el nivel de básica secundaria de la Educación en Colombia, podemos ver en la robótica una herramienta alternativa de motivación para el estudiante, generando en él desarrollo de habilidades y un aprendizaje significativo de los diferentes conceptos aprendidos en clase. "La educación STEM es un enfoque interdisciplinario para el aprendizaje, en donde los conceptos académicos complejos, junto con las lecciones de la vida real de cómo los estudiantes aplican la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas que se da en contextos que hacen conexiones entre la escuela, la comunidad, el trabajo y la empresa global, permiten el desarrollo de las competencias STEM y con ella la capacidad de competir en la nueva economía mundial" [1].

Este trabajo se desarrolló en La Institución Educativa Juan Nepomuceno Cadavid del Municipio de Itagüí, donde se pretende analizar el desarrollo de competencias STEM: Pensamiento computacional, Colaboración y Practica de la Programación y Computación además del rendimiento académico de los estudiantes que integran el Equipo de Robótica Pólux. El estudio está organizado en 4 apartados; el Primero donde se realiza una descripción del problema, justificación y objetivos a través de los cuales se direcciona la presente investigación. El segundo hace referencia al marco teórico y es una recopilación del trabajo en STEM a nivel nacional e internacional, se nombran algunos aportes relevantes de la utilización de la robótica educativa. El tercero es la propuesta metodológica que recopila la información[1] acerca de la población muestreada, pasos que se llevaron a cabo para el desarrollo de la investigación, aplicación de las unidades didácticas, variables a tener en cuenta y la forma de evaluación de estos resultados. El cuarto muestra resultados y conclusiones.

[1] Google drive Anexos: unidades didácticas, rubrica de evaluación, matriz de datos https://drive.google.com/drive/folders/0B0hUjaxGMAHfRzVEYVdEbjRDMzg [24]

II. DESCRIPCIÓN DEL PROBLEMA

Los procesos educativos se están viendo influenciados por diferentes factores, entre ellos la familia, la escuela, los medios de comunicación y la revolución digital; al punto que se puede hablar de una nueva educación que gravita en torno al tema de la Robótica Educativa permitiendo reforzar los procesos educativos y los resultados académicos[2] justificando la inversión en centros escolares en todo el país.

A. Contexto

Esta es una propuesta de intervención pedagógica desarrollada en la Institución Educativa Juan Nepomuceno Cadavid ubicada en el Municipio de Itagüí (Antioquia), con la que se pretende analizar el desarrollo de las competencias STEM (Pensamiento Computacional, Colaboración y Practica de la Computación y Programación)[2] a la luz del documento K-12 Estándares para las Ciencias de la Computación, además de observar el Rendimiento Académico de los estudiantes pertenecientes al Equipo de Robótica Pólux (10 estudiantes; 4 niños y 6 niñas) con edades que oscilan entre los 14 y 18 años de edad, los cuales cursan Grados entre 8º y 11º. A través del desarrollo de Tres Unidades Didácticas (aprendiendo Con Lego Mindstorms, Aprendiendo con Starlogo Nova y Aprendiendo con Transmedia). El eje principal sobre el cual se desarrolla la propuesta es la robótica dentro del aula como parte de las actividades propuestas en la asignatura de Ciencias Naturales. Se pretende con esta estrategia y apoyados en las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación), que los estudiantes puedan contextualizar problemas del mundo real y darles solución dando respuesta eficiente a los entornos cambiantes del mundo actual[3], donde exista una integración de lo teórico y lo practico en el que puedan desarrollar nuevas habilidades.

Por otro lado si se toma en cuenta el análisis académico institucional, se evidencian resultados de desempeño básico en un rango de 3.0 a 3.9 según el Plan de Estudios institucional, pese a las diferentes estrategias metodológicas en las áreas de ciencias, matemáticas y tecnología; por lo cual se hace necesario la utilización de nuevas propuestas que proyecten un mejor desempeño en el proceso de aprendizaje.

---

[2] Estándares para las Ciencias de la Computación. [21]

B. Antecedentes

A través de la utilización de la robótica educativa dentro del aula se encuentran resultados favorables en el desarrollo de competencias STEM, entre ellos se destacan Clavijo[4]: Incorporando una experiencia de aprendizaje que involucre las competencias STEM al proceso educativo en cualquier grado de escolaridad se accede al fortalecimiento de procesos de aprendizaje y el desarrollo del pensamiento computacional, permitiendo que los estudiantes se perfilen en un área del conocimiento como es la Ingeniería. Igualmente Martin [5] habla acerca de que "no podemos predecir cuáles serán los empleos del futuro, pero es posible imaginar qué competencias serán necesarias basándose en los cambios acontecidos en las décadas recientes" (p. 1). La ciencia, la tecnología y los nuevos valores sociales configuran el nuevo perfil esperado donde las habilidades STEM deben desarrollarse desde la infancia para formar a mejores profesionales futuros.

Los ambientes escolares favorables inciden significativa y positivamente, así lo muestra Jiménez[6]: "en cierta medida, este tipo de estudios demuestra que se puede cultivar el interés por el estudio de la ciencia y la tecnología, con el apoyo de recursos que faciliten un aprendizaje significativo en ambientes lúdicos, como lo es la robótica educativa"(p.17). Esto se refleja en toda la comunidad educativa, permitiendo fortalecer la producción intelectual, los valores y la construcción de una sociedad mejor, la cual a través de las TIC se constituyen en herramientas fundamentales porque son facilitadoras y potenciadoras de los procesos de aprendizaje y enseñanza. En el documento Ciencias de la Computación en los Sistemas de Educación de América Latina (2017), se hace énfasis en como el aprender a programar se ha transformado en los últimos años en un componente clave de lo que se denomina "competencias del Siglo XXI" [7]

C. Pregunta Problematizadora

La situación problema genera varios interrogantes hacia diversos factores que pueden inferir en el bajo rendimiento académico, falta de motivación de los estudiantes frente a su proceso académico, y llevan a interrogarse como la implementación de estrategias mediadas por las TIC, pueden impactar de una manera positiva en el mejoramiento de la calidad académica de los mismos. Por lo cual surge el siguiente interrogante:

¿La utilización de la robótica educativa permite mejorar el desarrollo de competencias STEM (Pensamiento Computacional, Colaboración y Practica de la Computación y Programación) en los integrantes del Equipo de Investigación Pólux, de la Institución Educativa Juan N. Cadavid?

D. Justificación

Hoy en día avanza el desarrollo de las TIC, así como las herramientas de enseñanza a través de nuevos entornos didácticos; todas éstas apoyadas al beneficio social y el bienestar de las comunidades.

Es indispensable desarrollar estrategias a través de las TIC que permitan la construcción colectiva de aprendizajes significativos. Esta es una propuesta de como utilizando la robótica educativa los estudiantes pueden desarrollar habilidades como: Pensamiento Computacional, Colaboración y Practica de la Computación y Programación, por medio de la apropiación e implementación de diferentes herramientas tecnológicas y su aplicación.

E. Objetivos

1) General

Analizar el desarrollo de competencias STEM (Pensamiento Computacional, Colaboración y Practica de la Computación y Programación) y el Rendimiento Académico de los estudiantes pertenecientes al Equipo de Robótica Pólux de la Institución Educativa Juan Nepomuceno Cadavid a través la implementación de unidades didácticas cuyo eje principal es la Robótica educativa.

2) Específicos

- Describir como la Robótica Educativa influencia el desarrollo de pensamiento Computacional, Colaboración y Practica de la Computación y Programación en los integrantes del Equipo de Robótica Pólux.

- Establecer los puntos de análisis de las competencias STEM respecto al rendimiento académico de los estudiantes del Equipo de Robótica Pólux, en relación con los procesos regulares que tienen lugar en la Institución Educativa Juan Nepomuceno Cadavid.

- Interpretar los resultados de las mediciones de los procesos de implementación de la Robótica Educativa en el desarrollo de competencias STEM teniendo en cuenta el Rendimiento Académico de los estudiantes que integran el Equipo de Robótica Pólux de la Institución Educativa Juan Nepomuceno Cadavid.

III. MARCO TEÓRICO

A. Competencias STEM

La National Science Foundation (NSF) comenzó usando el término "SMET" como abreviatura de "ciencia, matemáticas, Ingeniería y tecnología[8] a lo que hoy se conoce como STEM.

Teniendo en cuenta el Reporte Anual del 2012 de Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia [9] en el cual indica que mejorar la educación STEM será un objetivo primordial para aquellos países que busquen ser competitivos o mantener su competitividad, además del favorecimiento en el desarrollo de habilidades como el pensamiento crítico, el trabajo en equipo y la capacidad de resolver problemas actuales.

Son entonces procesos basados en STEM una tendencia que se ha visto desarrollada de diversas maneras en las diferentes latitudes del planeta. Por ejemplo, en el antiguo continente se tienen experiencias en Alemania y Noruega que tienen como eje el aumentar el nivel de interés de las mujeres por las ciencias, la tecnología y la ingeniería, igualmente en los Países Bajos además de prestar especial atención a los jóvenes procedentes de entornos inmigrantes. En Irlanda, se creó un programa cuyo objetivo es “incrementar el interés por STEM entre estudiantes, profesores y público en general”[10].

En el Reino Unido, el programa STEM plantea como objetivo incrementar las habilidades de los estudiantes para convertirlos en un líder mundial en investigación y desarrollo científicos[10]. Noruega busca fortalecer el estudio de las Matemáticas, las Ciencias y la Tecnología y reforzar la capacitación a todos los niveles, especialmente entre las chicas; los alumnos noruegos deben tener un rendimiento similar como mínimo al de la media internacional en los estudios internacionales de ciencias.[11]

Las estrategias de Francia, Austria y Escocia se centran en la mejora de la enseñanza y el aprendizaje.[10] En Austria, el programa IMST (Innovaciones para la Enseñanza de Matemáticas, Ciencias y Tecnologías) está dirigido específicamente a mejorar las áreas STEM.

En Estados Unidos la administración Obama se preocupó por integrar dentro de sus políticas educativas las áreas STEM para mejorar el desempeño académico de los estudiantes.

Australia es el único país en la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) que no cuenta con una estrategia nacional en ciencia, tecnología, e innovación [11].

Finalmente, en Latinoamérica el desarrollo de recursos humanos capacitados en STEM representa un reto debido al bajo nivel educativo general de la región. Más de la mitad de los jóvenes de 15 años presentan serias deficiencias en matemáticas y ciencias. Muchos eventos en Latinoamérica enmarcan sus actividades en fortalecer las competencias STEM como lo anuncia el IIE (Institute of International Education) Latinoamérica.

En Colombia según los reportes del Ministerio de Educación Nacional [13] en los últimos años se han logrado las cifras más altas de incorporación de TIC`S en la historia del país, con más de 200 mil docentes formados en el uso de estas herramientas, el 76% de la matrícula escolar pública con acceso a internet, y el 100% de la matrícula de educación conectada a la red. En esta medida si se da una mirada al municipio de Itagüí, se encuentra el Plan Digital TESO (Transformamos la Educación para crear Sueños y Oportunidades), el cual se presenta como "una iniciativa socioeducativa de la Alcaldía de Itagüí, liderada por la Agencia de Desarrollo Local de Itagüí (ADELI) en asocio con la Universidad EAFIT (Escuela de Administración y Finanzas e Instituto Tecnológico)"[14] El cual tiene como objetivo promover en las veinticuatro instituciones educativas del municipio de Itagüí un plan integral que busca desarrollar competencias e iniciativas en la comunidad educativa quienes integrando las TIC en sus ambientes de aprendizaje mejoren la calidad educativa. Una de ellas es La Institución Educativa Juan Nepomuceno Cadavid donde se desarrolla la presente investigación y donde está inmerso el Proyecto Investigación Pólux.[3]

A nivel municipal (Itagüí) encontramos experiencias educativas en asocio con La secretaria de educación de Itagüí y La universidad Eafit recopiladas en el documento Ingeniería Educativa: Una aplicación de Tecnologías de la Información para la educación de 2016, entre las que destacamos a Salazar [12] Propuesta de una arquitectura modular para el desarrollo de aplicaciones en Scratch, basada en un juego interactivo diseñado para el desarrollo de habilidades matemáticas en los niños del grado 4°. El Estudio comparativo entre el Proyecto de Investigación Pólux y Otras experiencias significativas que Involucren Educación STEM, Pensamiento

[3] El Proyecto de Investigación Pólux es un proyecto institucional de la Institución Educativa Juan Nepomuceno Cadavid, En el cual se encuentre inmerso el Equipo de Robótica Pólux, sobre el cual se desarrolla la investigación propuesta. [4][25][26]

Computacional y Robótica Educativa evaluado a la luz de características tales como Fundamentación, Metodología, Relación con los estándares, Recursos y Evaluación [4].

Las áreas STEM han tomado gran fuerza en la Educación, [15] permitiendo que el estudiante no sólo logre el conocimiento específico de un área, sino el desarrollo del pensamiento crítico, la creatividad y la resolución de problemas, lo cual es relevante e indispensable en cualquier área de desempeño.

En Antioquia se destaca el estudio: Hacia un perfil docente para el desarrollo del pensamiento computacional basado en educación STEM para la media técnica en desarrollo de software" propuesta por León [16].

Según Tsupros[1] la educación STEM es una estrategia interdisciplinaria para el aprendizaje de conceptos académicamente rigurosos que se acoplan a lo real, para la cual Morrison[17] sugiere que los estudiantes STEM deberían ser capaces de Solucionar problemas, Ser innovadores, Ser inventores, Ser autosuficientes, Ser pensadores lógicos.

B. Marco De Referencia Conceptual

Una opción para acercar a los estudiantes a la ciencia y la tecnología en el aula de clase es el uso de la robótica. Según Odorico[3] podemos tener en cuenta aspectos como la aplicación de la pedagogía en la robótica y la importancia de su implementación en las instituciones educativas. En consecuencia, el uso de un prototipo robótico en el aula de clase permite a los profesores explicar una variedad de temas de una manera divertida y motivante para el estudiante[18]

C. Robótica Pedagógica

Es la robótica Educativa entonces una disciplina que se encarga de concebir y desarrollar prototipos robóticos y programas especializados con fines pedagógicos [19] y desde una mirada pedagógica es un campo del saber que tiene por objeto la generación de ambientes de aprendizaje basados fundamentalmente en la actividad de los estudiantes es decir, ellos pueden concebir, desarrollar y poner en práctica diferentes proyectos que les permiten resolver problemas y les facilita al mismo tiempo, ciertos aprendizajes.

D. Referentes Pedagógicos que Orientan el Desarrollo de la Propuesta

El constructivismo es un enfoque que se sostiene tanto en los aspectos cognitivos y sociales del comportamiento como en los afectivos. No es un mero producto del ambiente ni un simple resultado de sus disposiciones internas sino una construcción propia que se va haciendo día a día como resultado de la interacción entre estos dos factores. Piaget [20] propone en su teoría de construcción dinámica del conocimiento, que el sujeto es activo en su proceso de aprendizaje, que interactúa con su entorno creando esquemas de pensamiento en un proceso de adaptación, al que denomina asimilación, acomodación y equilibrio. En tanto que Vygotsky plantea[20] un modelo de aprendizaje sociocultural, a través del cual sostiene que los procesos, desarrollo y aprendizaje interactúan entre sí considerando el aprendizaje como un factor del desarrollo. Además, entiende que la adquisición de aprendizajes se explica cómo formas de socialización. Concibe al sujeto como una entidad más social que biológica, en donde las funciones superiores son fruto del desarrollo cultural e implican el uso de mediadores.[4] De esta manera se puede ver una relación entre formación y la propuesta STEM en tanto el uso de la Robótica Educativa. Papert y Claudia Urrea del Laboratorio de Medios del MIT (Instituto Tecnológico de Massachusetts), se dedicaron a investigar las formas de incorporar el diseño y la construcción de artefactos robóticos en el aprendizaje de los estudiantes y la contribución de estos al mejoramiento de la calidad de vida en comunidades rurales.[5]

E. Competencias En Ciencias De La Computación

Se entiende por Ciencias de la Computación la definición propuesta en el modelo curricular original ACM (Association for Computing Machinery/CSTA (Computer Science Teacher Association) para Ciencias de la Computación de K-12: Ciencias de la Computación (CS) es el estudio de las computadoras y algoritmos, incluyendo sus principios, sus diseños de hardware y software, sus aplicaciones y su impacto en la sociedad[21] El conocimiento y aplicación de estas es uno de los retos para las instituciones educativas.

Para propósitos de este trabajo se toma como referencia en gran medida los lineamientos propuestos en el documento: K-12 Estándares para Ciencias de la Computación, el cual proporciona los estándares integrales

---

[4] Un mediador según Vygotsky es toda herramienta y signo que relaciona un sujeto con lo social. [27]

[5] Ver Robótica Educativa [28]

para la educación en ciencias de la computación de K- 12 diseñados para fortalecer la fluidez en la computación y la competencia en todas las escuelas primarias y secundarias [21].

Los estándares están ramificados (ver Ilustración 1.) en 3 Niveles.[6] Para cuestiones de este estudio y teniendo en cuenta las estrategias Nacionales y locales en Educación enmarcadas en el Plan Nacional Decenal de Educación los desafíos de la educación en Colombia, y en los temas 3 y 4 (Renovación pedagógica desde y uso de las TIC en la educación, Ciencia y tecnología integrados a la educación), donde se presenta el macro objetivo de Innovación pedagógica e interacción de los actores educativos, estableciéndolo como "construir e implementar modelos educativos y pedagógicos innovadores que garanticen la interacción de los actores educativos, haciendo énfasis en la formación del estudiante, ciudadano del siglo XXI, comprendiendo sus características, necesidades y diversidad cultural"[13]. Se tomó como referencia los estándares del Nivel 2 Ciencias de la Computación y de la comunidad para realizar un análisis de la efectividad del trabajo en robótica en el desarrollo de competencias STEM y el mejoramiento de Rendimiento Académico de los integrantes del Equipo de Robótica Pólux, dentro de la Institución Educativa Juan Nepomuceno Cadavid.

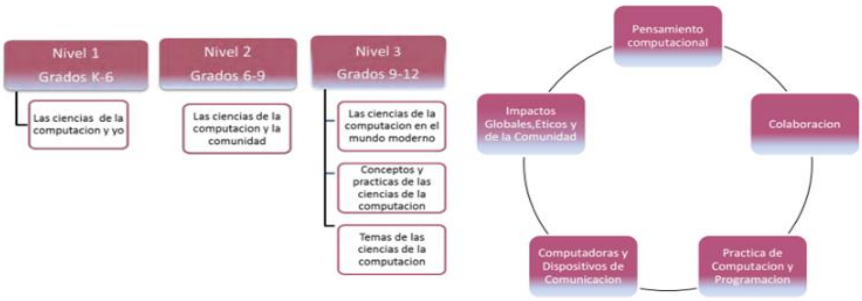

***Ilustración 1. Estructura organizativa para Los estándares de las Ciencias de la Computación** y **Ramas en los Estándares de las Ciencias de la Computación.** Tomado de K-12 Estándares para Ciencias de la Computación*

Estos estándares son fundamentales para garantizar que los estudiantes alcancen el nivel necesario de conocimientos, habilidades y experiencia para prosperar en el mundo moderno. [21](P, 8).

[6] Los estándares CSTA para ciencias de la computación K-12, son 3 Niveles con un conjunto especifico de estándares de aprendizaje para los diferentes grados K-12 así: Nivel 1:K-6, Nivel 2: 6-9 y Nivel 3: 9-12.[21]

1) Ramificación de Estándares

Cada nivel a su vez esta ramificado en cinco cadenas complementarias (ver Ilustración 1) estas son: Pensamiento Computacional, la Colaboración, Práctica de Computación y Programación; Computadoras y Dispositivos de comunicación[7] y los Impactos a la Comunidad, Globales y éticos.[8] Los tres primeros esenciales en el desarrollo del presente trabajo, por su pertinencia y acorde con la muestra a analizar los cuales definiremos a continuación:

a) Pensamiento Computacional

Tomado como eje fundamental en el desarrollo de competencias STEM e incorporable en todos los grados K-12 según Carey [21] se define como un método para resolver problemas de manera que puedan ser implementados con una computadora. Los estudiantes no son solo usuarios de la herramienta sino constructores de ellas. Ellos utilizan un conjunto de conceptos, tales como la abstracción, la recursividad y la iteración, para procesar y analizar los datos y crear artefactos reales y virtuales. El poder del pensamiento computacional es que se aplica a cualquier otro tipo de razonamiento.

Estándar a analizar en el desarrollo del presente trabajo en cuanto a Pensamiento computacional[9]: Describir y analizar una secuencia de instrucciones que se lleva a cabo (por ejemplo, describir el comportamiento de un personaje en un videojuego impulsado por reglas y algoritmos).

b) Colaboración

Esta es una de las principales estrategias para el aprendizaje donde interactúan entre pares obteniendo resultados eficientes. [21] Enfatiza en que La ciencia de la computación es una disciplina intrínsecamente colaborativa. Normalmente, los proyectos de computación implican grandes equipos de profesionales de la computación que trabajan juntos para diseñar, codificar, probar, depurar, describir y mantener el software a través del tiempo. Las nuevas metodologías de desarrollo como la programación en pares hacen hincapié en la importancia del trabajo en equipo.

Estándar a analizar en el desarrollo del presente trabajo en cuanto a

---

[7] **Computadoras y Dispositivos de Comunicación** Los estudiantes de todos los niveles de K-12 deben comprender los elementos de los modernos dispositivos de computación y comunicación y sus redes.[21]

[8] **Impactos Globales, Éticos y de la Comunidad** El uso ético de las computadoras y las redes es un aspecto fundamental de las ciencias de la computación en todos los niveles.[21]

[9] En cuanto a Pensamiento computacional en el Nivel 2 según el documento K-12 [21]

Colaboración[10]: Colaborar con compañeros, expertos y otras personas utilizando prácticas de colaboración como programación en parejas, trabajo en equipo para proyectos y la participación en grupos de actividades de aprendizaje activo.

c) Practica de Computación y Programación

El uso de herramientas de computación es parte esencial de la educación de las ciencias de la computación en todos los niveles. Mientras esto se conoce tradicionalmente como "Tecnología de la Información," es imposible separar la TI de las otras cuatro ramas de las ciencias de la computación. Por lo tanto, la práctica de computación en los niveles de K-12 debe incluir la capacidad de crear y organizar páginas web, explorar el uso de la programación en la solución de problemas, selección del archivo y los formatos de base de datos apropiados para un problema computacional y el uso apropiado de herramientas de software y bibliotecas para ayudar a resolver problemas algorítmicos y computacionales.

Estándar a analizar en el desarrollo del presente trabajo en cuanto a Practica de la Programación y Cómputo[11]: Diseñar, desarrollar, publicar y presentar productos (por ejemplo, páginas web, aplicaciones móviles, animaciones), utilizando recursos tecnológicos que demuestran y comunican conceptos curriculares.

---

[10]Colaboración en el Nivel 2 según el documento K-12 [21]

[11]Programación y Computación en el Nivel 2 según el documento K-12 [21]

IV. DESARROLLO METODOLÓGICO

Esta propuesta tiene como objeto desarrollar un análisis descriptivo en el marco de la Institución Educativa Juan Nepomuceno Cadavid en lo referente al desarrollo de las competencias STEM y al Rendimiento Académico del Equipo de Robótica Pólux, de tal forma que se observe como se posibilitan el uso y la apropiación de las tecnologías de la información y de la comunicación existentes para dinamizar los diferentes ambientes de aprendizaje ya existentes; además de generar otros que faciliten y mejoren los procesos asociados a la enseñanza y el aprendizaje de los niños y jóvenes en tanto integración de las competencias STEM y el pensamiento computacional.

A. Participantes

La experiencia fue realizada en la Institución Educativa Juan Nepomuceno Cadavid ubicada en el municipio de Itagüí (Antioquia- Colombia). El grupo de estudio está conformado por 30 estudiantes (ver Ilustración 3) 10 de ellos pertenecientes al Equipo de Robótica Pólux, que en adelante llamaremos Grupo P (10 estudiantes; 6 niñas y 4 niños) pertenecientes a los grados de octavo (8°) al grado undécimo (11°), los cuales han llevado a cabo un proceso dentro del Proyecto de Investigación Pólux[12] . Con el ánimo de comparar resultados se tiene un grupo Testigo de estudiante pertenecientes a los grados octavo (8°) a undécimo (11°), que llamaremos Grupo T los cuales se escogieron de la siguiente forma (Ver Ilustración 2 Matriz de Tamaños muéstrales): los grupos del grado octavo al grado undécimo son dos por grado, con un promedio de 40 estudiantes por grupo, lo cual daría un tamaño del universo de 320 estudiantes. Mediante un muestreo de orden probabilístico se toma una margen de ocurrencia del 91%, con un nivel de confianza del 90% y un margen de error del 10% se obtiene una muestra de 21 estudiantes. Esta técnica se aplica debido a que en tanto todos los estudiantes del universo muestral tiene la misma posibilidad de elección, de tal forma que se procede a una selección de las 21 personas en el orden del porcentaje de mujeres y hombres del Grupo P (6 niñas – 60% - y 4 niños – 40 %-) de esta manera al ajustar la muestra se tiene que esta debe estar en el orden de (11 niñas – 60% - y 9 niños – 40 %-) para el Grupo T elegidos de manera simple por cada grupo en el que hay representantes del Grupo P, además se tomara como punto de referencia el área de ciencias Naturales

[12] Para ampliar información acerca de la dinámica del proyecto de investigación Pólux institución Educativa Juan N. Cadavid [4] [25][26]

como base para los procesos académico y de conocimientos previos de los educandos en la aplicación de procesos de investigación y los cuales serán tranversalizados con las aéreas de matemáticas y tecnología.

Matriz de Tamaños Muestrales para diversos margenes de error y niveles de confianza, al estimar una proporción en poblaciones Finitas

N [tamaño del universo]	320	Escriba aquí el tamaño del universo
p [probabilidad de ocurrencia]	0,91	Escriba aquí el valor de p

Nivel de Confianza (alfa)	1-alfa/2	z (1-alfa/2)
90%	0,05	1,64
95%	0,025	1,96
97%	0,015	2,17
99%	0,005	2,58

Fórmula empleada

$$n = \frac{n_o}{1 + \frac{n_o}{N}} \quad \text{donde:} \quad n_o = p^*(1-p)^* \left(\frac{Z\,(1-\frac{\alpha}{2})}{d} \right)^2$$

Matriz de Tamaños muestrales para un universo de 320 con una p de 0,91

Nivel de Confianza	d [error máximo de estimación]									
	10,0%	9,0%	8,0%	7,0%	6,0%	5,0%	4,0%	3,0%	2,0%	1,0%
90%	21	25	31	39	51	69	96	139	202	279
95%	22	35	43	53	69	90	122	167	227	290
97%	34	41	51	63	80	104	137	183	240	295
99%	47	56	67	83	103	130	165	209	259	302

Ilustración 2. Matriz de Tamaños Muéstrales

	GRUPO P	GRUPO T
Número de estudiantes	10	20
Género Masculino/Femenino	4/6	9/11

Ilustración 3. Descripción de Estudiantes

B. *Variables y Medidas*

En este contexto, las competencias STEM y el rendimiento académico de los estudiantes han sido analizadas teniendo en cuenta las siguientes variables de estudio:

- Muestra:
  - Grupo P, corresponde a estudiantes del Equipo de Robótica Pólux.
  - Grupo T, grupo de estudiantes Testigo pertenecientes a los grados octavo (8°) a undécimo (11°).

- Género: Información extraída del SIMAT (sistema Integrado de Matricula Institución Educativa Juan Nepomuceno Cadavid), (Para cuestiones de medición se toman valores: Masculino1- Femenino 2).

- Asistencia: El desarrollo de las 3 Unidades Didácticas, consta de 4 sesiones cada una (Para cuestiones de Medición cada una de las sesiones se numeraron como S1, S2, S3, S4 para cada unidad didáctica, para un total de 12 sesiones y se asignó un valor: Presencia 1, Ausencia 0. Información contenida en la matriz de datos).

- Grado: se tuvo en cuenta el grado en el cual se encontraban los estudiantes en el momento de realizado el estudio (8°) a undécimo (11°). Información extraída del SIMAT (sistema Integrado de Matricula Institución Educativa Juan Nepomuceno Cadavid).

- Aplicación de 3 Rubricas de Evaluación: Teniendo en cuenta el desarrollo de cada unidad didáctica los ítems a evaluar fueron: Pensamiento Computacional, Colaboración,[13] Práctica de la Programación y Computación. Dicha evaluación se dio a partir de una escala de Valoración de 1 a 4 (siendo 1 el mínimo y 4 el máximo).

- Rendimiento Académico: Teniendo en cuenta los resultados académicos del año 2015 (Información obtenida del Master 2000 Software Académico Institución Educativa Juan Nepomuceno Cadavid), promedio de los cuatro periodos académicos en las asignaturas de Ciencias, Matemáticas y Tecnología de los estudiantes, calificadas en una escala de 0 a 5 (donde 0 es la valoración mínima y 5 la valoración máxima).

[13] Se entiende Colaboración como: La habilidad de equipo de personas que trabajan juntos para diseñar, codificar, probar, depurar, describir y mantener tareas a través del tiempo. [21]

V. PROCEDIMIENTO

El proceso metodológico del presente trabajo consta de la aplicación de 3 Unidades Didácticas: aprendiendo con Lego Mindstorms, aprendiendo con Starlogo Nova y aprendiendo con Transmedia: Caracteres Hereditario y Yo. Las cuales constan de cuatro sesiones de 55 minutos cada una. Esta Unidades presentan una secuencia didáctica divida en 4 momentos: iniciación, desarrollo, producción y observación/evaluación. Además, en ellas se cuenta con la identificación del tema, los objetivos específicos, los recursos, la guía de trabajo, los roles para estudiante y docente y finalmente las rubrica de evaluación.

A. Unidades Didácticas

1) Aprendiendo con Lego Mindstorms

En la cual se pretende incorporar la robótica a través de la utilización del Kit de LEGO Mindstorms NXT 2.0 a los conocimientos adquiridos en cuanto a la temática ondas mecánicas en las clases de Ciencias Naturales.

2) Aprendiendo Starlogo nova

Intervención que tiene como fin integrar los conocimientos adquiridos en la asignatura de ciencias Naturales en la temática Dinámica de los Ecosistemas. Se consolida con el desarrollo por parte de los estudiantes de su propio modelo de ecosistema local virtual.

3) Aprendiendo con Transmedia, Caracteres hereditarios y yo:

la actividad se desarrolla en el marco de un producto Transmedia, en el cual los estudiantes por grupos tendrán una situación problema y a partir de ella realizarán unas producciones utilizando power point, audacity, movie maker, issu y comic head; con el objetivo de representar los elementos propios del tema la Genética (Características hereditarias). Ellos tienen varias opciones para la representación, entre las cuales están: comic, juegos, video, e-book.

B. Procesamiento de Datos

Para el análisis de resultados se construye una matriz de Excel de datos y resultados obtenidos según las variables propuestas a través del uso de un test no paramétrico con la utilización del software Stata (paquete de software estadístico), para obtener un análisis descriptivo de la muestra. Finalmente se hace una presentación de los resultados haciendo uso de los organizadores gráficos e imágenes resultantes del software.

VI. RESULTADOS

A continuación, se muestran los resultados de las competencias seleccionadas y que fueron objeto de medición en el marco STEM: Pensamiento Computacional, Colaboración y Practica de la Computación y Programación. Estos resultados se analizaron por medio del software Stata para cada una de las cuales se tenían tres mediciones resultado de la aplicación de las 3 unidades didácticas. Inicialmente se decide trabajar con el promedio de las mediciones.

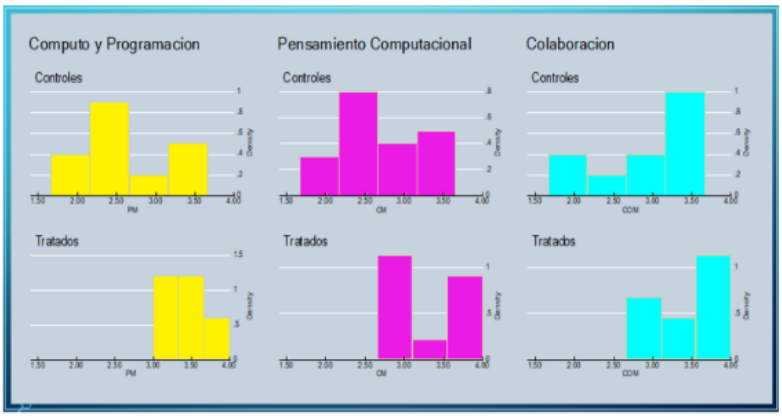

Ilustración 4 Distribución Puntajes promedio Teniendo en cuenta el desarrollo de cada unidad Didáctica en El Grupo Pólux y Grupo Testigo

La Ilustración 4. Muestra los datos obtenidos de la aplicación de las unidades didácticas (aprendiendo con Lego, Aprendiendo con StarLogo Nova y Aprendiendo con Transmedia), en los dos grupos de estudio. Los valores arrojados en el desempeño de los 3 ítems evaluados (Pensamiento Computacional, Colaboración y Practica de la Computación y Programación) para los estudiantes del Grupo P (en Ilustración 4: tratados) se identifica una tendencia a valores superiores a 2.5 comparados con los estudiantes del Grupo T (en Ilustración 4: controles). En cuanto a PENSAMIENTO COMPUTACIONAL, podemos apreciar una constante en el promedio obtenido en los resultados con un valor de mínimo de 3 a un valor máximo de 3.5 en el desarrollo de las unidades didácticas. En los estudiantes del Grupo P, teniendo en cuenta que éste hace referencia a la utilización de pasos básicos para la resolución de problemas para diseñar soluciones, las cuales son: Análisis del problema planteado, Diseño del algoritmo,

Programación, Ejecución y pruebas. Con una diferencia de 2.7 a 2.9 en el Grupo T. En resultados del ítem COLABORACION Con esta prueba se puede afirmar que los estudiantes del Grupo P muestran un promedio alto en el desarrollo de la competencia trabajo en equipo, donde se puede apreciar el buen desempeño en el trabajo entre pares y el aprendizaje activo con un promedio de 3,6 en el desarrollo de la Unidad didáctica de Transmedia. Los estudiantes del Grupo T igualmente presentan el promedio más alto en esta actividad con un valor de 3,2. En PRÁCTICA DE LA COMPUTACION Y PROGRAMACION El estándar evaluado para esta competencia fue: diseñar, desarrollar, publicar y presentar productos, utilizando recursos tecnológicos que comuniquen conceptos curriculares. Los resultados arrojan un promedio de 3.6 para la actividad de Transmedia en el Grupo P y 2.9 para el Grupo T, con promedios de 2.7 y 2.3 en el desarrollo de las unidades didácticas de Aprendiendo con Lego Mindstorms y Aprendiendo con Starlogo nova.

A. Estadística Descriptiva

1) Diferencia de medianas

Se quiere determinar si existen diferencias en el percentil 50 de la distribución. En particular, se espera que el Grupo P tenga una mediana más elevada que el Grupo T (Ilustración 5). En este caso se usó un test no paramétrico, en primer lugar, se determina cuantas observaciones están por encima y por debajo de la mediana, después utiliza la prueba Pearson para determinar si ambos grupos (Grupo P y T) tienen o no medianas idénticas. Esta prueba se realizó tanto para las medidas promedio, como para las componentes individuales.

Debido a que los datos promediados pueden tomar valores continuos se considerar una corrección, debido a esta característica. Por otra parte, se tiene que de manera agregada solo existen diferencias significativas en la mediana en el ítem de Práctica de Programación y Computación.

Pensamiento Computacional

	Percentiles	Smallest		
1%	1.666667	1.666667		
5%	1.666667	1.666667		
10%	2.166667	2	Obs	30
25%	2.666667	2.333333	Sum of Wgt.	30
50%	3		Mean	2.9
		Largest	Std. Dev.	.6074253
75%	3.333333	3.666667		
90%	3.666667	3.666667	Variance	.3689655
95%	4	4	Skewness	-.1363197
99%	4	4	Kurtosis	2.583214

Colaboracion

	Percentiles	Smallest		
1%	1.666667	1.666667		
5%	2	2		
10%	2	2	Obs	30
25%	2.666667	2	Sum of Wgt.	30
50%	3.333333		Mean	3.111111
		Largest	Std. Dev.	.614844
75%	3.666667	3.666667		
90%	3.666667	3.666667	Variance	.3780332
95%	3.666667	3.666667	Skewness	-.8370518
99%	4	4	Kurtosis	2.72279

Programacion

	Percentiles	Smallest		
1%	1.666667	1.666667		
5%	1.666667	1.666667		
10%	2	2	Obs	30
25%	2.333333	2	Sum of Wgt.	30
50%	3		Mean	2.9
		Largest	Std. Dev.	.6321526
75%	3.333333	3.666667		
90%	3.666667	3.666667	Variance	.3996169
95%	4	4	Skewness	-.2073264
99%	4	4	Kurtosis	2.355247

Ilustración 5. Resultados Generales Para Grupo P Y Grupo T en Pensamiento Computacional, Práctica de la programación y Computación y Colaboración

De manera desagregada, ya no es necesaria la corrección pues la rúbrica solo toma valores discretos (1 a 4). Además, se encuentran efectos en otros ítems.

2) Diferencias de Medias

Se quiere determinar si existen diferencias significativas (Ilustración 6) entre ambos grupos de estudio (Grupo P y T) aun después de descontar el efecto de otras variables observables (Género, grado, asistencia y promedio académico en las áreas Ciencias, matemática y Tecnología) Se encontraron diferencias positivas y significativas en cada uno de los ítems considerados. Se utilizó un modelo de regresión lineal múltiple cuya diferencia estimada es la siguiente considerando los siguientes controles:

	PM	CM	COM
Tratamiento	.6503942	.7278616	.6353367
pvalor	.023	.011	.03

Ilustración 6. Diferencias de medias entre grupos P y T

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas en las medidas promedio entre ambos grupos P y T aun después de incluir diversos controles. Los resultados del Grupo P estuvieron asociados a un mayor desempeño en las competencias de Práctica de la Programación y Computación, en las demás actividades la relación no es tan directa. Por lo cual no se puede asegurar que las diferencias observadas sean atribuibles a su participación en el Equipo de Robótica, resultados que exigen la continuidad de evaluación.

VII. CONCLUSIONES

Las teorías del aprendizaje indican que el conocimiento se construye de manera activa en la mente del estudiante, de manera que éste (el conocimiento) es resultado de la interacción social entre los estudiantes y sus pares. Esta actividad permite mostrar el diseño e implementación de la Robótica utilizada como herramienta de apoyo en el proceso de aprendizaje y enseñanza en la asignatura de Ciencias, mostrando resultados positivos y con tendencia a medidas satisfactorias en los estudiantes vinculados al Equipo de Robótica Pólux en cuanto al desarrollo de competencias STEM propuestas: Pensamiento Computacional, Colaboración y Practica de la Programación y Computación frente a un grupo de estudiantes que no han sido intervenidos.

El pensamiento computacional igualmente se ve incrementado en los estudiantes del Grupo P, en este contexto evidenciamos el aporte de Vásquez[22] que habla acerca de cómo el pensamiento computacional es una tendencia muy joven que se dispone como una de las habilidades del siglo XXI la cual todas las personas deben tener para ser competitivos a escala mundial y que por tanto debe incluirse dentro del currículo empezando a desarrollarse desde una edad temprana.

El resultado más relevante para el presente trabajo se presenta en la competencia de Práctica de la programación y la Computación en el grupo de estudio. La "Tecnología de la Información," como es más conocida se hace indispensable en el mundo de hoy; vemos como esta competencia es notoriamente más desarrollada en los estudiantes involucrados en actividades de robótica frente a estudiantes comunes, aporte equivalente al estudio de López y Andrade [23] donde se afirma que una propuesta de educación en robótica puede facilitar el desarrollo de competencias ciudadanas y laborales específicas, que garanticen superar el nivel de los simples ensambladores que se limitan a seguir instrucciones para obtener el resultados finales, lo que hace es en definitiva promover en el estudiante el desarrollo de las competencias para la toma de decisiones basadas en el conocimiento y la explicación científica del funcionamiento del instrumento construido, logrando así un aprendizaje de la robótica y una formación científica y tecnológica del educando. Los conocimientos y técnicas de la informática brindan la oportunidad de disponer de plataformas dinámicas

de aprendizaje que facilitan la construcción de conocimiento mediante actividades presenciales o virtuales resultados también visibles en el trabajo López, P, Andrade H, [23]donde afirman: El uso de la tecnología de la información permite la mediación de una herramienta tan versátil como lo es el computador.

Es así, que con base a todo lo dicho se hace necesario repensar la educación y los programas de enseñanza, pues de lo que se trataba es de mostrar a los estudiantes que es posible la aplicabilidad del conocimiento en la vida diaria y que el aprendizaje puede ser un proceso dinámico, que le demuestra que la educación puede producir en él cambios significativos, no sólo en términos de conocimientos, sino en el logro de nuevas habilidades que lo ayuden a insertarse de manera más productiva en el contexto social en el que crece.

VIII. Referencias

[1] N. Tsupros, R. Kohler, and J. Hallinen, “STEM Education in Southwestern Pennsylvania the missing components,” 2009.

[2] A. Universidad de Alicante. Departamento de Prehistoria and J. F. Mesa Sanz, *Formación continua y TIC aplicadas a la docencia*, no. 341. Educaonline, 2011.

[3] A. H. Odorico, F. Lage, and Z. Cataldi, “La robótica: Una tecnología actual, clave en los sistemas de producción moderna vista desde una perspectiva pedagógica.”

[4] A. A. Clavijo-cort and J. G. Lalinde-pulido, “Estudio Comparativo entre el Proyecto de Investigaci ´ on ‘ P OLUX ’ y otras Experiencias Significativas que Involucren Educaci ´ on STEM , Pensamiento Computacional y Rob ´ otica Educativa,” pp. 1–15, 2015.

[5] J. L. Martín, P. Martínez, G. M. Fernández, and C. Bravo, “Analizando el desarrollo de las habilidades STEM a través de un proyecto ABP con arduino y su relación con el rendimiento académico,” *Semin. Model. innovadores en las aulas aprender en la Soc. del Conoc. Esc. y Tecnol.*, 2016.

[6] M. Jiménez and R. J. Cerdas, “La robótica educativa como agente promotor del estudio por la ciencia y la tecnología en la región atlántica de Costa Rica,” pp. 1–18.

[7] M. Borchardt, I. Roggi, and S. S. de I. de T. E. en A. Latina, “Ciencias de la computación en los sistemas educativos de América Latina,” *Minist. Educ.*, 2017.

[8] M. Sanders, “STEM, STEM education, STEMmania,” *Technol. Teach.*, vol. 68, no. 4, pp. 20–26, 2009.

[9] “Resporte Anual FUMEC 2013 by Fundación México-Estados Unidos - issuu.” [Online]. Available: https://issuu.com/fumec/docs/repanual13_esp. [Accessed: 28-Jul-2017].

[10] Eurydice, “La enseñanza de las ciencias en Europa: políticas nacionales, prácticas e investigación.”

[11] “Science for the Future,” 2010.

[12] D. Y. Salazar, *Ingeniería educativa :* .

[13] “Educar para el desarrollo sostenible - ..::Ministerio de Educación Nacional de Colombia::..” [Online]. Available: http://www.mineducacion.gov.co/1621/article-90893.html. [Accessed: 28-Jul-2017].

[14] D. Ricardo and M. Sánchez, “El nacimiento de TESO: estudio de caso de políticas públicas.,” 2015.

[15] B. Freeman, “Consultant Report Securing Australia’s Future STEM: Country Comparisons.”

[16] A. L. Vásquez Giraldo, M. en Ingeniería, and aleonvasquez@gmail.com, “Hacia un perfil docente para el desarrollo del pensamiento computacional basado en educación Stem para la Media Técnica en desarrollo de software,” 2014.

[17] J. S. Morrison, “Attributes of STEM education: The students, the academy, the classroom,” *TIES STEM Educ. Monogr. Ser. Balt. Teach. Inst. Excell. STEM*, 2006.

[18] E. Ruiz-Velasco Sánchez, “EDUCATRÓNICA Innovación en el aprendizaje de las ciencias y la tecnología.”

[19] A. L. Acuña, “Robótica: para el desarrollo de habilidades en diseño con niños, niñas y jóvenes en América Latina,” 2006.

[20] M. M. Lucero, “Y El Aprendizaje Colaborativo,” *Rev. Iberoam.*, p. 21, 1999.

[21] D. Seehorn *et al.*, “K–12 Computer Science Standards The CSTA Standards Task Force,” 2011.

[22] A. León Vásquez, G. Institución, E. Kennedy, and C. C. 71785355, “Desarrollo del pensamiento computacional por medio de la creación de objetos virtuales de aprendizaje con Scratch por los estudiantes de media técnica para la educación básica primaria.”

[23] P. A. López Ramírez, H. A. Sosa, and P. Titular, “Learning of and with Robotics, some experiences,” *Rev. Educ.*, vol. 37, no. 3797082, pp.

43–63, 2013.

[24] P. A. Rivadeneira Ojeda, “Soportes Investigación Competencias STEM , Proyecto Robotica Polux ,Institución Educativa Juan Nepomuceno Cadavid , [Online]. Medellin, Universidad Eafit,” 2017. [Online]. Available: https://drive.google.com/drive/folders/0B0hUjaxGMAHfRzVEYVdEbjRDMzg.

[25] INSTITUCIÓN EDUCATIVA JUAN NEPOMUCENO CADAVID, “PROYECTO EDUCATIVO INSTITUCIONAL,” 2015.

[26] A. Clavijo, “PROYECTO DE INVESTIGACIÓN PÓLUX I.E. JUAN N. CADAVID.”

[27] D. Plasencia and L. Chavez, “El concepto de mediación en la comunidad del conocimiento,” *Sinéctica Rev. del Dep. Educ. del ITESO.*, no. 39, pp. 01–16, 2012.

[28] J. L. López Rufino, “Recursos | Innovacion en Robotica Educativa.” [Online]. Available: https://robotuc.wordpress.com/recursos/. [Accessed: 31-Jul-2017].