



**UNIVERSIDAD PEDAGOGICA
NACIONAL**

Educadora de educadores

*PROYECTO DE GRADO PARA LA LICENCIATURA
EN ELECTRÓNICA*

*NÉSTOR GÉRMAN BOLÍVAR PULGARÍN
ANGELA CRISTINA SALAZAR OCHOA*

*PRESENTADO PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADO EN ELECTRÓNICA*

BOGOTÁ D.C.

*UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA*

2015

Proyecto de investigación

Módulo de robótica educativa enfocado hacia el cuidado del medio ambiente

Investigadores:

Néstor Germán Bolívar

Ángela Cristina Salazar Ochoa

Asesor de proyecto:

Diego Fernando Quiroga

Licenciatura en Electrónica

Facultad de ciencia y tecnología

Universidad Pedagógica Nacional

Agradecimientos:

Ángela:

Doy especialmente las gracias a mi Madre por haber sido la persona que me apoyo durante este proceso y también a mis hermanos por su incondicional ayuda cuando más la necesite.

Néstor:

Agradezco el apoyo de papa y mama, y muchas otras personas que motivaron a seguir y culminar este pequeño objetivo.

RESUMEN ANALÍTICO DE EDUCACIÓN - RAE

1. Información General	
Tipo de documento	Trabajo de grado
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	Módulo de robótica educativa enfocado hacia el cuidado del medio ambiente
Autor(es)	Bolívar Pulgarín, Néstor Germán; Salazar Ochoa, Ángela Cristina
Director	Quiroga, Diego Fernando
Publicación	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2015. 62 p.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional
Palabras Claves	Material E-WASTE; robótica educativa; trabajo colaborativo; teoría de aprendizaje del construccionismo; gestión de residuos; promoción del cuidado ambiental; diseño y desarrollo de un módulo;

2. Descripción
El trabajo de grado que se propone plantea la necesidad de fortalecer el área de tecnología e informática de la institución donde se implemente, para ello se promueven las prácticas académicas con robótica utilizando material E-WASTE. El módulo tuvo desarrollo en contextos, rural y urbano, muestras en eventos públicos y participación en un concurso y en una investigación patrocinada.

3. Fuentes
Andruseac, G., & Iacob, R. (2013). <i>Explorando el potencial del uso de la educación robótica como una herramienta eficaz para respaldar el aprendizaje colaborativo</i> . Iasi, Rumania: IEEE Conferencia Internacional sobre E-Salud y Bioingeniería.
Daniel Ott, E. (2008). <i>Gestión de Residuos Electrónicos en Colombia, Diagnóstico de Computadores y Teléfonos</i> . Bogotá: EMPA, Materials Science & Technology.
EFE, A. (3 de 11 de 2014). <i>ONU: La basura electrónica es una bomba ecológica</i> . Obtenido de http://www.ecoportaldigital.net/Eco-Noticias/ONU La basura electronica es una bomba ecologica
Ferez, P. e. (2006). Un acercamiento al trabajo colaborativo. <i>Revista iberoamericana de educacion</i> , 13.
Gamez, M. (28 de 11 de 2013). <i>Niños y nuevas tecnologías: cómo hacer un buen uso</i> . Obtenido de Http://sierranortedigital.com/portada/2013/11/28/ninos-y-nuevas-tecnologiascomo-hacer-un-buen-uso/
Gonzales, S. M. (2011). Estudio sobre la utilidad de la robótica educativa desde la perspectiva docente. <i>Revista de Pedagogía</i> , 81-100.
Madrero, M. C. (s.f.). <i>Robótica Educativa con Lego Mindstorms</i> .
Montoya, V. B. (6 de 11 de 2014). <i>El impacto tecnológico en la sociedad</i> . Obtenido de http://cysespol1t2013.blogspot.com/2013/06/el-impacto-tecnologico-en-la-sociedad.html

Platz, U. d.-I. (s.f.). *Step Solving the E-Waste Problem*. Obtenido de http://www.step-initiative.org/index.php/Initiative_WhatsEwaste.html

Suarez, J. H. (2013). *propuesta de orientaciones para el diseño curricular del area de tecnologia e informatica*. Bogotá.

4. Contenidos

El presente trabajo de grado se fundamenta en la necesidad de fortalecer el área de tecnología e informática en la institución donde se pretenda desarrollar, para lograr esto se promueven las actividades teórico-prácticas con robótica fundamentadas en la utilización de material E-WASTE y en el manejo adecuado de este tipo de materiales, con el fin de promover una cultura de respeto y cuidado hacia el medio ambiente. Finalmente se propone un módulo teórico y práctico aplicado en dos contextos sociales diferentes, uno rural y uno urbano.

Los objetivos del trabajo de grado se presentan a continuación:

Objetivo General

Diseñar e implementar un módulo de Robótica Escolar orientado al aprovechamiento y reutilización de material E-WASTE.

Objetivos específicos

- Identificar el material E-WASTE para el desarrollo del módulo de robótica Escolar.
- Diseñar el módulo de robótica ambiental, orientado al área de Tecnología e Informática.
- Ejecutar prueba piloto del módulo de robótica ambiental.
- Proponer el módulo final de robótica ambiental a la institución o grupo de trabajo.
-

Los apartados que fundamentan la base teórica del documento se describen a continuación:

- **Marco Teórico**

Se especifican los apartados investigativos concernientes a la robótica aplicada en ámbitos educativos, también se toman pautas y desarrollos referentes al desarrollo cognitivo en la educación con robótica, se expone la teoría de aprendizaje del construccionismo orientada hacia el trabajo con robótica desde la estrategia de aprendizaje del trabajo colaborativo.

Respecto al diseño del módulo se tomaron elementos claves para la realización de una investigación-acción de tipo cualitativo, priorizando de este modo la intención de analizar, contextualizar y mejorar los aspectos involucrados en cada actividad que se plantee.

En este apartado también se expone de una forma clara y puntual, las razones de peso que promueven la utilización de material E-WASTE, también se exponen cifras y porcentajes de los materiales y elementos nocivos encontrados en la basura tecnológica, a la vez que se mencionan las políticas de regulación sobre el manejo de este tipo de desechos en Colombia.

- **Marco Pedagógico**

-

En este apartado se expone la teoría de aprendizaje del construccionismo, también algunas investigaciones que aportan elementos claves hacia la estrategia de aprendizaje colaborativo y la necesidad de fortalecer la pedagogía y la didáctica aplicada a la robótica educativa.

Un componente importante en este trabajo son los retos a enfrentar en la implementación del módulo respecto a la asimilación de las prácticas que tengan los estudiantes y los docentes encargados del área de tecnología, también se

mencionan los aspectos a tener en cuenta concernientes a la integración de la presente propuesta al plan curricular del área.

Por otra parte, se destaca la promoción hacia la utilización de material E-WASTE en las practicas académicas y las acciones en materia educativa que realiza el MEN para promover prácticas de robótica mediante la utilización de material E-WASTE.

- **Contexto Educativo**

Correspondiente a los escenarios de aplicación, el desarrollo del módulo se realizó en el club de robótica ofrecido por la licenciatura en electrónica de la Universidad Pedagógica Nacional y en el colegio departamental La Pradera ubicado en Subachoque, también se realiza una investigación en el contexto rural con el patrocinio del colegio La Pradera y el programa de investigación ONDAS-COLCIENCIAS®.

Posteriormente el presente trabajo es participe en el concurso *Soluciones Para el Futuro* realizado por Samsung®, Mientras que en el contexto urbano, se dio a conocer los objetivos y trasfondo académico que tiene el módulo, en una muestra ofrecida en el *Salón del Ocio y la Fantasía (SOFA)*.

Para determinar la incidencia del módulo en los escenarios nombrados, se establecen las siguientes categorías:

1. Adquisición del material E-WASTE en cada población.
2. Aprendizaje del contenido temático por parte de los estudiantes y docentes, mediante la implementación del módulo de robótica.
3. Observación del trabajo colaborativo en los estudiantes a partir de la elaboración de las diferentes actividades del módulo de robótica.
4. Nivel de reflexión y sentido crítico logrado en los estudiantes, acerca del cuidado medio-ambiental a través de la reutilización del material reciclable tecnológico.

- **Instrumentos y Técnicas Utilizados en la Recolección y Análisis de Información**

Respecto a los elementos correspondientes a la adquisición de información, se nombran los siguientes métodos utilizados en los escenarios nombrados anteriormente:

La encuesta; La observación; La entrevista; Cuestionarios y talleres

- **Contenido de las Actividades del Módulo**

Las guías de actividades contempladas en el módulo, se han diseñado de acuerdo a las recomendaciones y pautas sugeridas por Try Engineering. En el formato de actividades se encuentra un apartado para docentes y otro para estudiantes, correspondientes a los temas puntuales de cada actividad.

5. Metodología

- **Metodología del diseño del módulo**

Para el diseño y posterior implementación del módulo, se tomaron elementos concernientes a la creación de un módulo instruccional, diseño cuyas etapas involucran análisis, diseño, desarrollo y por ultimo evaluación.

El módulo se constituye por cuatro ejes comunes, tres ciclos y cuatro categorías de desarrollo los cuales se describen a continuación:

Ejes; estructuras, fuentes de energía, control cableado, tecnología y sociedad.

Ciclos; grados 3°,4° y 5° (ciclo tercero), grados 8° y 9° (ciclo cuarto) y grados 10° y 11° (ciclo quinto).

Categorías; unidades de conocimientos previos, medio ambiente, electromecánica y programación.

- **Metodología de aplicación**

El presente trabajo se enmarca desde un enfoque cualitativo, pues parte de un análisis de las características de los estudiantes en su condición social, cultural e intelectual en donde se pretende implementar el módulo de robótica. Para los dos escenarios de aplicación se llevó a cabo la estrategia de trabajo colaborativo, aplicando diversos métodos de trabajo grupal con los cuales se pretendió obtener y comparar los resultados obtenidos en cuanto a aprendizajes individuales, tiempos para efectuar dichos aprendizajes y gusto por parte de estudiantes y docentes por aprender de esa forma.

6. Conclusiones

En primera medida, mencionando uno de los componentes fundamentales del proyecto de investigación, el cual se ha dado a conocer como la reflexión y autocrítica sobre el manejo y cuidado que se le da a la basura electrónica, se evidencia en diversos talleres o encuestas realizados, que los estudiantes partícipes del desarrollo del módulo asumieron un rol crítico y práctico sobre el uso y disposición adecuada para los residuos E-Waste.

Respecto a la asimilación del módulo por parte de los estudiantes en la UPN, fue evidente la dificultad que surgía en las prácticas con E-WASTE, debido a la poca o nula práctica con estos materiales, también por la tradición escolar de comprar los elementos nuevos para las prácticas, sin embargo, con algunas estrategias de trabajo y promulgando las premisas del proyecto, fue posible que aproximadamente el 90 % de los estudiantes asimilara, entendiera y promoviera la forma de aprendizaje con robótica que el proyecto les brindaba.

Realizando una síntesis comparativa de los escenarios de implementación, rural y urbano, se afirma que existe cierta abstención, por parte de estudiantes y docentes, para la dinámica de trabajo al inicio del desarrollo del módulo, esto debido a la razón mencionada anteriormente sobre la adquisición de materiales.

En lo concerniente a los ítems a mejorar y construir en el proyecto, se encuentra el tema de actualización de contenidos temáticos a docentes, pues en ambos contextos educativos los profesores carecían de conocimiento básicos de robótica, esta materia orientada como una rama de la tecnología, con ello se pretende evitar el miedo hacia el trabajo en este campo. Por otro lado es fundamental promocionar los estudios que evidencien las cualidades y beneficios de integrar esta área al plan curricular de tecnología.

En cuanto al desarrollo y el trabajo con los estudiantes en el escenario rural, el proyecto se asimiló de manera positiva por parte de los estudiantes y se aceptó por parte de los directivos como una alternativa u opción para llevar a cabo las clases de tecnología e informática.

La propuesta final del módulo quedará en la Universidad Pedagógica Nacional a disposición de los docentes encargados en el curso de robótica.

Elaborado por:	Bolívar Pulgarín, Néstor Germán
Revisado por:	Quiroga, Diego Fernando

Fecha de elaboración del Resumen:	05	03	2015
--	----	----	------

Tabla de contenido

Planteamiento del problema	12
Justificación.....	14
Objetivos	15
General	15
Específicos	15
Marco teórico	16
Robótica Educativa, ¡herramienta de aprendizaje!.....	16
Potenciando el desarrollo cognitivo	16
Construccionismo como base metodológica de la Robótica educativa.....	18
Diseño cualitativo de investigación – acción	19
Aplicación de la robótica educativa como tecnología innovadora	19
Materiales alternativos y ecológicos	20
Acción sobre el entorno.....	21
Marco legal para la gestión de residuos sólidos y peligrosos.....	22
Marco Pedagógico.....	23
Robótica para docentes.....	25
Retos académicos, políticos y educativos.	27
E-WASTE como herramienta didáctica en la Robótica educativa.....	28
Programa de robótica propuesto por el distrito.	28
Contexto educativo.....	30
Instrumentos y técnicas utilizados en la recolección y análisis de la información.....	32
Metodología de diseño del módulo	37
Ejes.....	39
Ciclos.....	40
Contenido temático	41
Categorías.....	45
Contenido de las actividades del módulo	47
Guía para el docente.....	47
Guía para el estudiante	48

Metodología de la aplicación	50
Resultados	55
Conclusiones	61
Anexos.....	63
Índice de diagramas y cuestionarios.....	64
Bibliografía	65

Planteamiento del problema

En ámbitos de enseñanza y educación se pueden evidenciar múltiples formas didácticas y pedagógicas para llevar a cabo una labor docente de calidad, entre estas se destaca la enseñanza mediante el apoyo de artefactos tecnológicos de uso académico (computadores, instrumentos de medición, material de apoyo electrónico o innovador, etc.); a partir de esta connotación, las instituciones encargadas de la regulación de políticas educativas en Colombia, han sido determinantes en adherir a los espacios en educación (básica, universitaria, técnica, entre otras), procesos formativos y materiales adicionales que permitan una enseñanza completa en un área del saber específica.

El desarrollo de estos procesos que integran tecnologías en la educación, además de simplificar la búsqueda de información y facilitar de una u otra forma el proceso de aprendizaje, buscan desarrollar un conjunto de capacidades cognitivas, sociales y laborales en el estudiante, que se acoplen a las políticas nacionales de trabajo y desarrollo social; Uno de esos procesos formativos articulado a planes curriculares en tecnología, en algunos colegios distritales de la capital y en la zona rural del país, es la educación con robótica planteamiento desarrollado en el presente documento.

La robótica en la educación es una alternativa académica que tiene por objeto la generación de ambientes de aprendizaje basados en la integración de la teoría y la aplicación práctica en proyectos propuestos. De este modo el estudiante desarrolla múltiples capacidades; desde cognitivas y de razonamiento, hasta otras netamente técnicas y sociales. Uno de los puntos clave del aprendizaje con robótica, es la forma natural en que se da la integración de saberes de múltiples áreas, pues el ambiente de aprendizaje innovador, requiere por parte del estudiante, dedicación en la solución de los problemas propuestos, diseño y construcción de una estructura, razonamiento lógico en la sintaxis de programación, materiales a utilizar, entre otras etapas involucrada en el proceso de aprendizaje.

El propósito de este proyecto es la realización de un módulo teórico y práctico que posibilite incluir un componente de la robótica en la enseñanza de los jóvenes de educación media, a partir de teoría fundamental y puesta en práctica de las actividades premeditadas. Una característica primaria del proyecto, es la utilización de materiales alternativos, de fácil adquisición y económicos, para la construcción de los proyectos. Lo anterior parte de dos razones básicas; en un primer momento se pretende dejar de lado la suposición que liga el aprendizaje con robótica exclusivamente al desarrollo con material didáctico especial o instrumentos de alto costo. La segunda razón responde a la necesidad de generar una cultura de cuidado y prevención sobre el medio ambiente y la naturaleza.

En respuesta a lo anterior, se propone un espacio alternativo que complemente el área de tecnología en la escuela, proponiendo un módulo de robótica educativa orientado al aprovechamiento de Materiales Reciclables Tecnológicos o también denominados RAEE (residuos de aparatos eléctricos y electrónicos) o el término en inglés E-WASTE¹.

¹E-Waste es un término que se utiliza para cubrir casi todos los tipos de aparatos eléctricos y electrónicos (AEE) que tiene o podría entrar en el flujo de residuos.

Este módulo propone brindar una teoría completa y puntual sobre el conocimiento requerido para desarrollar, diseñar o imaginar mecanismos robóticos de ocio o que suplan alguna necesidad; la mencionada teoría y posterior práctica, permitirá enlazar en el estudiante los conocimientos de su que-hacer académico.

El anterior propósito puede lograrse de una forma inclusiva y económica cuando las estructuras mencionadas son diseñadas e implementadas a partir de elementos electromecánicos y materiales en desuso (E-WASTE), que en su mayoría se encuentran en el hogar de cada estudiante resultan determinantes y fundamentales si lo que se pretende es innovar sobre propuestas educativas que sean eficaces en promover una cultura de respeto por la sociedad y la naturaleza de la que todos son parte:

- Respeto hacia los demás seres vivos; sobre cómo se deberían administrar los desechos E-WASTE que finalmente, en su mayoría, terminan siendo depositados en los vertederos comunes, y en consecuencia son perjudiciales para personas, fauna y ambiente.
- Innovación en la generación de estrategias pedagógicas en las cuales el estudiante y el docente, sean partícipes de un aprendizaje colaborativo que involucra ciencia, tecnología y sobre todo práctica.

La propuesta será implementada en una institución de educación pública rural y en un grupo académico promovido por la Universidad Pedagógica Nacional y la Facultad de Ciencia y Tecnología, a estudiantes de educación media. De esta forma se posibilita abarcar nuevas formas de enseñanza en el campo de la robótica aplicada a la educación, si se toman como referencia dos contextos educativos diferentes en aspectos económicos, sociales, culturales, de desarrollo eco sostenible, entre otros. En ambos escenarios se promueve la orientación en los estudiantes, frente a la reutilización de los elementos tecnológicos eléctricos en desuso para fines prácticos y académicos.

Justificación

La Robótica educativa es un esquema de conocimientos fundamentados en las ciencias puras (matemática, física, entre otras) y los aspectos sociales que involucran innovación, invención y solución de problemáticas. La orientación de la robótica en procesos formativos para la prevención y el cuidado del medio ambiente dentro y fuera de la academia, es un punto prioritario en el aprendizaje básico del estudiante, el cual formará una persona reflexiva y crítica, respecto al uso e implementación, de los productos tecnológicos, antes, durante y después de que estos elementos terminen su vida útil.

La educación con robótica que orienta este proyecto, plantea la necesidad de utilizar material E-WEST con el fin de promover en los estudiantes y en su núcleo social procesos de reflexión y crítica sobre el manejo que se le proporciona a los desechos tecnológicos, eléctricos o mecánicos, (juguetes, electrodomésticos, estructuras mecánicas, objetos en desuso, etc.). Con base al planteamiento realizado sobre el objetivo de la robótica implementada en la educación, el módulo educativo propuesto beneficiara el área de tecnología e informática, en los aspectos concernientes a estrategias de aprendizaje innovadoras y prácticas para los estudiantes, fortalecimiento de la identidad institucional y el compromiso en la preservación de la naturaleza, hasta una actualización temática en los contenidos curriculares del área.

En la actualidad se evidencia numerosos desarrollos de proyectos con robótica en el sector urbano más que en el rural, esto en parte se da por el requerimiento de presupuestos altos en cuanto a materiales utilizados para el trabajo en robótica y la demanda académica en tecnología que tenga el sector. De este modo se obstruyen las posibilidades para igualar en términos competitivos y académicos en tecnología, los escenarios mencionados.

La oportunidad obtenida para poder implementar y desarrollar el presente módulo teórico-práctico en los escenarios educativos rural y urbano, brinda alternativas económicas para los estudiantes y profesores en cuanto a los altos costos que conlleva el trabajo con robótica; en consecuencia se convierte en una herramienta que amplía la cobertura de educación con robótica para aquellas personas que desean mostrar estrategias de enseñanza alternativas en sus respectivos escenarios académicos.

La presente investigación realizará una comparación de estos dos escenarios respecto al desarrollo teórico-práctico del módulo, adquisición de material para trabajar con robótica y reflexión crítica sobre el cuidado del medio ambiente. Lo anterior con el fin de validar y proponer éste módulo como una herramienta de aprendizaje que fortalezca el área de tecnología e informática en escenarios académicos.

Objetivos

General

Diseñar e implementar un módulo de Robótica Escolar orientado al aprovechamiento y reutilización de material E-WASTE.

Específicos

- Identificar el material E-WASTE para el desarrollo del módulo de robótica Escolar.
- Diseñar el módulo de robótica ambiental, orientado al área de Tecnología e Informática.
- Ejecutar prueba piloto del módulo de robótica ambiental.
- Proponer el módulo final de robótica ambiental a la institución o grupo de trabajo.

Marco teórico

Robótica Educativa, ¿herramienta de aprendizaje!

La robótica educativa se ha venido adhiriendo a escenarios de enseñanza en tecnología, debido al carácter formativo que tiene en el aprendizaje y desarrollo del alumno, integrando diversas disciplinas, por mencionar algunas está la electrónica, matemáticas e informática, entre otras áreas del saber. Se ha de aclarar que la robótica aplicada en la educación no solo se enfoca en realizar un prototipo robótico, la pretensión de este proyecto hace parte de un proceso donde se desarrolla el pensamiento sistémico y técnico.

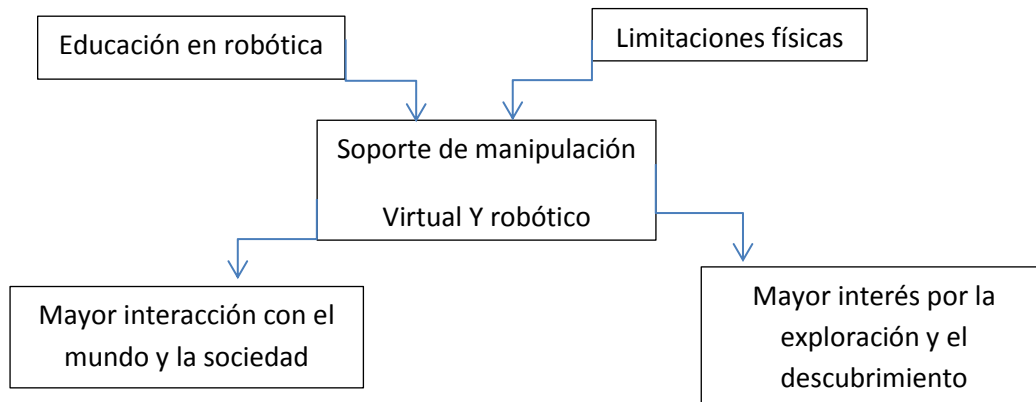
En términos de (Leòn, 2007) , “se entiende por pensamiento sistémico como la capacidad de comprender las relaciones entre los diversos componentes de un sistema organizacional que obtiene resultados deseados e indeseados.”

De acuerdo con lo anterior, trabajar en robótica comprende la realización de tareas conjuntas para adquirir nuevos conocimientos mediante la elaboración de estructuras que cumplan un objetivo, logrando así que la robótica se implemente como una herramienta educativa para el uso y construcción del conocimiento en diversas áreas.

El presente módulo de robótica, se apoya en investigaciones y desarrollos orientados a la solución de problemáticas de aplicación de la robótica en espacios educativos, también sobre el desarrollo motriz y cognitivo en los jóvenes, hasta el presupuesto premeditado de implementar robótica en las aulas.

Potenciando el desarrollo cognitivo

La fase correspondiente al desarrollo cognitivo y motriz en los estudiantes se trabaja adaptando los conceptos y pautas propuestas desde el trabajo de investigación “*Educational Robotics as a Learning Aid for Disabled Children*”, en éste se demuestra el avance de cognición e interacción social que tiene un grupo de niños con algún tipo de discapacidad, física o mental, a partir del trabajo con un elemento robótico y virtual. El sistema robótico da al joven la oportunidad de manipular objetos tridimensionales virtuales y pequeños objetos físicos.



Esquema (1). Etapas del desarrollo social y aprendizaje del joven (Valadão, y otros, 2012).

Después de que el grupo de investigación trabajarán con ésta población de niños y con la instrumentación nombrada anteriormente, se observó que el nivel cognitivo y lingüístico de aquellos menores a tres años de edad fue superior en relación a un diagnóstico realizado con anterioridad. También se evaluaron las emociones que tienen al interactuar con el brazo robótico y la interfaz computacional.

El aporte más grande, visto desde el aspecto socio-académico que proporciona la investigación anteriormente mencionada, es la manera en que los investigadores abordan la problemática de sociabilidad de los jóvenes y estudiantes (algunos con problemas de discapacidad mental y física), desde su desarrollo motriz y cognitivo, implementando de un mecanismo robótico y virtual que simula el contacto de ellos con el mundo exterior.

La interacción de los estudiantes con mecanismos mecano-electrónicos, puede significar en el presente módulo de robótica la base para un aprendizaje social o trabajo colaborativo (visto desde el modelo constructivista), que permita el libre desarrollo de la cognición y la manera en que el estudiante puede apropiar los conocimientos planteados de manera provechosa a los las actividades y proyectos planificados.

(Valadão, y otros, Robótica Educativa como una ayuda para el aprendizaje de personas con algun tipo de discapacidad, 2012)

Construccionismo como base metodológica de la Robótica educativa

El desarrollo que ha tenido la robótica en ambientes educativos, se fundamenta en los trabajos sobre cognitivismo de Jean Piaget, autor quien desarrollo la corriente del constructivismo, de quien fue discípulo Seymour Papert. Este último, orientó su metodología a la creación de ambientes de aprendizaje, donde el instrumento tecnológico (en ese contexto, el computador), tuviera relevancia en el desarrollo cognitivo de los niños en las materias integradas del currículo de la escuela, fundamentando de este modo las bases del construccionismo, corriente que sitúa al estudiante como ente activo en su proceso de aprendizaje.

Desde esta perspectiva participativa que induce la robótica en escenarios académicos, al integrar materias o conocimientos de distintas áreas, se logra que el estudiante pueda enlazar los contenidos de dichas materias, trabajando en ámbitos lúdicos estos contenidos disciplinares. En efecto se logra que el estudiante comprenda de un modo visual y físico los contenidos propios e interdisciplinares de la robótica, a partir de proyectos o actividades que promuevan el desarrollo sistémico, estructural y el razonamiento lógico (éste último correspondiente al campo de signos e interpretación lógica), diseño de estructuras, entre otros aportes esenciales en la formación del estudiante.

Un aporte de gran significado al trabajar con robótica desde la escuela es su componente de aprendizaje colaborativo donde todos los sujetos trabajan para un aporte colectivo y así mismo construyen su propio conocimiento con las críticas e ideas compartidas. Para llevar a cabo estos beneficios dentro del aula, así como lo menciona la autora, es necesario que el docente se apropie de la herramienta o dispositivo robótico y reconozca, desarrolle e innove en las ventajas que tienen este tipo de recursos en la integración de los contenidos temáticos para el estudiante.

(Gonzales S. M., 2011)

Diseño cualitativo de investigación – acción

La aplicación académica de un módulo de contenidos teóricos y prácticos, enfocado a ser partícipe en el desarrollo temático del área de tecnología y fundamentado en posibilitar alternativas prácticas hacia el cuidado del entorno natural, promueve un ambiente de investigación y mejora constante sobre las prácticas que se ejercen a lo largo del diseño y ejecución de este módulo.

Este proceso es descrito en la investigación de (Kemmis y McTaggart, 1998)

“Como una espiral de ciclos de planificación, acción, observación, reflexión, y luego re planificación, y a su vez describe este tipo de investigación donde se posibilita la resolución de problemas prácticos y se puede considerar como una investigación aplicada, en la cual el profesional tiene la oportunidad de ejecutar acciones en sus prácticas de labor y mejorarlas. Por otro lado, la investigación – acción se dirige a los interrogantes y vacíos que puedan tener los docentes en sus metodologías de clase, los alumnos en su desarrollo cognitivo o por el sentido de la profesión, el autor mencionado plantea un interrogante que debería incidir de manera iterativa en el quehacer de la profesión docente, ¿Para que la investigación educativa?”

En la ejecución del módulo, se prioriza la intención de analizar, contextualizar y mejorar los aspectos involucrados en cada actividad que se plantee, desde la conformación de los grupos de estudiantes, pasando por la metodología de aprendizaje colaborativo, hasta el modo de operación en que los estudiantes desarrollan una actividad grupal, todo ello en mejora de los contenidos que se involucren en el módulo, la forma de aplicar dichos contenidos y realimentar los aspectos primarios en la práctica docente.

Aplicación de la robótica educativa como tecnología innovadora

Las denominadas TIC o tecnologías de la información y comunicación, han sido de gran aporte, al permitir la creación e innovación de ambientes de aprendizaje favorables en el aula; los desarrollos en estrategias de aprendizaje y enseñanza basados en las actuales tecnologías informáticas, además de la inclusión de la robótica como herramienta educativa, permiten una mayor repertorio de las TIC al currículo de la escuela.

Respecto a la tecnología de información y comunicación utilizada en este proyecto (Robótica educativa), que proporciona una forma de aprendizaje interactivo con el estudiante, y pretende ser interdisciplinar en los conocimientos que brinda. El desarrollo en

robótica propuesto se fundamenta en respuesta a la actividad que debe hacer la escuela, frente a las problemáticas de la sociedad y consigo misma, problemáticas que vienen enumerándose desde el bajo incentivo que tienen algunos jóvenes de colegios o institutos por aprender, o dificultad al momento de abordar alguna materia específica, hasta la problemática de contaminación por elementos tóxicos provenientes de material E-WASTE que se evidencia en muchas zonas del mundo.

Materiales alternativos y ecológicos

Respecto a los materiales a utilizar en la mayoría de las actividades planteadas, la utilización del material E-WASTE seleccionado, es una opción bastante aceptada desde dos perspectivas bastante marcadas:

- Robótica al alcance de todos, para la persona que quiera aprender formas alternativas de desarrollo en robótica, con materiales de fácil adquisición.
- Promoviendo cultura hacia el respeto y cuidado del medio ambiente, desde la reutilización del material E-WASTE, hasta el tratamiento correspondiente que se le debe proporcionar a este material.

(Andruseac & Jacob, Exploring the Potential of Using Educational Robotics as an Effective Tool to Support Collaborative Learning, 2013)

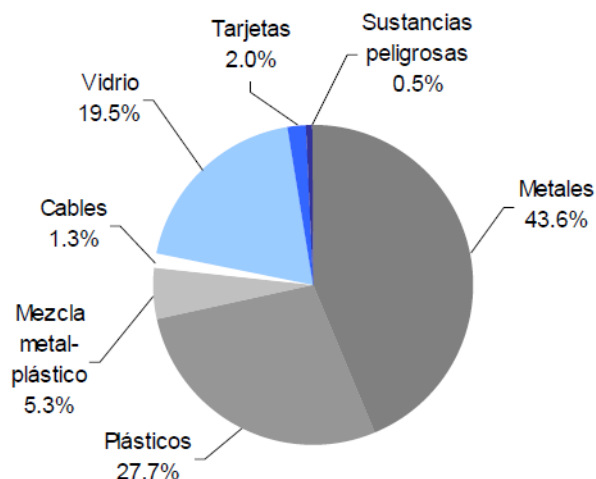
El creciente volumen de desechos electrónicos supera las diez millones de toneladas (cifra del año 2010), miles de artilugios tecnológicos como son computadoras, celulares, cámaras, baterías, entre muchos otros, terminan siendo depositados en la basura común, sin un tratamiento adecuado a los contaminantes que poseen, dando como resultado un perjuicio a las personas y al medio ambiente. Muchos de estos aparatos poseen materiales pesados y perjudiciales para la salud, como es el plomo, el mercurio el cadmio o el zinc, que terminan destruyendo la vida a largo plazo, sino se reciclan o procesan de forma adecuada.

Bajo esta perspectiva, el consumidor no es consciente del daño que poco a poco avanza en el planeta, pues se cree que esto es un problema lejano y solamente perjudica a las personas que desmantelan o reciclan este tipo de productos en algunos de los países de África y Asia. La falta de un proceso de reciclaje de basura electrónica al servicio de la comunidad, se debe a la falta de conciencia y políticas eficaces que formen infraestructuras para tal fin. (EFE, 2014)

Acción sobre el entorno

Atendiendo la investigación del autor (Daniel Ott, 2008), en el documento “*Gestión de residuos electrónicos en Colombia*”, se realiza un recuento estadístico e informativo, sobre cuáles son las cifras, demanda y crecimiento a la alza, por parte de los usuarios respecto al uso y adquisición de aparatos tecnológico, cifra que llega estar alrededor de 16500 toneladas en importación de computadoras, en un promedio de 0.1 kg por persona, cifras del año 2007.

La siguiente gráfica ilustra la cantidad proporcional de materiales y compuestos que traen, los artefactos E-Waste en uso y los desechados. Esta gráfica generaliza respecto a la composición interna del material de la mayoría de estos dispositivos.



Gráfica 1: Composición promedio de las TIC obsoletos (Fuente: Swico 2006).

Este tipo de aparatos eléctricos y electrónicos, tienen cientos de compuestos tanto valiosos y reciclables, como peligrosos y tóxicos. Entre los materiales valiosos se encuentra el oro, el paladio o la plata, y en contraste también se encuentran los materiales tóxicos o peligrosos, como las sustancias cancerígenas del plomo y el arsénico.

Entre los procedimientos utilizados para recuperar elementos valiosos del E-Waste se encuentra la quema de llantas que, mencionado con anterioridad, puede causar graves daños a la salud humana y contaminar de forma indiscriminada el agua y aire del entorno. Por la anterior premisa es que el reciclaje de forma no controlada e ilegal, puede ser lucrativo para algunas personas, pero puede perjudicar seriamente la salud humana y el medio ambiente.

En la actualidad, estableciendo parámetros de balance, Colombia es un país rico en fauna y en flora, con el número de especies por unidad de área más grande del planeta, 1800 especies de aves, clasificación de 130000 plantas y mencionando de forma general la abundante fauna marina de los océanos. Sin embargo, los temas tratados en el país respecto al medio ambiente se centran en la creciente deforestación, contaminación del aire por el uso indiscriminado de transporte motorizado, sobre uso de pesticidas y la contaminación de suelos.

Marco legal para la gestión de residuos sólidos y peligrosos

En Colombia existe una reglamentación respecto al manejo de material sólido y peligroso y atendiendo de manera reiterada la investigación de (Daniel Ott, 2008), las leyes vigentes referentes a la materia ambiental, se fundamentan en la “Política para la gestión ambiental de residuos”, publicada en 1998 y fundamentada en dos ejes temáticos:

- Obligación del estado a orientar y establecer un marco de acción para las entidades públicas con responsabilidades en la gestión de residuos sólidos, desde el punto de vista del saneamiento ambiental.
- La vinculación del sector privado en cuanto a la generación de residuos.

También existen políticas en complemento cuyo objetivo es prevenir la generación de residuos peligrosos y promover el cuidado y manejo pertinente de los que se generen. Sin embargo, no existe una política específica sobre el manejo de material E-Waste, residuos que terminan mezclándose con los desechos sólidos comunes causando afectaciones a la salud de la gente encargada y graves impactos ambientales.

En concordancia con lo anteriormente mencionado, es de suma importancia conocer el impacto social y ambiental que pueden generar este tipo de materiales. Es deber de todos y cada uno, evitar esos impactos negativos y promover formas alternativas para la utilización y beneficio del material E-Waste, formas que trasciendan la cultura de la sociedad y en el caso del presente módulo, que se involucren en el proceso formativo de los jóvenes y estudiantes.

Marco Pedagógico

Mencionado con anterioridad, un pionero en la integración de la robótica en la educación, es Seymour Papert, quien ha desarrollado bajo los trabajos de constructivismo de Piaget una visión de aprendizaje llamada construccinismo. Papert sugiere que el aprendizaje es más eficaz cuando los estudiantes están aprendiendo y experimentando por sí mismos.

Acorde a esta visión, la investigación “*Evaluating the role of collaboration scripts as group guided in tools in activities of educational robotics*”, mostrada en una conferencia de IEEE, expone el trabajo correspondiente a fortalecer la pedagogía y didáctica aplicada a la robótica educativa, pues existen estudios que afirman el creciente interés de los estudiantes por la robótica y otros documentos que demuestran como la robótica educativa promueve un modo alegre de aprendizaje. Sin embargo, algunos investigadores señalan que aunque los resultados de la robótica aplicada a la educación sean satisfactorios, la pedagogía y forma de enseñar con robótica todavía es prematura.

La investigación nombrada propone tres estudios de caso donde se aporta a la construcción del marco pedagógico, el cuál se elabora por actividades de educación en robótica que exploran el impacto de diferentes formas de comunicación entre el grupo. Las estrategias utilizadas para que los estudiantes trabajen en un proyecto determinado se describen a continuación:

- El aprendizaje colaborativo; utilizado como medio solucionador de problemas, en que una persona expresa los pensamientos sobre el tema a un oyente.
- El rompecabezas; los estudiantes forman grupos de trabajo donde se aprenden un contenido específico de conocimientos, después de que cada estudiante comprende su parte, proceden a separarse y se organizan otros grupos nuevos donde cada estudiante expone lo que aprendió.

Las estrategias mencionadas, además de otras experiencias y métodos didácticos en el campo de la enseñanza, formarán una base estratégica para diseñar y llevar a cabo las actividades en la implementación del módulo de robótica, en este sentido se posibilitará una mejora a futuro de los planteamientos o actividades que mejores o regulares resultados hayan obtenido en cuanto a aprendizaje y percepción de docentes y estudiantes.

(Atmatzidou & Demetriadis, 2012)

Varias veces en los apartados anteriores, se ha mencionado el término de aprendizaje colaborativo, pues esta estrategia de aprendizaje y enseñanza fundamenta la aplicabilidad del módulo en mención, debido a que los miembros de cada grupo tienen la oportunidad de reconocer sus habilidades al igual que sus falencias al momento de realizar alguna actividad, de modo que se da pie a crear un conducto de comunicación entre todos los miembros del grupo donde se escuche cada opinión y punto de vista de los integrantes. El aprendizaje empezará a florecer y los estudiantes podrán orientar estos saberes hacia los objetivos del grupo.

Describiendo de manera más profunda la estrategia pedagógica de aprendizaje colaborativo, la siguiente investigación *“Aprendizaje de experiencias con robótica”*, representa la construcción de conocimientos que se logran trabajando en y con robótica, textualmente el autor menciona lo siguiente;

“El aprendizaje de la robótica se concibe en una dinámica de diseño, construcción y explicación de tecnofactos (Gallego-Badillo, 1998), es decir, en un ejercicio de creación y construcción de conocimiento. El aprendizaje con robótica se asume como el proceso de creación de un contexto (robótica – Informática) que dinamiza y da significado al aprendizaje colaborativo en las diferentes áreas del conocimiento escolar.” (Pedro Antonio Lopez ramirez, 2013).

Otra mirada de la estrategia pedagógica que ha venido siendo descrita, es compartida por la investigación *“Un acercamiento al trabajo colaborativo”*. En el texto, la autora define y sistematiza la propuesta de trabajo colaborativo como;

“Una técnica refiriéndose a la actividad que efectúan pequeños grupos de alumnos dentro de las aulas de clase; éstos se forman después de las indicaciones explicadas por el docente. Durante el inicio de la actividad y al interior del grupo, los integrantes intercambian información, tanto la que activan (conocimientos previos), como la que investigan. Posteriormente trabajan en la tarea propuesta hasta que han concluido y comprendido a fondo todos los conceptos de la temática abordada, aprendiendo así a través de la cooperación”. (Ferez, 2006)

Es de aclarar la ambigüedad entre los términos de aprendizaje colaborativo y cooperativo, pues a menudo se suelen homologar. En escenarios de aprendizaje y enseñanza el primer término responde al enfoque socio cultural de las personas con quien se trabaja y el segundo se orienta hacia la corriente piagetiana del constructivismo.

Las diferencias esenciales entre estos dos procesos de aprendizaje es que en el primero los alumnos son quienes diseñan su estructura de interacciones y

mantiene el control sobre las diferentes decisiones que repercuten en su aprendizaje, mientras que en el segundo, es el profesor quien diseña y mantiene casi por completo el control en la estructura de interacciones y de los resultados que se han de obtener (Panitz, 2001).

Acorde a las anteriores diferencias entre aprender en grupo de forma colaborativa o cooperativa, el presente proyecto pretende abordar las actividades planteadas de manera que sea el estudiante quien proponga y diseñe las soluciones, y pueda mantener de forma grupal un control pertinente sobre el modo en que están aprendiendo y logrando los objetivos. De esta manera se logra incentivar la creatividad e innovación de estudiantes, aportando de forma significativa el proceso de aprendizaje con robótica.

Robótica para docentes.

Un punto relevante a tener en cuenta dentro del diseño del módulo de robótica, es la apropiación y rol que tendrá el docente a cargo para llevar a cabo las actividades, talleres y la teoría dispuesta en el módulo, no dejando de lado el material didáctico a implementar y demás aspectos concernientes al trabajo en robótica. De acuerdo con lo anterior, el trabajo de investigación “*Educational Robotics as a pedagogical tool for approaching problem solving skills in Mathematics with in elementary education*”, se destaca desde el abordaje que hace el autor sobre la utilización de robótica, enfocando el aprendizaje basado en la solución de problemas, donde los retos emergentes son la promoción del razonamiento activo y el pensamiento crítico; estos puntos son claves al momento que el docente pretenda realizar una labor académica con los estudiantes.

El modo de aprendizaje de un estudiante para pensarse los diferentes métodos de comunicación con el robot que está desarrollando, de modo que éste se comporte acorde a los objetivos requeridos, plantea un reto al razonamiento abstracto de cada estudiante, razonamiento que inminentemente estará ligado a los objetivos grupales y los del proyecto, de este modo la idea de un estudiante sobre la solución a un problema puede ser escuchada por todos, criticada y reformada de ser necesario.

En la misma investigación mencionada, se puntualizan los retos de la integración de esta alternativa educativa al plan curricular de un colegio, desde la parte académica, económica y hasta política, debido a los diversos factores entre los que resaltan:

- El carácter técnico de la robótica genera algún tipo de miedo a los profesores involucrados.
- Falta de material pedagógico (manuales, tutoriales entre otros).

- Escases de estudios cuantitativos que den cuenta de las cualidades de la integración de esta área al plan de estudios.

En el documento mencionado se dan entender las dificultades en modo de operación de una actividad académica basada en robótica; desde la apropiación que tenga el maestro para el desarrollo del tema, pasando por el material didáctico a utilizar, hasta la teoría existente sobre el reconocimiento de la robótica aplicada en la educación, todos estos son aspectos que pasan a formar parte de una estrategia que procure vincular las ventajas de trabajar en robótica, descritas anteriormente, con la escuela y sus características propias.

Por otra parte y dejando en puntos suspensivos el apartado de retos a enfrentar en los ámbitos educativos, pues muchos de estos pasan a ser propios de la institución o el espacio académico, la robótica educativa promueve aprendizajes interesantes y motivadores, a la vez que se dan diversos conocimientos en un mismo problema trabajado. También se permite la implementación de teorías de aprendizajes actuales como son:

- El constructivismo
- La interdisciplinariedad
- El aprendizaje colaborativo
- El aprendizaje basado en solución de problemas

El entusiasmo resultante de aprender en robótica, puede llevarse a áreas con mayor nivel de complejidad como es el caso de la matemática, donde se reconoce la necesidad de atraer a los estudiantes. Además el trabajo en grupo promueve la interdependencia positiva (donde cada individuo se preocupa por el desarrollo del grupo y comparten responsabilidades), y aprendan a trabajar sin maestro. El razonamiento lógico y abstracto se empieza a trabajar en el estudiante cuando se visualiza el diseño del robot a construir y el objetivo que cumplirá, de manera abstracta se relacionan diversos símbolos con las órdenes programadas del robot.

(Ribeiro, Coutinho, & Costa, Robótica Educativa como herramienta pedagógica para acercarse a las habilidades de resolución de problemas en Matemáticas Dentro de la educación primaria, 2012)

Retos académicos, políticos y educativos.

En el aspecto correspondiente a la aplicación de la robótica en contextos académicos y su repercusión en las políticas institucionales, existen tres aspectos a tener en cuenta al momento de la implementación del presente módulo, aspectos referenciados de la investigación “*Exploring the Potential of Using Educational Robotics as an Effective Tool to Support Collaborative Learning*”, descritos a continuación:

- Actualización del plan de estudios
- Costo del equipo de trabajo
- Reacción de los estudiantes al enfoque innovador en su aprendizaje

El módulo de robótica propone adherirse a los planteamientos curriculares para el área de tecnología de la institución en donde se implemente, para ello es fundamental el material didáctico contemplado en el desarrollo las actividades y el objetivo de las mismas, de ese modo se motiva al estudiante hacia un enseñanza innovadora y en consecuencia, efectiva para su aprendizaje y desarrollo social. Sin embargo, esta actualización del currículo del área, trae consigo una carga de responsabilidad para los docentes encargados, por tanto el módulo diseñado referenciará pautas de trabajo en el aula, también el correspondiente contenido temático y práctico de cada actividad, y un marco didáctico y pedagógico en el cual se pueda apoyar el docente titular que lleve a cabo el desarrollo de este módulo.

En el aspecto concerniente al impacto social en el aula, que tendrá la aplicación del módulo, se espera una disposición alegre y curiosa por parte de docentes y estudiantes sobre los contenidos y actividades planteadas, y de modo recíproco, entender las causas y razones por las cuales se pueda mejorar el planteamiento y ejecución del módulo.

Respecto al material a utilizar en las actividades, se ha mencionado incluir y trabajar con el material E-Waste, sin embargo, no se descarta la utilización de material convencional de miscelánea o adquirido en tiendas, esto debido a la tradición de trabajo de actividades en la escuela y mientras los estudiantes se familiarizan con el modo de enseñanza del módulo.

En este sentido, el mayor reto a enfrentar visto desde una perspectiva política y de actualización docente, es la adhesión del módulo a los planes curriculares de la institución donde se lleve a cabo, en este aspecto se ha de tener en cuenta la disposición de los docente encargados y los resultados que se hayan obtenido en la implementación.

E-WASTE como herramienta didáctica en la Robótica educativa.

Acorde a los retos planteados en el apartado anterior, la estrategia didáctica utilizada en este módulo parte de la utilización y aprovechamiento del material E-WASTE o también denominada basura tecnológica, de éste modo los estudiantes podrán reconocer nuevos métodos para el desarrollo de estructuras electromecánicas que cumplan el objetivo definido en el módulo y aporten a su aprendizaje. De manera paralela se da inicio a promover una conciencia activa desde la academia frente al uso que se le da a estos materiales en beneficio y prevención sobre el cuidado del medio ambiente.

Una razón y, cabe decir, hasta deber de cada uno para trabajar con material E-WASTE, es la fácil adquisición de estos recursos, debido a los crecientes volúmenes de artefactos tecnológicos obsoletos, provenientes de los sistemas de telecomunicaciones e informáticos en el territorio nacional. La investigación “*Gestión de Residuos Electrónicos en Colombia*”, da cuenta de la creciente demanda de equipos electrónicos y eléctricos por parte de consumidores, equipos que terminan siendo residuos poco tiempo después de su adquisición y su proceso de desecho consiste en depositarse en rellenos sanitarios, procesos de reciclaje informales o terminan incinerados. Este material termina convirtiéndose en un componente peligroso para la salud humana y de alto impacto al medio ambiente, por los diversos elementos que pueda contener, entre los que se destacan plásticos, metales, pesados y compuestos químicos, (Daniel Ott, 2008).

Programa de robótica propuesto por el distrito.

En respuesta al apartado referente a la creciente acumulación de material E-WASTE vinculado con procesos de robótica, el MEN², plantea una alternativa de utilización de algunos de estos materiales, en procesos de aprendizaje educativos para diversas poblaciones, programa liderado por la entidad Computador Para Educar:

Estrategia de Acceso y Formación para la Apropiación Pedagógica de las TIC de Computadores para Educar, contribuye al mejoramiento de la calidad educativa de cuatrocientas (400) sedes beneficiadas por el programa cada año, a través de la generación de prácticas educativas que conllevan al desarrollo de competencias

² Ministerio de Educación Nacional.

*básicas, científicas y tecnológicas en el estudiantado, a partir del aprovechamiento de residuos principalmente electrónicos*³.

La robótica aplicada en la educación distrital, se ve condicionada respecto a las políticas educativas que se plantean en el documento “*Propuesta de Orientaciones Generales para el Diseño Curricular del Área de Tecnología*”⁴; en este se orienta al cuerpo docente sobre la pautas a tener en cuenta, al momento de plantear el respectivo currículo del área de tecnología a una institución determinada en los ciclos correspondientes, sin embargo queda la carta abierta sobre la vinculación de procesos tecnológicos referentes a desarrollos en robótica y los beneficios en cuanto a aprendizaje y contextualización tecnológica en la sociedad que estos pueden brindar.

En consecuencia, la promoción del módulo de robótica para ser implementado en la escuela debe atender dichos lineamientos y orientaciones mencionados en el OCET, de modo que la transición entre los contenidos tradicionales llevados a cabo en el área de tecnología e informática y la aplicabilidad del módulo se lleven a cabo sin generar conflicto o discordancias con los planes curriculares establecidos.

³ Estrategia del programa robótica educativa ambiental, liderada por Computador para Educar.

⁴OCET, es la propuesta del distrito, para el diseño curricular en el área de tecnología e informática.

Contexto educativo

En lo correspondiente a la aplicación del presente módulo de robótica educativa, se contemplan los contextos, rural y urbano:

En la parte rural se trabaja en la Institución Educativa Departamental La Pradera, ubicada en la inspección de la pradera Subachoque, uno de los 116 municipios que tiene el departamento de Cundinamarca Colombia, en la sabana de occidente a 45 km de Bogotá, que se caracteriza por su actividad económica en ganadería y agricultura en la siembra de papa, arveja y zanahoria.

La visión de la institución se caracteriza por su carácter autónomo e incluyente. La institución es líder en la región de los procesos educativos de niños, niñas, jóvenes y adultos, transformadores de su realidad social y cultural a través del desarrollo y fortalecimiento de valores, conciencia ambiental, orientando procesos humanísticos, científicos, tecnológicos, artísticos y deportivos con sentido de pertenencia, gestores de cambio, partícipes activos en la construcción y mejoramiento de su condición de vida.

Por otro lado, en el contexto urbano el módulo se implementó en el club de robótica de la Universidad Pedagógica Nacional, sede principal ubicada en la capital de Colombia; el curso se ofrece desde licenciatura en electrónica de la facultad de ciencia y tecnología, a los estudiantes de décimo grado del Colegio distrital Republica Dominicana, institución ubicada al norte de Bogotá.

La institución Republica Dominicana, se caracteriza por su nivel de responsabilidad en los aspectos concernientes en incluir la educación en tecnología e informática desde la formación inicial, lo cual se hace por razones que van desde ser un eje fundamental para brindar posibilidades de desarrollo a la comunidad educativa, bajo principios y valores inherentes a la Tecnología, como preparación para el mundo del trabajo y el logro de bienestar individual y social, hasta ser una alternativa de trabajo en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

La anteriores objetivos del área de tecnología del colegio, se contemplan en el proyecto educativo institucional del mismo el cual, como se ha mencionado, es partícipe de éste proceso formativo con robótica que brinda la Universidad Pedagógica Nacional, gracias a los esfuerzos realizados por los docentes interesados, de la universidad y del colegio en

poder llevar a cabo la formalización del club de robótica de la institución república dominicana.

También se realizó una muestra del proyecto en SOFA⁵ con el fin de mostrar al público en general, las posibilidades existentes desde la academia, para el desarrollo de prototipos robóticos. Esta muestra del proyecto se ejecutó los días sábado y domingo en que se llevó a cabo la feria, con una asistencia para cada sesión de 20 personas entre niños, jóvenes y adultos. La intención del taller fue mostrar al público la intencionalidad del proyecto y de manera recíproca evidenciar las opiniones de los asistentes.

En el colegio rural se trabajó con treinta estudiantes de educación media de la Institución Educativa Departamental La Pradera, adicionalmente se realiza un trabajo investigativo patrocinado por ONDAS⁶ y Colciencias®, y el concurso soluciones para el futuro Samsung®⁷. Por otra parte, en el contexto urbano se trabaja con 22 estudiantes de grados décimos del Colegio Distrital República Dominicana.

Para determinar la incidencia del módulo en los escenarios nombrados, se establecen las siguientes categorías:

5. Adquisición del material E-waste en cada población
6. Aprendizaje del contenido temático por parte de los estudiantes y docentes, mediante la implementación del módulo de robótica.
7. Observación del trabajo colaborativo en los estudiantes a partir de la elaboración de las diferentes actividades del módulo de robótica.
8. Nivel de reflexión y sentido crítico logrado en los estudiantes, acerca del cuidado medio-ambiental a través de la reutilización del material reciclable tecnológico.

⁵Feria de entretenimiento más grande de Colombia; es una convención anual celebrada en Bogotá, la cual congrega a comunidades involucradas con los videojuegos, la ciencia ficción, los juegos de rol y estrategia, el cómic, la literatura, la fantástica, el manga, el anime, el cosplay y los deportes urbanos y nuevas tendencias, que se realiza en Conferías.

⁶El programa Ondas es la estrategia fundamental de Colciencias® para fomentar la cultura ciudadana de Ciencia, tecnología e Innovación en la población infantil y juvenil Colombiana, a través de la investigación como estrategia pedagógica.

⁷Concurso soluciones para el futuro Samsung®, iniciativa empresarial para instituciones públicas de Colombia, este concurso premia ideas innovadoras, que utilizan la ciencia y tecnología en beneficio del medio ambiente.

Instrumentos y técnicas utilizados en la recolección y análisis de la información

Para dar respuesta a la comparación de las categorías anteriormente descritas y siendo ésta una investigación de carácter cualitativo, se llevarón a cabo técnicas de recolección de datos en función de una posterior interpretación y análisis. A continuación se describe cada una de las diferentes técnicas que se utilizaron para recolectar la información, las cuales puedan responder a la comparación de categorías descritas anteriormente:

Método 1

“La encuesta como técnica para la recolección de datos, es una búsqueda sistemática de información en la que el investigador pregunta a los investigados sobre datos que se desea obtener, está se realiza a todos los entrevistados de manera organizada y con las mismas preguntas, en el mismo orden y en una situación similar” (Sandra Gonzalez, 2014).

En la presente investigación se utiliza la encuesta para identificar el conocimiento que tienen los estudiantes de los dos contextos educativos, acerca del material E-WASTE y qué cantidad de este material poseen en su entorno social y familiar para elaborar actividades del módulo, las preguntas diseñadas se describen a continuación:

UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL
PROYECTO ROBOT-WASTE

INSTITUCION: _____

EDAD: _____

1. ¿Conoce el término E-waste o RAEE (residuos de aparatos eléctricos y electrónicos)?
2. ¿Qué hace usted con los electrodomésticos o aparatos electrónicos dañados que posee en su casa?
3. ¿A dónde cree que van a parar todos estos aparatos eléctricos y electrónicos?
4. ¿Conoce campañas o proyectos educativos en su entorno que reutilicen residuos de aparatos electrónicos o eléctricos? ¿Cuáles?
5. ¿Qué materiales de los residuos de aparatos eléctricos y electrónicos considera usted que se podrían reutilizar para trabajar en robótica?
6. ¿Enumere los componentes de estos aparatos eléctricos y electrónicos tienen sustancias químicas que pueden afectar al medio ambiente y a la salud humana?

- a. Cuestionario sobre adquisición de material E-WASTE.

Con la anterior adquisición de datos, el grupo de investigación puede empezar a generar un panorama de diseño y trabajo, en cuanto a los componentes estructurales y temáticos que contendrá el módulo. Además se tiene un nivel de conocimientos de los estudiantes que posibiliten formas alternativas de abordar las actividades en el módulo.

Método 2

La observación es una de las técnicas más utilizadas para registrar de manera sistemática los comportamientos y conductas que se manifiesten en un espacio natural, esta se enfoca en todo aquello que pueda ser evaluado por medio de los sentidos donde constituye un proceso activo con un fin propio, dentro de la observación tenemos la modalidad de la observación-participante; es donde hay

una relación entre el observador y las personas observadas (Roberto Hernandez Sampieri C. F., 2006),

Por medio de esta técnica se observarán, evaluarán y analizarán los comportamientos de los estudiantes respecto a la estrategia de trabajo colaborativo, temas a abordar, metodologías de enseñanza, entre otros.

Esta técnica de recolección de información, permite definir a los investigadores pautas en la información que se obtiene; por ejemplo, proporcionar una respuesta a los interrogantes postulados en el libro *“La observación, la memoria y la palabra de la investigación social”*, de José Sánchez Parga, donde se menciona el porqué de observar, quién está observando, el grado de inferencia utilizado para observar y los instrumentos utilizados en la observación.

Para el caso de la presente investigación, es relevante determinar hasta qué punto, el investigador se inmiscuye en el proceso de aprendizaje del estudiante. El anterior punto se menciona, pues es la estrategia de aprendizaje la que determina de qué manera y con qué instrumentos se debe observar los comportamientos de estudiantes o profesores.

Método 3

“la entrevista es una técnica de recopilación de información mediante una conversación profesional, con la que además de adquirirse información acerca de lo que se investiga, tiene importancia desde el punto de vista educativo; los resultados a lograren la misión dependen en gran medida del nivel de comunicación entre el investigador y los participantes en la misma⁸”.

Este método de adquisición de información, permite evidenciar de una manera efectiva y personalizada, los procesos de aprendizaje individuales que lleva cada estudiante, todo esto correspondiente al seguimiento de los objetivos y metas contempladas en el módulo.

Las entrevistas realizadas, los talleres y demás cuestionarios concernientes al trabajo llevado a cabo, darán cuenta de la eficacia en cuanto a tiempos, motivación y contenido conceptual que tendrán los estudiantes aprendiendo con las estrategias de enseñanza y actividades contenidas en el módulo.

El siguiente es un cuestionario a modo entrevista, realizado en la muestra educativa ofrecida en el evento, Salón del Ocio y la Fantasía (SOFA), donde se dio a conocer la esencia del proyecto investigativo; realizar robótica con materiales de fácil adquisición promoviendo la cultura hacia el cuidado medio-ambiental. En esta actividad se pretende que el público invitado, del cual hacían parte, niños, adultos y jóvenes, trabajen en equipo para construir una estructura mecánica voladora (Ornitóptero). Al finalizar la actividad, se escogían personas de distintas edades para desarrollar la entrevista mencionada, cabe

⁸ Definición contextual sobre el método de investigación de la entrevista.

resaltar que en este procedimiento no se preparaba la respuesta del entrevistado y además se recogía información utilizando un equipo de audio y video.

UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL
ROBOT-WASTE

Taller Ornitóptero Robotic People Fest

INSTITUCION O PROFESIÓN : _____

EDAD: _____

1. ¿Qué aprendió de esta actividad?
2. ¿Qué opina de esta alternativa para desarrollar robótica?
3. ¿De qué forma la reutilización del material E-Waste puede ayudar al cuidado y prevención del medio ambiente?
- 4.

b. Entrevista sobre la actividad del Ornitóptero.

Método 4

Los cuestionarios y talleres, fueron y serán, herramientas pasivas muy útiles al momento de saber el nivel de experticia sobre un tema, y su aplicación en el módulo no fue la excepción. Estos se utilizaron para identificar el nivel de conocimientos que tenían los estudiantes sobre los temas a abordar en la unidad correspondiente al módulo, también se implementaron para mejorar las estrategias de trabajo en clase y como instrumento de medición sobre la reflexión realizada después de cada proyecto.

Este último cuestionario resulta siendo de vital importancia en el proceso autocrítico sobre los resultados, de cada uno de los estudiantes y profesores encargados, al culminar una actividad o proyecto. En este espacio se pueden plantear estrategias de mejora en la implementación del módulo o diálogo de propuestas de trabajo entre profesores y estudiantes, por ende se muestra en los siguientes renglones.

El siguiente es el cuestionario ofrecido a los estudiantes después de cada proyecto y como objetivo de culminación en una unidad correspondiente.

Reflexión

Complete las preguntas a continuación, reflexione sobre su respuesta:

1. ¿Qué desafíos tuvieron, en su caso, la construcción del Ornitóptero? ¿Cómo resolvieron los desafíos encontrados?
2. ¿Fue capaz de volar la estructura? Si no, ¿Qué solución tomo usted para resolver el problema?
3. ¿Crees que hayas podido desarrollar la actividad solo, porque?
4. ¿Le sorprendió ver el funcionamiento mecánico, sencillo y eficaz del Ornitóptero?
5. ¿Qué crees que los ingenieros podrían hacer para mejorar el funcionamiento del Ornitóptero?

c. Cuestionario de proyectos.

Las técnicas de recolección de información mencionadas en los apartados anteriores fueron la base de adquisición de ideas y formas para llevar a cabo el proyecto investigativo, no obstante se menciona que en múltiples oportunidades se modificaron preguntas, medios tecnológicos para adquirir datos o la forma de recoger estos, cambios en la dinámica de observación, entre otros.

Sin embargo, bajo las premisas anteriores, siempre se tuvo en cuenta la preparación de dichos métodos investigativos, en la comparación de los escenarios de aplicación bajo las correspondientes categorías, promoviendo la autorreflexión sobre el uso de materiales en las actividades, incentivando constantemente el trabajo teórico-práctico del módulo y mejorando las estrategias de aprendizaje colaborativo.

Metodología de diseño del módulo

Para la elaboración del diseño del módulo de robótica, se utilizó la metodología del diseño de un módulo instruccional, esta metodología se explica en el documento “*la elaboración de un módulo instruccional*” como:

Una metodología de planificación pedagógica, que sirve de referencia para producir una variedad de materiales educativos, atemperados a las necesidades estudiantiles, asegurándose así la calidad del aprendizaje (Yukavetsky, 2003).

Esta metodología se concibe porque se necesitaba una respectiva planificación de estrategias educativas de acuerdo a las necesidades y objetivos del proyecto, elaborando un material didáctico que ayude a comprender de una manera práctica los contenidos temáticos del área de tecnología e informática a través de pequeños proyectos con robótica.

En referencia al documento mencionado anteriormente, éste presenta las generalidades de las fases para elaborar y llevar a cabo el diseño del módulo, siendo las siguientes: Análisis, diseño, desarrollo, implantación e implementación y por último evaluación.

Cada fase dentro de la elaboración del módulo se hace de manera procesal, de manera que no se altere o salte de una fase a otra asegurando la calidad del módulo, a continuación se describen las fases mencionadas para la construcción del módulo de robótica:

En la fase de **análisis** se identifica todo lo que se requiere a hacer el diseño del módulo, también se define el problema y se determinan posibles soluciones, dando como producto una serie de instrucciones y tareas para enseñarse.

En la fase del **diseño**, se emplea una estrategia para la elaboración del módulo utilizando el producto del análisis que se hizo en el paso anterior, dando este un producto para el insumo de la fase de desarrollo.

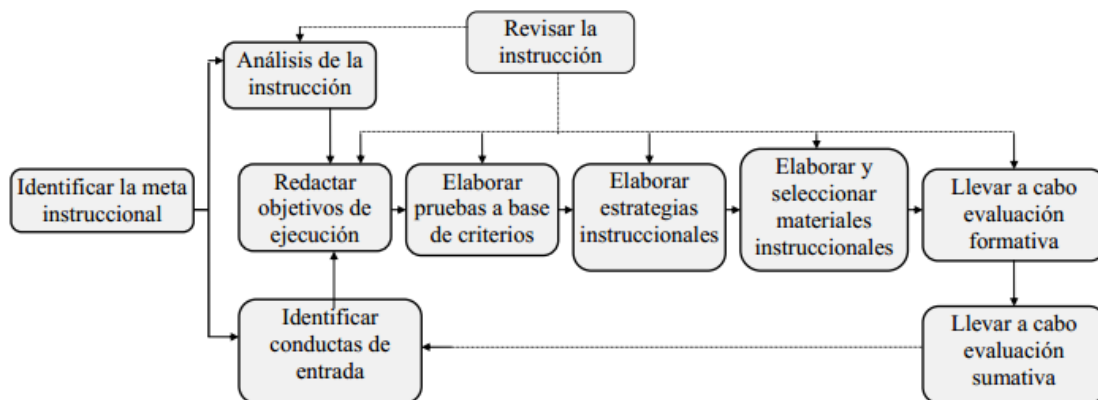
En la fase de **desarrollo**, se elaboran los planes de la lección y los materiales que se van a utilizar.

En la fase de **implantación e implementación**, como lo indica su nombre se implementa el módulo en un determinado campo de acción ya pre-establecido, propiciando la comprensión del material, el dominio de destrezas y objetivos, y la transferencia de conocimiento del ambiente instruccional al ambiente de trabajo.

Y, por último, está la **evaluación** que en general es donde se evalúa la efectividad y eficiencia del módulo o instrucción, en el documento citado anteriormente se describen dos

tipos de evaluación: la formativa y sumativa, la primera hace referencia a un proceso continuo, esto con el propósito de mejorar el módulo antes de llegar a la etapa final, la otra se utiliza para verificar la efectividad total del módulo y tomar decisiones para seguir con el proyecto o en su defecto comercializar.

En el apartado anterior se mencionan las fases generales que debe llevar un módulo instruccional, pero a continuación se presenta un esquema de un modelo instruccional llamado **Modelo de Dick y Carey** en el que se basó para la elaboración del módulo de robótica, éste se utiliza dado que, se describe las fases de un proceso interactivo que comienza identificando las metas instruccionales y termina con la evaluación Sumativa, teniendo en cuenta que también se maneja la evaluación formativa, siendo éste modelo empleado para múltiples escenarios, desde ambientes educativos hasta el laboral.



Esquema (2). Modelo instruccional Dick y Carey

Siguiendo las fases de diseño para un módulo instruccional, se procede al diseño del módulo de robótica:

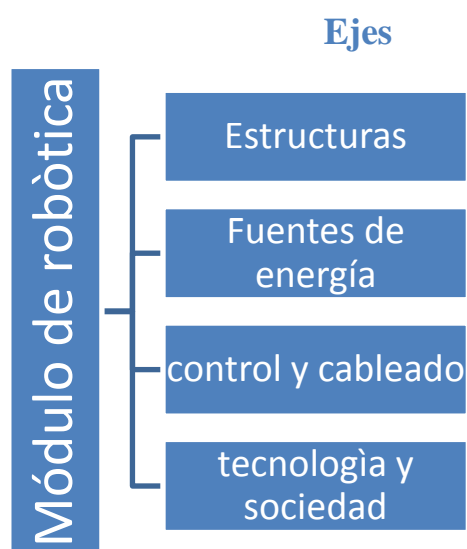
Fase de análisis

El diseño del módulo de robótica se centra en la educación media escolar de los contextos educativos rural y urbano colombianos, que comprende edades entre los 14 y 17 años de edad, para el área de tecnología e informática, como referencia de organización y trabajo curricular para el área, se acudirá al documento “*Propuesta de orientaciones para el diseño curricular del área de tecnología e informática (OCET)*”, siendo éste un documento que establece la secretaria de educación para instituciones distritales del país, dando orientaciones y pautas curriculares para el trabajo en el área.

Fase de diseño

El módulo de robótica se constituye por 4 ejes, 3 ciclos y 5 categorías, los ejes corresponden a los componentes que se abarcan para los diferentes ciclos, los ciclos hacen referencia a los grupos de grados escolares y las categorías son la clasificación de los robots según su funcionamiento y complejidad de los contenidos que se abordan para la elaboración de los mismos, donde cada categoría puede pertenecer a más de un ciclo por los saberes previos que requiere una categoría a otra, la constitución del módulo que se explica ahora, se establece de esta manera porque se pone de acuerdo con las pautas y orientaciones curriculares que establece el documento (OCET), posibilitando que la elaboración del módulo sea una propuesta para el fortalecimiento del área de tecnología e informática como se menciona en uno de los objetivos específicos de éste proyecto.

A continuación se presentan los elementos que componen el módulo de robótica:



Estructuras: este eje hace referencia a las herramientas fundamentales que los estudiantes deben tener para empezar a trabajar en robótica, por medio del estudio de los principios básicos y la comprensión de elementos asociados al diseño y construcción de estructuras como (columnas, vigas, ensambles y articulaciones) esto combinado con mecanismos para dar movimiento a las estructuras, algunos de estos mecanismos son: ruedas, piñones, poleas, correas entre otros.

Fuentes de energía: este eje comprende el estudio de las diferentes fuentes energías que hay como alternativas para el funcionamiento de los robots que se va a construir en el módulo las cuales están la energía solar, eólica, hidráulica y eléctrica.

Control y cableado: este eje dará a comprender a los estudiantes el principio y aplicación de control con herramientas de programación para lograr un buen funcionamiento y autonomía del robot, esto complementado con el manejo e implementación del cableado de algunos circuitos que harán parte de la construcción del prototipo robótico.

Tecnología y sociedad: La robótica es unas de las ramas donde se puede aplicar e innovar en tecnología satisfaciendo las necesidades o problemáticas a pequeña o grande escala, pero también es importante tener en cuenta qué impacto produce dentro de la sociedad, por eso en este eje los estudiantes comprenderán a partir de la robótica; la historia, desarrollos y avances que se han realizado para satisfacer las necesidades y algunos trabajos de alto riesgo para los seres humanos.

Ciclos



El concepto de ciclo se define desde la reorganización de la enseñanza por ciclos en el documento OCET⁹ (Suarez, 2013), como:

“La labor de los ciclos, que parte de reconocer las naturales limitaciones que existen en los colegios y en general en los sistemas educativos, se encuentra fundamentada en el reconocimiento de los intereses y naturaleza de los actores del proceso, manifiesta en un diseño curricular surgido del análisis de los intereses que hace posible, de manera más consecuente, cumplir la función de la escuela en relación con los fines de la educación, con la evolución de la sociedad y en general con una mejora en las condiciones de vida de la población.”

⁹Propuesta de orientaciones para el diseño curricular del área de tecnología e informática

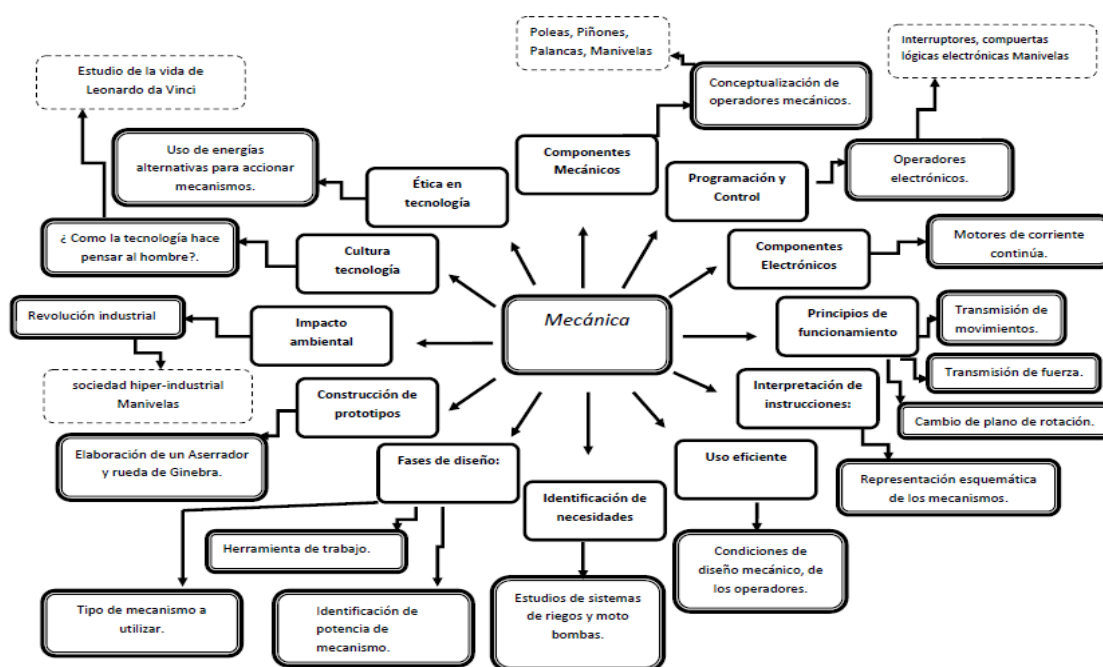
En el apartado anterior que manifiesta el concepto de ciclo como un conjunto de características cognitivas, socio afectivas y psicobiológicas las cuales poseen los estudiantes de los diferentes grados, agrupándolos por ciclos para resolver los problemas propios de las necesidades formativas, ritmos y procesos de aprendizaje del estudiante y orientar los saberes y competencias que se deben desarrollar en cada ciclo.

Contenido temático

Para establecer el contenido temático del módulo de robótica se hace una revisión de documentos de los planes curriculares del área de tecnología e informática tanto de la escuela rural como urbana con el fin de consolidar un contenido para el módulo que responda a las necesidades de ambos contextos escolares.

Desde la escuela rural se tiene el currículo del área de tecnología e informática de la Institución Educativa Departamental La Pradera¹⁰ (Ana Johana Velosa Suarez, 2013) , la organización curricular que presenta el área en el documento es por ciclos desarrollando las siguientes temáticas:

Ciclo tercero:



Esquema (3). Contenido temático ciclo tercero de la institución educativa departamental la Pradera.

¹⁰ Este documento es obtenido a través del docente titular de la institución por medio de la práctica educativa de la Universidad Pedagógica Nacional que se realizó como docente en formación.

Desde la escuela urbana tenemos la malla curricular del Instituto pedagógico Nacional¹¹, donde también presentan la organización por ciclos, abordando las siguientes temáticas para el área de tecnología e informática:

Ciclo tercero (5º,6º,7º)

- Grado quinto:
 - Operadores mecánicos
 - Palancas
 - Poleas
 - Engranajes
 - Plano inclinado
 - Rueda
 - Eje
 - Tornillo
 - Biela
 - Maquinas simples

- Grado sexto
 - Conceptos básicos de electrónica
 - Voltaje
 - Corriente
 - Resistencia

- Grado séptimo:
 - tipos de circuitos
 - serie
 - paralelo
 - mixto
 - Características, unidad de medida y simbología de las magnitudes.
 - Tipos de interruptores y funcionamiento

Ciclo cuarto (8º,9º)

- Grado octavo:
 - Montaje de los circuitos eléctricos.
 - Uso de protoboard.
 - Uso de las diferentes componentes electrónicos.
 - Uso de herramientas (pinzas, cortafíos.)

¹¹ Este documento es obtenido a través del docente titular de la institución por medio de la práctica educativa de la Universidad Pedagógica Nacional que se realizó como docente en formación.

- Aplicación de circuitos electrónicos.
 - Simuladores de electrónica.
- Grado noveno:
- Componentes semiconductores
 - resistencias
 - condensadores
 - transistores
 - integrados
 - Tipos de montaje en circuitos eléctricos.
 - Protoboard
 - Baquelita

Ciclo quinto (10º,11º)

- Grado decimo:
- construcción de prototipos robóticos
 - Programación
 - simuladores de electrónica. (avanzados)
 - lenguaje de programación básica
- Grado undécimo:
- Diagramas de flujo
 - Programación orientada a objetos.
 - Diseño de prototipos robóticos.

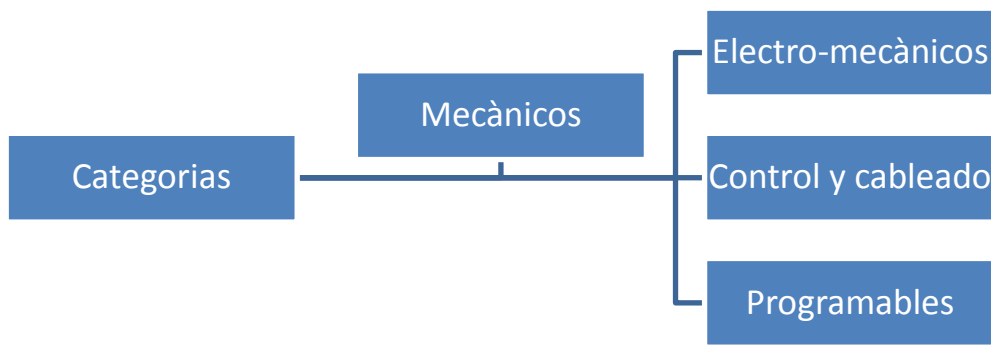
Haciendo un análisis de los dos contenidos temáticos descritos anteriormente se concluye que existe una similitud de trabajo para el área, por consiguiente se vincularán en el desarrollo instruccional del módulo algunos contenidos presentados, esto con el fin de proponer el módulo de robótica para el fortalecimiento del área de tecnología.

Como marco de referencia para el contenido temático del módulo de robótica, se postulan estas dos mallas curriculares ya que en ambas instituciones orientan el trabajo del área de tecnología e informática de acuerdo con el documento distrital “propuesta de orientaciones para el diseño curricular del área de tecnología e informática, (Suarez, 2013)”, desde la reorganización por ciclos.

Categorías

Actualmente la robótica se ha venido vinculando en muchos campos de acción, dentro de ellos están; la industria, el comercio, la medicina, fuerzas militares, entre otros.

Otro campo de acción de la robótica es en el ámbito educativo, campo desarrollado en el presente documento, en donde el nivel de complejidad para el desarrollar actividades con robótica se hace de acuerdo a las características de los estudiantes (sociales, cognitivas, planes curriculares), por tal motivo en el presente módulo se diseñan las categorías:



Mecánicos

Esta categoría comprende la vinculación de todos aquellos mecanismos que puedan ser utilizados para el estudio e integración del desarrollo de los robots que se planteen en el módulo.

Electromecánicos

Esta categoría los estudiantes podrán combinar los conceptos mecánicos con los eléctricos para la elaboración de robots, donde es necesario que comprendan ciertas teorías y conceptos que hacen parte de la electrónica.

Control y cableado

Esta categoría hace parte fundamental en el trabajo con robótica, se introducirá a los estudiantes en conceptos básicos de cómo funcionan algunos principios básicos de control y por medio de ellas darle autonomía a los robots.

Programables

Se busca que en esta categoría los estudiantes puedan introducirse al mundo de la programación, y empezar a ver otras alternativas para trabajar en robótica como lo son simuladores de robótica, por lo cual se propone utilizar distintas herramientas para trabajar con robótica, la escogencia de éstas herramientas se hace porque se cuenta con el material y software para implementar, siendo los siguientes: Kit de piezas Lego Mindstorms®, Kit Handy Cricket® y simulador de robots V-REP®.

Lego Mindstorms®

Lego Mindstorms® es un juego de robótica para niños fabricado por la empresa Lego®, el cual posee elementos básicos de las teorías robóticas, como la unión de piezas y la programación de acciones, en forma interactiva. Este robot fue comercializado por primera vez en septiembre de 1998.

Handy Cricket®

Handy Cricket® es un pequeño microcontrolador ideal para todo tipo de proyectos de robótica, el cricket es un equipo pequeño que se puede programar con un software llamado Logo la cual es una plataforma intuitiva para los estudiantes que quieren ingresar al mundo de la programación, éste se programa mediante dos clases de escrituras; uno es con código y el otro es por medio de bloques, con lo que podemos llegar a controlar motores como también recibir información de sensores que vienen dentro del kit como lo son sensores de contacto y sensores de luz.

V-REP simulación®

El simulador de robot V-REP®, con entorno de desarrollo integrado, se basa en una arquitectura de control distribuido: cada objeto / modelo puede ser controlado individualmente por medio de una secuencia de comandos incrustada, un plug-in, un nodo de ROS, un cliente de API remota, o una solución personalizada. Esto hace que V-REP muy versátil y es ideal para aplicaciones de multi-robots. Los controladores pueden ser escritos en C / C ++, Python, Java, Lua, Matlab, Octave o Urbi. V-REP se utiliza para el desarrollo de algoritmos rápidos, simulaciones de automatización de fábrica, prototipo rápido y la verificación, monitoreo remoto, seguridad doble de cheques, etc.

Contenido de las actividades del módulo

Las guías de actividades contempladas en el módulo, se han diseñado de acuerdo a las recomendaciones y pautas sugeridas por Try Engineering¹², este es un recurso educativo para estudiantes y docentes que deseen adentrarse en el mundo de la ciencia y la ingeniería. Try Engineering ofrece en sus apartados investigativos, fundamentos teórico-prácticos sobre diversas aplicaciones como los son en electricidad, ondas electromagnéticas, aplicaciones mecánicas, energías renovables entre otras.

En los mencionados documentos se orienta al estudiante sobre la lección que aprenderá, de qué forma lo hará y sobre qué medios puede lograr esto, también se proporcionan pautas o recomendaciones al maestro que guiará la actividad. Además cada proyecto después de ser ejecutado y enseñado, brinda una serie de preguntas reflexivas sobre las cuales el estudiante o el maestro puede realimentar conceptos o técnicas a posteriori en su quehacer académico.

La documentación ofrecida por Try Engineering, es de distribución libre y netamente educativa, por ende la presente investigación optó por tomar elementos relevantes de este formato, para el diseño de las actividades propias del módulo.

Las actividades elaboradas en el presente módulo se fundamentan en dos partes; guía para el docente y guía para el estudiante:

Guía para el docente

En este apartado se orienta al docente sobre la actividad a trabajar, esta se compone de los siguientes elementos:

1. Enfoque de la lección
2. Sinopsis de la lección
3. Niveles de edad
4. Objetivos
5. Resultados de aprendizaje
6. Actividades de la lección
7. Actividad de escritura opcional

¹²TryEngineering.org es un recurso para estudiantes (de 8 a 18 años), sus padres, sus maestros y sus orientadores, este recurso es auspiciado por IEEE, IBM Y TRY SCIENCE.

8. Recursos para profesores
9. Temas
10. Tiempo necesario

- En el enfoque de la lección se establece el objetivo de aprendizaje de la actividad y hacia donde se apunta el trabajo a desarrollar.
- La sinopsis de la lección se relata de forma breve el trabajo a realizar por los estudiantes que aprendizaje o habilidad pueden lograr con la culminación de la actividad.
- En los niveles de edad se establecen los rangos de edades aptos y propicios, para los estudiantes que deseen tomar la actividad.
- Los objetivos establecen las metas del profesor y el estudiante para la actividad que se plantee.
- Los resultados de aprendizaje mencionan de forma puntual los logros que se deben demostrar al culminar la actividad.
- En las actividades de la lección se mencionan cada una de las pruebas o procedimientos que el estudiante debe completar.
- En la Actividad de escritura opcional se ofrece al estudiante la opción de escribir un pequeño escrito relacionado a la actividad planteada.
- Los recursos para profesores ofrecen pautas para llevar a cabo la actividad, procedimientos, tiempo estipulado y recomendaciones.
- La sección de temas puntualiza la teoría y temas que se trabajen en la actividad.
- El tiempo necesario para culminar la actividad, este parámetro es dependiente de acuerdo a las condiciones sociales y estructurales que determine el profesor encargado.

Guía para el estudiante

La guía para el estudiante se enfoca en la parte instruccional y procedimental de las acciones a realizar, respondiendo a las competencias descritas dentro del módulo. La guía del estudiante se compone de los siguientes elementos:

1. Materiales
2. Funcionamiento
3. Pasos para la construcción

4. Hoja de trabajo para el estudiante
5. Fase de construcción
6. Reflexión.

- La sección de materiales enumera los materiales y herramientas que se utilizarán en la actividad.

- El apartado de funcionamiento, especifica el objetivo de la estructura que se construye también se menciona la manera en que eso funciona.

- Los pasos para la construcción orientan al estudiante sobre los procedimientos a seguir para lograr la estructura completa.

- En la hoja de trabajo para el estudiante se menciona la importancia del trabajo en grupo, orientar al estudiante sobre el funcionamiento de la estructura que se construirá y brindar fuentes de informaciones fiables y completas sobre los temas a tratar.

- La fase de construcción es un punto que permite a los estudiantes organizar sus ritmos y tiempos de trabajo.

- En el apartado de reflexión se da a entender al estudiante la importancia que pudo haber tenido la actividad en su quehacer académico, además se pregunta al estudiante sus puntos de vista, críticas y mejoras respecto a la actividad.

Metodología de la aplicación

Esta investigación se enmarca desde un enfoque cualitativo, pues parte de un análisis de las características de los estudiantes en su condición social, cultural e intelectual, en donde se pretende implementar el módulo de robótica, como se ha mencionado anteriormente, se busca fortalecer los conocimientos de los estudiantes en el área de tecnología e informática, además de permitir al docente del área formular otras estrategias didácticas para que el estudiante construya conocimientos de una manera más fácil e interesante.

El libro Metodología de Investigación (Roberto Hernandez Sampieri C. H., 2006), describe:

La investigación cualitativa como un conjunto de prácticas interpretativas que hacen al mundo visible, lo transforman y convierten en una serie de representaciones en forma de observaciones, anotaciones, grabaciones y documentos. Es naturalista (porque estudia a los objetos y seres vivos en sus contextos o ambientes naturales) e interpretativo (pues intenta encontrar sentido a los fenómenos en términos de los significados que las personas les otorguen).

La implementación del módulo se da en ambientes naturales, como lo es el aula de clase con estudiantes y maestros. Así mismo esta investigación tiene un componente correlacional, porque se quiere observar e interpretar las dos instituciones, los impactos generados al llevar a cabo los contenidos del módulo.

Para los dos escenarios de aplicación se lleva a cabo la metodología de aprendizaje por trabajo colaborativo, la cual fue mencionada y explicada en el apartado del marco pedagógico. En base a esta estrategia, se aplicaron diversos métodos de trabajo grupal con los cuales se pretendió obtener y comparar los resultados obtenidos en cuanto a aprendizajes individuales, tiempos para efectuar dichos aprendizajes y gusto por parte de estudiantes y docentes por aprender de esa forma.

Es de mencionar que la total aplicación del módulo se efectuó en los escenarios correspondientes, sin embargo el grupo de investigación en colaboración con algunos docentes, busco la forma de mostrar el módulo y su componente particular sobre la cultura ambiental al público en general, por ello también se mencionaran las labores realizadas fuera del aula, correspondientes a la muestra educativa y pedagógica realizada en SOFA

(Salón del Ocio y la Fantasía), el trabajo investigativo patrocinado por ONDAS¹³ y Colciencias® y el concurso soluciones para el futuro Samsung®¹⁴

En el contexto rural se estimó un grupo de treinta estudiantes de básica secundaria y media de la Institución Educativa Departamental La Pradera, mientras que en el ambiente urbano de la ciudad capitalina, en la Universidad Pedagógica Nacional se dio inicio al módulo con alrededor de 22 estudiantes de décimo grado del Colegio Público República Dominicana.

Fase de inicio

Según el cronograma de actividades del proyecto, el segundo semestre del 2014 se da inicio a la implementación del módulo, de acuerdo a los diseños y estrategias planeadas en el primer semestre de éste mismo año. La aplicación del módulo se da simultáneamente en la Universidad Pedagógica y en el colegio La Pradera, en este último también se lleva a cabo la investigación patrocinada por Ondas y concurso Samsung®.

Fase de desarrollo

Como se ha venido mencionando en apartados anteriores, la estrategia pedagógica adecuada para llevar a cabo los contenidos temáticos y prácticos del módulo es el trabajo en grupo, en base a esto se retoma la investigación “*Evaluating the role of collaboration scripts as group guid in tools in activities of educational robotics*” (Atmatzidou & Demetriadis, 2012), donde analizan los resultados de tres estudios de casos referentes a diferentes estrategias de trabajo en equipo. Algunos de los métodos de trabajo en grupo se estructuraron y aplicaron en el módulo, de acuerdo a los requerimientos de la actividad que se fuera a dar.

Es de aclarar que el contexto de trabajo del presente proyecto, se desarrolla bajo la teoría de aprendizaje del construccionismo, por ende el centro de interés en el acto de enseñanza, está en el estudiante y es el mismo quien propone las soluciones o planteamientos que se requieran para la actividad ofrecida. Las siguientes son las estrategias de aprendizaje por trabajo colaborativo, utilizadas en varias actividades y trabajos desarrollados.

El rompecabezas: Este método pretende que cada estudiante y miembro de un grupo, aporte de manera significativa y equitativa con el resto de sus compañeros. El modo de operación es el siguiente:

¹³El programa Ondas es la estrategia fundamental de Colciencias para fomentar la cultura ciudadana de Ciencia, tecnología e Innovación en la población infantil y juvenil Colombiana, a través de la investigación como estrategia pedagógica.

¹⁴Concurso soluciones para el futuro Samsung, iniciativa empresarial para instituciones públicas de Colombia, este concurso premia ideas innovadoras, que utilizan la ciencia y tecnología en beneficio del medio ambiente.

Se asignan roles o tareas a estudiantes al azar del curso, luego se forman grupos de trabajo con los suficientes estudiantes para que cada uno de sus miembros hable al grupo el conocimiento o la tarea encomendada que le fue asignada. En este sentido cada uno de los miembros de un grupo tiene la posibilidad de aportar su crítica constructiva a los objetivos de la actividad que se haya desarrollado.

El anterior método se utilizó con más frecuencia en las actividades de programación y sistemas; en el contexto urbano se realizaron trabajos grupales con los kits Lego Mindstorms®, las soluciones a las tareas planteadas podían ser diferentes y se definían según el razonamiento abstracto y aportes que daban los estudiantes a su respectivo trabajo.

El líder: en esta estrategia de aprendizaje, uno de los estudiantes de cada grupo, seleccionado por el docente titular, es quien orienta la actividad y asigna roles de trabajo. Bajo este esquema de trabajo se promueve un canal comunicativo entre los integrantes del grupo y una persona, normalmente se selecciona como líder a personas con características de personalidad introversa o tímida. La dinámica de trabajo fortalecerá el liderazgo y toma de decisiones en esa persona, finalmente es el líder quien expone el trabajo realizado y cada uno de los aportes realizados por los integrantes del grupo.

El anterior método de trabajo se aplicó en seleccionadas prácticas o talleres de la Universidad Pedagógica Nacional y en la muestra educativa ofrecida en SOFA. En este último escenario se encontraban familias, amigos y personas de variadas edades, lo cual fomenta la sociabilidad y creatividad entre integrantes desconocidos de un mismo grupo.

En esencia, los anteriores métodos de trabajo, con variadas modificaciones dependiendo de la actividad a desarrollar, fueron la base metodológica en cuanto al desarrollo de actividades y proyectos del módulo. Lo anterior por supuesto precedido por los correspondientes contenidos temáticos e información referente al tema encontrada en los contenidos del módulo.

Modalidad de desarrollo

La dinámica de ejecución en las instituciones Pedagógica y La Pradera son similares, en primera instancia se ofrece y enseña a los estudiantes los contenidos temáticos correspondientes a la unidad en progreso, a lo largo del proceso de esta se ejecutan talleres, cuestionarios o actividades y se finaliza dicha unidad con un par de proyectos que demuestran el aprendizaje obtenido por los grupos de trabajo. La misma dinámica prevalece para todas las unidades del módulo; mecánica, electromecánica, programación y sistemas.

En cuanto a la actividad de SOFA, la intención era mostrar al público en general una manera alternativa y fácil para desarrollar robótica desde la academia, en respuesta a este objetivo se planificó una actividad de poca complejidad, duración aproximadamente de hora y media, y que el asistente pusiese llevar consigo, la mejor opción fue el desarrollo del Ornitóptero¹⁵. La actividad se ofreció los días sábado y domingo.

El Ornitóptero es una estructura voladora diseñada y creada por Leonardo Davinci. En este taller se puso a disposición de los asistentes, materiales reciclados y otros encontrados con facilidad en una miscelánea. La actividad empezaba con una breve introducción a los participantes sobre esta forma alternativa para desarrollar robótica, enseguida se comenzaba la actividad guiada por los investigadores, y finalmente se evidenciaban las estructuras terminadas. En cuanto a la adquisición de información, se entrevistaron a algunas personas de diversas edades sobre lo que habían aprendido y de que forma la reutilización del material E-Waste puede contribuir a la prevención y cuidado del medio ambiente.

Lo desarrollado en los ambientes rural y urbano fue la prueba piloto de la implementación del módulo, con el fin poder re-evaluar el diseño del mismo y proporcionar una versión final mejorada, dando cumplimiento a uno de los objetivos de la investigación.

Como se mencionó anteriormente la presente propuesta de investigación fue desarrolla en el programa ONDAS en conjunto con el departamento administrativo de ciencia, tecnología e innovación COLCIENCIAS®, Gobernación de Cundinamarca y el centro de investigaciones de la Universidad Pedagógica Nacional CIUP, implementada en el Colegio Departamental La Pradera, donde se busca fomentar cultura ciudadana y democrática de ciencia, tecnología e innovación en niños y jóvenes a través de la investigación como estrategia pedagógica, la escogencia de los grupos de investigación participantes fue a nivel departamental de Cundinamarca apoyando en total a 189 grupos.

La modalidad de apoyo que ofreció el programa ondas para el desarrollo de la investigación fue con un recurso económico de \$400.000 mil pesos y asesoría al grupo de investigación (profesores y alumnos), el desarrollo de la investigación quedó registrada por medio de bitácoras, llevando y haciendo una descripción del proceso investigativo con el grupo de trabajo.

¹⁵Un **ornitóptero** es un aerodino que obtiene el empuje necesario del movimiento batiente de sus alas de forma análoga a como lo hacen las aves y de ahí su nombre que en griego significa "con alas (en griego= *pteros*) de pájaro (en griego *ornos*, *ornitos*)"

Este proceso consta de todo un asunto investigativo como lo es el planteamiento del problema, pregunta de investigación, objetivos, justificación, trayectoria de indagación, presupuesto e informe final de la realización del proyecto, colocándole una identificación al grupo de trabajo llamado “ROBOTE-WASTE”, como resultado final, se asistió a un encuentro departamental que ofreció el mismo programa en el municipio de Cajicá, donde se tuvo presencia de un alumno expositor y docentes del colegio, allí se encontraban aproximadamente 30 colegios exponiendo sus propuestas de investigación al público en general y pares educativos.

Como muestra para la exhibición se llevó una serie de robots planteados y hechos por el grupo de investigación “ROBOTE-WASTE”, donde se mostrará el objetivo de desarrollar e implementar un conjunto de actividades de robótica que promuevan la reutilización de material e-waste y material de fácil adquisición por los alumnos.

Con ayuda de la institución educativa departamental la pradera, la profesora titular del área de tecnología e informática y rector de la institución, esta propuesta de investigación también fue llevada y desarrollada mediante un concurso “soluciones para el futuro” patrocinado por Samsung® con el que premia ideas innovadoras, que utilizan la ciencia y la tecnología en beneficio del medio ambiente.

Este proceso tuvo 3 etapas, en primera instancia fue enviar una iniciativa sobre una oportunidad de cambio medio-ambiental de la comunidad para el mejoramiento del entorno, como propuesta se envió el proyecto desarrollado en este documento “Módulo de robótica educativa enfocado hacia el cuidado del medio ambiente”, el cual fue escogido dentro de los 20 cupos que ofrecía el concurso para la segunda etapa recibiendo un kit (computador portátil y cámara) y elaborar un video para concursar en la etapa final, el video realizado da a conocer la situación identificada y la propuesta para la oportunidad de cambio de la comunidad educativa, el video se encuentra alojado en la web mediante el siguiente link (<https://www.youtube.com/watch?v=1Jb9E0Qrq80>).

Por medio de este video se logró llegar a la etapa final donde solo 5 grupos fueron escogidos, finalmente un jurado del concurso seleccionara la iniciativa ganadora, y además la propuesta que tuviera más likes en el portal de YouTube tendría un premio especial.

Resultados

Los resultados finales del módulo, respecto a las categorías de comparación mencionadas en la metodología del diseño se mostrarán en el siguiente apartado.

Adquisición del material E-Waste en los escenarios:

Las observaciones y datos obtenidos en el presente aspecto, correspondientes al escenario urbano en la Universidad Pedagógica Nacional, demuestran que son muy pocas las personas que conocen la terminología para referirse al material residual electrónico (E-Waste), sin embargo, un 10% de la población encuestada tiene conocimiento o ha oído hablar que algunos materiales que componen diversos aparatos eléctricos o electrónicos, pueden ser dañinos para la salud humana y perjudiciales al medio ambiente. Por otra parte, todas las personas involucradas en el estudio afirman tener alguna clase de electrodoméstico o aparato eléctrico en desuso, en cada uno de sus hogares, sin embargo, desconocen campañas o lugares apropiados que puedan encargarse de estos elementos de forma segura y ecológica, de modo que terminan almacenados en la casa.

Respecto al conocimiento que tienen los encuestados sobre los componentes que se puedan reutilizar de los aparatos eléctricos en desuso, cabe resaltar que varios estudiantes del curso de robótica tienen algún conocimiento sobre el mecanismo interno de algunos aparatos trabajados en clase, sea este aprendizaje por curiosidad o trabajo experimental, ellos nombraron diferentes componentes reutilizables como son los motores, bobinados, imanes, sistemas de engranes, interruptores, cables, entre otros. Aunque los estudiantes sabían que dichos elementos podrían encontrarse en algunos aparatos, solamente unos cuantos jóvenes reconocían el perjuicio ambiental y a la salud humana que podían generar compuestos especiales encontrados, por ejemplo en baterías, bombillas de luz o en monitores CTR (esta última fue una actividad de aprendizaje realizada para los estudiantes, con el fin de entender el funcionamiento del computador y sus partes).

Aprendizaje del contenido temático y desarrollo de la estrategia por trabajo colaborativo de los estudiantes:

En esta sección se mostrarán los efectos de aplicar las estrategias de enseñanza del módulo, mediante el conocimiento adquirido por el estudiante. Cabe reiterar que el desarrollo del módulo es una opción a tomar en pro de fortalecer el área de tecnología e informática, en

consecuencia el profesor titular asume su rol de orientador, guiando al estudiante a construir su propio aprendizaje.

La medición de dichos aprendizajes construidos en cada estudiante, se realizó observando comportamientos, mediante diálogos personales y talleres teóricos; una de las actividades planteadas en algunas clases, fue la realización de bitácoras por parte del estudiante donde mencionaba lo que se había trabajado en la anterior clase, que temas se desarrollaron y una pequeña reflexión al respecto. Esta sencilla tarea involucraba al estudiante en un ambiente de constante evaluación en los conocimientos que iba adquiriendo, además de encontrar una razón para motivarse a seguir su proceso después de cada clase.

Aunque algunos talleres y demás evaluaciones sirven para cuantificar el nivel memorístico de cada estudiante o sistematizar si estos realizan asertivamente algún tipo de operación, el método más acorde a los planteamientos en desarrollo de la investigación, es una evaluación formativa y cualitativa, la cual promueve una autocrítica en el estudiante sobre cómo, qué y para que aprendió un tema. Este trabajo es orientado por el docente. Por ejemplo en X actividad se pidió a los estudiantes que trajeran diferentes materiales reutilizables de aparatos inservibles, para la construcción de una estructura, sin embargo algunos estudiantes optaron por comprar la mayoría de los materiales condicionando la actividad a que fuera un simple taller manual. En esos momentos se retomaron los objetivos del módulo referentes a promover la reutilización de materiales, lo cual tiene un fundamento ecológico, y por otra parte se reiteró que lo más importante en cada una de las actividades del módulo, no era que la estructura cumpliera sus objetivos mecánicos, si no que esta fuese creada ingeniosamente, atendiendo la instrucción del profesor como una orientación y no como una guía de trabajo inflexible.

Acorde a las reflexiones mencionadas anteriormente, se pudo afirmar que la mayoría de los estudiantes del curso de robótica de la Universidad Pedagógica, cumplieron a cabalidad con los requerimientos teóricos brindados en el módulo, la estrategia del rompecabezas citada en el apartado de metodología de implementación, promovió de estructuras sociales donde cada integrante del grupo pudo participar de manera activa en el cumplimiento de los objetivos de la actividad. No obstante, los resultados en cuanto a la estrategia grupal del líder, evidenciaron la dificultad en algunas personas sobre el liderazgo o planificación de la actividad asignada, posiblemente esto se deba a las estructuras sociales que tengan los jóvenes en el curso o también por ser una persona tímida.

En cuanto a la reflexión sobre el actuar en materia ecológica, se evidencia en el trabajo final, el cual consistía en la realización de un escrito sobre los temas que aprendieron, las cosas que se pueden mejorar del curso, las cosas buenas del curso; todos los estudiantes del taller de robótica de la Universidad, afirmaron haber conocido, aprendido y desarrollado una estrategia alternativa y educativa que disminuya el porcentaje de desechos electrónicos que van a parar a depósitos sanitarios u otros. Parafraseando algunos comentarios de

estudiantes, ellos aprendieron de manera disciplinada y atenta a reutilizar la basura electrónica, a identificar elementos útiles reutilizables para futuros proyectos y conocer los diferentes procesos tecnológicos que van detrás de las pequeñas cosas que se tienen.

Creatividad y disciplina, fueron pilares en el desarrollo del módulo, sin la rigurosidad efectuada en cada una de las actividades, la disposición presentada por parte de docentes y estudiantes y la creatividad en el manejo de materiales para las actividades, el desarrollo de la investigación se hubiera visto truncado es su componente práctico. Con lo anterior no se pretende mostrar que se llevó a cabo alguna práctica netamente conductista u orientada hacia la necesidad de obedecer una guía específica, por el contrario, se promovió de manera reiterativa a que los estudiantes proporcionaran, diseñaran y aplicaran la solución pertinente, creativa y viable a los objetivos de la actividad.

Aspectos a tener en cuenta

El desarrollo del módulo se efectuó acorde a los objetivos planteados en la investigación, sin embargo, una propuesta que fortalezca el área de Tecnología e Informática de una institución académica con la orientación que se le da en el presente proyecto, debe presentar un riguroso y específico planteamiento sobre el diseño de actividades con material E-Waste en pro de abarcar temas principales de la robótica; esto implica que en la institución donde se pretenda realizar los trabajos y muestra teórica del módulo, es necesario conocer la población de estudiantes en su formación con robótica, aspectos económicos, índice adquisitivo de material E-Waste y formación docente para la orientación del módulo.

El docente en últimas es el que orienta, motiva y explica al estudiante las competencias del módulo, si esta persona no se siente convencida o se le dificulta la práctica en algún aspecto mencionado, el desarrollo del proceso puede verse afectado de manera negativa. En resumen, la motivación y esfuerzo que muestren los docentes encargados del área se reflejara en el trabajo, disposición y esfuerzo que entreguen los estudiantes en cada actividad que les propongan.

Escenario de aplicación rural

En el escenario rural, a través de la encuesta realizada a los estudiantes del colegio Departamental La Pradera, se encontró que el 100% desconocían el término de E-waste, sin embargo, cuando se les hablaba de basura tecnológica lo asemejaban con aparatos electrónicos viejos que ya no utilizaban o en su defecto estaban dañados. En cuanto a la identificación y clasificación del material, el 80% de estudiantes tenían conocimientos de algunos componentes electrónicos como condensadores, motores, interruptores, baterías,

resistencias entre otros, pero al momento de identificar cuál de estos componentes electrónicos eran nocivos para la salud humana y medio ambiente, no sabían responder.

El 90% de estudiantes manifestaron que tenían aparatos viejos en sus casas y no sabían qué hacer con ellos, algunos de ellos tenían conocimientos de campañas de reciclaje tecnológico vistas por televisión de pilas de celulares y celulares, por ser ésta en la actualidad la basura más abundante en los hogares.

Trabajo en grupo

A partir del desarrollo que se dio con el grupo de trabajo en el colegio Departamental La Pradera, el trabajo colaborativo se vio evidenciado en las siguientes situaciones:

- Dentro del desarrollo de las actividades que propone el módulo, la organización por grupos y la metodología llevada a cabo, cada estudiante contribuía de manera diferente para la construcción del robot, a través de esta dinámica se tuvo dificultad en la determinación de tareas para cada estudiante, ya que los grupos de trabajo fueron mezclados desde los grados sexto hasta once y por ende los mayores tuvieron más facilidad de obtener resultados en menor tiempo y con mayor precisión, donde a su vez fue provechoso por parte de los estudiantes de grados inferiores teniendo la oportunidad de compartir y aprender otras formas de trabajo con más eficiencia y eficacia.
- La interacción entre pares estudiantiles, en cuanto a conocimientos y formas de expresión. Cada estudiante manifiesta un ritmo de trabajo y unos conocimientos previos donde interfiere el interés de cada uno por aprender y a su vez compartir dichos conocimientos, dentro de los grupos de trabajo se evidencio esta interacción por querer hacer y ayudar al compañero en casos de dificultad, dando la posibilidad de expresar y hacerse entender con sus compañeros.
- La motivación por competir y mejorar el diseño del robot. El módulo proporciona herramientas necesarias tanto a profesores como a estudiantes para lograr los objetivos planteados en cada actividad, a través de una actividad competitiva que se realizó en el colegio Departamental La Pradera, los estudiantes se vieron enfrentados a problemas de diseños estructurales en el robot, donde el grupo de trabajo rápidamente tuvo que replantear su diseño y solucionarlo lo más pronto, con el fin de poder ganar la competencia. Más allá de la competición, este tipo de actividades demuestran como los estudiantes son capaces de afrontar este tipo de problemas desarrollando su creatividad y pensamiento para darle solución.

Reflexión acerca del cuidado medio ambiental

Este componente se llevó a cabo en el colegio Departamental La Pradera de las siguientes maneras:

- A través de la elaboración de algunos robots con material reciclable tecnológico y mediante el desarrollo del contenido temático de la unidad medio ambiente presentado en el módulo.
- Mediante la participación del concurso soluciones para el futuro patrocinado por Samsung®, como se mencionó anteriormente, el cual consiste en que a partir de una propuesta tecnológica innovadora se pudiera demostrar que si es posible transformar el futuro de las comunidades, como propuesta se presentó trabajar acerca del material e-waste que existía en el colegio y que se podría hacer con él, para ello se trabajó con el grupo de estudiantes acerca de la identificación del material reciclable tecnológico existente en el colegio, cuáles materiales servían y cuáles no, a donde se podría llevar dichos aparatos y porque es importante no mezclar esta basura tecnológica con la basura cotidiana.

Puntos de vista de los estudiantes

A continuación, se mencionaran algunas de las opiniones que tuvieron los estudiantes respecto al trabajo realizado con el módulo en cada respectivo escenario:

Colegio Republica Dominicana (Universidad Pedagógica Nacional)

“Nos pareció chévere las explicaciones de los temas con su práctica y talleres, la forma como explican los profesores y como enseñan”.

“El curso resulta muy interesante ya que nos muestra que hay que hacer las cosas con paciencia y se pueden lograr los objetivos buscados; de las pequeñas cosas salen otras más grandes”.

“este curso fue muy interesante pero hubo unas fallas que nos perjudican, como cuando no hay clase por protestas y perdida de clase los viernes, de resto súper”.

Colegio Departamental La Pradera

“Elaborar robots de una manera fácil como la actividad del ornitóptero, hace interesante la clase de tecnología e informática”

“Me gusta desarrollar este tipo de robots porque aprendo de manera práctica, como funcionan algunos mecanismos”

“Deberíamos realizar robots acuáticos”

“Me gusta mucho esta clase porque aprendo muchas cosas, que en mis clases normal no sabría”

“Las actividades realizadas me parecieron chéveres y el grupo de trabajo muy compañeristas, y la profesora que orienta explica bien y es muy atenta solucionado nuestras dudas”

Conclusiones

- En primera medida, mencionando uno de los componentes fundamentales del proyecto de investigación, el cual se ha dado a conocer como la reflexión y autocrítica sobre el manejo y cuidado que se le da a la basura electrónica, se evidencia en diversos talleres o encuestas realizados, que los estudiantes partícipes del desarrollo del módulo asumieron un rol crítico y práctico sobre el uso y disposición adecuada para los residuos E-Waste.
- En el escenario de la muestra ofrecida en SOFA, más del 90 % de los asistentes afirmaron de una u otra manera, que la actividad promueve una cultura de respeto y autocrítica sobre la disposición y tratamiento correspondiente para la basura electrónica existente en los hogares. Sin embargo menos del 5 % del público con quien se trabajó conocían los lugares encargados para el tratamiento del material E-Waste.
- La anterior conclusión da pie a mencionar que en Colombia y más específicamente en Bogotá, se debe reformar la normativa respecto al tratamiento y disposición de los materiales contaminantes provenientes de la basura electrónica, esto con el fin de establecer y divulgar públicamente el proceso adecuado para este tipo de materiales o electrodomésticos.
- Respecto a la asimilación del módulo por parte de los estudiantes en la UPN, fue evidente la dificultad que surgía en las prácticas con E-WASTE, debido a la poca o nula práctica con estos materiales, también por la tradición escolar de comprar los elementos nuevos para las prácticas, sin embargo, con algunas estrategias de trabajo y promulgando las premisas del proyecto, fue posible que aproximadamente el 90 % de los estudiantes asimilara, entendiera y promoviera la forma de aprendizaje con robótica que el proyecto les brindaba.
- Realizando una síntesis comparativa de los escenarios de implementación, rural y urbano, se afirma que existe cierta abstención, por parte de estudiantes y docentes, para la dinámica de trabajo al inicio del desarrollo del módulo, esto debido a la razón mencionada anteriormente sobre la adquisición de materiales, historia académica sobre robótica, diseño de estructuras, entre otras; sin embargo, en el colegio La Pradera los estudiantes tenían libertad sobre el uso del material E-Waste del cual disponía la institución, esto promovió la libertad de expresión y diseño en el estudiante de manera que no condicionara su trabajo.

- En lo concerniente a los ítems a mejorar y construir en el proyecto, se encuentra el tema de actualización de contenidos temáticos a docentes, pues en ambos contextos educativos los profesores carecían de conocimientos básicos de robótica, esta materia orientada como una rama de la tecnología, con ello se pretende evitar el miedo hacia el trabajo en este campo. Por otro lado es fundamental promocionar los estudios que evidencien las cualidades y beneficios de integrar esta área al plan curricular de tecnología.

- La participación en los programas de investigación Ondas y Soluciones para el futuro, permitieron llevar a cabo un trabajo autónomo por parte de los autores del proyecto, dando la posibilidad de implementar y ejecutar la metodología de trabajo.

En los programas mencionados anteriormente se premió de diferentes formas el enfoque del proyecto y el trabajo realizado, incentivando a los alumnos por hacer parte de proyectos e instruirse en áreas relacionadas con la tecnología.

- El desarrollo realizado en el programa de investigación Ondas deja una experiencia en procesos formativos de tipo investigativo, donde se promueve el espíritu curioso para los alumnos que se están formando y retos para los maestros en apoyar y direccionar la investigación de una manera provechosa mediante el conocimiento e interés en trabajar con robótica.
- En lo concerniente al trabajo realizado en el programa Soluciones para el futuro patrocinado por Samsung®, se ilustra por medio de un video, la iniciativa de trabajar con una problemática ambiental identificada en el sector, como lo es la basura tecnológica existente en la institución, para ello se planteó una solución innovadora desde la ciencia y la tecnología, implementando un módulo de robótica a partir de la re-utilización de este material identificado.
- En cuanto al desarrollo y el trabajo con los estudiantes en el escenario rural, el proyecto se asimiló de manera positiva por parte de los estudiantes y se aceptó por parte de los directivos como una alternativa u opción para llevar a cabo las clases de tecnología e informática.
- La propuesta final del módulo quedará en la Universidad Pedagógica Nacional a disposición de los docentes encargados en el curso de robótica. Finalmente se puede afirmar que el trabajo llevado con disciplina en aspectos sencillos y prácticos, puede revelar cambios significativos a futuro y en varias personas; una revolución de pequeñas y significativas acciones.

Anexos

Respecto al desarrollo del proyecto de investigación, propuesto al colegio departamental La Pradera y a la Universidad Pedagógica Nacional, se obtuvieron las siguientes menciones:

- ❖ Un diploma por parte del programa ondas dando el reconociendo el grupo ROBOTE-WASTE por su destacada participación en la feria intermunicipal de ciencia, tecnología e innovación Cundinamarca 2014.

- ❖ Un video publicado en YouTube, hecho por estudiantes y profesores (titular y en formación), contando la propuesta innovadora y demostrando que si es posible transformar el futuro de las comunidades, por medio de esta propuesta el colegio también ganó una Videocámara Samsung NX1000 y una Laptop Samsung Ativ 9 Lite.

Índice de diagramas y cuestionarios

- a. Cuestionario sobre adquisición de material E-WASTE.----- pág. 28
 - b. Entrevista sobre la actividad del Ornitóptero.----- pág. 29
 - c. Cuestionario de proyectos.----- pág. 30
- Esquema (1). Etapas del desarrollo social y aprendizaje del joven.----- pág. 13
- Esquema (2). Modelo instruccional Dick y Carey.----- pág. 32
- Esquema (3). Contenido temático ciclo tercero de la institución educativa departamental la Pradera.----- pág. 36
- Esquema (4). Contenido temático ciclo cuarto de la institución educativa departamental la Pradera.----- pág. 37
- Esquema (5). Contenido temático ciclo quinto de la institución educativa departamental la Pradera.----- pág. 38

Bibliografía

- ABC., D. (s.f). *Energía potencial y cinética*. Obtenido de <http://www.definicionabc.com/tecnologia/energia-mecanica.php#ixzz3I9wcUt4v>
- Ana Johana Velosa Suarez, M. M. (2013). *Plan de área de tecnología e informática*. cundinamarca, subachoque.
- Andruseac, G., & Iacob, R. (2013). *Explorando el potencial del uso de la educación robótica como una herramienta eficaz para respaldar el aprendizaje colaborativo*. Iasi, Rumania: IEEE Conferencia Internacional sobre E-Salud y Bioingeniería.
- Andruseac, G., & Iacob, R. (2013). *Exploring the Potential of Using Educational Robotics as an Effective Tool to Support Collaborative Learning*. Iasi, Rumania: IEEE Conferencia Internacional sobre E-Salud y Bioingeniería.
- Arnaldo Héctor Odorico, F. L. (2001). *EDUCACIÓN EN ROBOTICA, UNA TECNOLOGÍA INTEGRADORA*. Buenos Aires, Argentina.
- Artinaid. ((2014)). *¿Qué es la electricidad?* Obtenido de <http://www.artinaid.com/2013/04/que-es-la-electricidad/>
- Atmatzidou, S., & Demetriadis, S. (2012). Evaluando el papel de los scripts de colaboración en las actividades de robótica Educativa. *Conferencia Internacional sobre Tecnologías Avanzadas de Aprendizaje* (págs. 298-301). Salónica, Grecia: IEEE.
- aulafacil.com. (2014). *Conversión de unidades*. Obtenido de <http://www.aulafacil.com/fisica-matematicas/curso/Lecc-14.htm>
- Automatica.mex.tl. (2014). *Guía n°4 robot seguidor de línea montaje y soldadura de componentes*. Obtenido de <http://automatica.mex.tl/imagesnew/5/0/1/4/2/SEGUIDOR%20DE%20LINEA%204.pdf>
- Basti Isabel Uitz Can, P. I. (6 de 11 de 2014). *Mal uso de la tecnología*. Obtenido de <http://issaypau.blogspot.com/p/mal-uso-de-la-tecnologiauna.html>
- BIENVENIDOS A CANDY_LUNA INFORMATICA*. (s.f.). Obtenido de Resolución de problemas: <http://candyluna.galeon.com/aficiones813505.html>
- Carlos Escalante, A. M. (1999). *la Investigación*. En A. M. Carlos Escalante, *SERIE: APRENDER A INVESTIGAR* (págs. 25-41). Bogotá : ARFO EDITORIALES LTDA.

- corriente, V. y. (s.f). *Voltaje y flujo de corriente*. Obtenido de Voltaje y flujo de corriente. (s.f).
Recuperado de http://www.natureduca.com/fis_elec_cvr05.php
- Daniel Ott, E. (2008). *Gestión de Residuos Electrónicos en Colombia, Diagnóstico de Computadores y Teléfonos*. Bogotá: EMPA, Materials Science & Technology.
- E.S.O., T. 1. (2014). *Cuaderno de ejercicios*. Obtenido de Máquinas y mecanismos:
<http://auladetecnologias.blogspot.com/p/tecnologias.html>
- EFE, A. (3 de 11 de 2014). *ONU: La basura electrónica es una bomba ecológica*. Obtenido de
http://www.ecoportal.net/Eco-Noticias/ONU_La_basura_electronica_es_una_bomba_ecologica
- Félix, É. (2014). *La sintaxis y el código*. Obtenido de
<http://www.periodismolinux.com/2012/10/24/sintaxis-y-codigo/>
- Ferez, P. e. (2006). Un acercamiento al trabajo colaborativo. *Revista iberoamericana de educacion*, 13.
- Gamez, M. (28 de 11 de 2013). *Niños y nuevas tecnologías: cómo hacer un buen uso*. Obtenido de
<Http://sierranortedigital.com/portada/2013/11/28/ninos-y-nuevas-tecnologiascomo-hacer-un-buen-uso/>
- gerencie.com. (2014). *Regla de tres*. Obtenido de <http://www.gerencie.com/la-regla-de-tres-como-herramienta-para-determinar-incognitas.html>
- Gonzales, S. M. (2011). Estudio sobre la utilidad de la robótica educativa desde la perspectiva docente. *Revista de Pedagogía*, 81-100.
- Gonzales, S. M. (2011). revista de pedagogia. *Estudio sobre la utilidad de la robotica educativa desde la perspectiva del docente*, 117.
- La importancia de educar a los niños para hacer un buen uso de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (tics)*. (6 de 11 de 2014). Obtenido de
<http://www.superpadres.com/blog/la-importancia-de-educar-a-los-ninos-para-hacer>
- labasura.com. (2014). *Basura electrónica*. Obtenido de
http://www.labasura.com.co/index.php?option=com_content&view=article&id=72&itemid=62
- Leòn, J. P. (2007). pensamiento sistémico: la clave para la creacion de futuros realmente deseados. *ELEGIR*, 9.
- linea, P. e. (2014). *Leyes de Newton*. Obtenido de *Leyes de Newton* (2014). Recuperado de
http://www.profesorenlinea.cl/fisica/Leyes_de_Newton.html

- línea, P. e. (2014). *Profesor en línea*. Obtenido de <http://www.profesorenlinea.cl/fisica/PalancasConcepto.htm>
- M., V. (10 de 05 de 2013). *Como hacer un ornitóptero o pájaro mecánico*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=Tw-b4Z79fuo>
- Madrero, M. C. (s.f.). *Robótica Educativa con Lego Mindstorms*.
- manuales, R. d. (s.f.). *Recomendaciones de seguridad para el uso de herramientas manuales*. Obtenido de <https://www.uji.es/bin/serveis/prev/docum/notas/ferrman.pdf>
- Mendoza P., E., González G., M. F., & Hernández M., J. E. (2001). *Curso fácil de electrónica básica*. Pereira: Cedit.
- Molano, B. S. (01 de 04 de 2004). Robots en la educación. (EDUTEKA, Entrevistador)
- Montoya, V. B. (6 de 11 de 2014). *El impacto tecnológico en la sociedad*. Obtenido de <http://cysespol1t2013.blogspot.com/2013/06/el-impacto-tecnologico-en-la-sociedad.html>
- Muerza, A. F. (9 de 10 de 2012). *Reciclar aparatos eléctricos y electrónicos, por qué y cómo hacerlo*. Obtenido de http://www.consumer.es/web/es/medio_ambiente/urbano/2012/09/10/212515.php
- Oscar sanchez, M. G. (2014). Malla curricular área de tecnología e informática Instituto Pedagógico Nacional. Bogotá.
- Pablo. (2014). *Tipo de sensores*. Obtenido de Pablo. (2014.) tipo de sensores. Recuperado de <http://10tipos.com/tipos-de-sensores/>
- Pedro Antonio Lopez ramirez, H. A. (2013). aprendizaje de y con robotica, algunas experiencias. *revista, EDUCACION*, 63.
- Platz, U. d.-I. (s.f.). *Step Solving the E-Waste Problem*. Obtenido de http://www.step-initiative.org/index.php/Initiative_WhatIsEwaste.html
- Quispe, A. (2008). *Fisica quimica*. Obtenido de Ley de ohm. : <http://www.slideshare.net/elprofetito/introduccion-ley-de-ohm-presentation>
- Ribeiro, C., Coutinho, C., & Costa, M. (2012). *Robótica Educativa como herramienta pedagógica para acercarse a las habilidades de resolución de problemas en Matemáticas Dentro de la educación primaria*. Braga, Portugal: CIED - Instituto de Educayao.
- Ribeiro, C., Coutinho, C., & Costa, M. (2012). *Robótica Educativa como herramienta pedagógica para acercarse a las habilidades de resolución de problemas en Matemáticas Dentro de la educación primaria*. Braga, Portugal: CIED - Instituto de Educayao.

Roberto Hernandez Sampieri, C. F. (2006). *Metodologia de la Investigacion*. Mexico: McGraw-Hill interamericana.

Roberto Hernandez Sampieri, C. H. (2006). *Metodología de Investigación*. Mexico D.F.: Mc Graw Hill.

Sandra Gonzalez, A. M. (2014). ENCUESTA. BOGOTÀ.

simulación, C. R.-S. (s.f.). V-REP.

Suarez, J. H. (2013). *propuesta de orientaciones para el diseño curricular del area de tecnologia e informatica*. Bogotá.

tuelectronica.es. (2014). *Uso básico del Multímetro*. Obtenido de <http://www.tuelectronica.es/tutoriales/herramientas/uso-basico-del-multimetro.html>

unicrom, E. (2014). *Como usar la Protoboard en electrónica*. Obtenido de http://www.unicrom.com/tut_protoboard.asp

Valadão, C., Freire Bastos, T., Bôrtole, M., Perim, V., Celino, D., Rodor, F., y otros. (2012). *Educational Robotics as a Learning Aid for Disabled Children*. Vitória, Brazil: Electrical Engineering Post-Graduation Program, Universidade Federal do Espírito Santo.

Valadão, C., Freire Bastos, T., Bôrtole, M., Perim, V., Celino, D., Rodor, F., y otros. (2012). *Robótica Educativa como una ayuda para el aprendizaje de personas con algun tipo de discapacidad*. Vitória, Brazil: Electrical Engineering Post-Graduation Program, Universidade Federal do Espírito Santo.

Valadão, C., Freire Bastos, T., Bôrtole, M., Perim, V., Celino, D., Rodor, F., y otros. (2012). *Robótica Educativa como una ayuda para el aprendizaje de personas con algun tipo de discapacidad*. Vitória, Brazil: Electrical Engineering Post-Graduation Program, Universidade Federal do Espírito Santo.

Varios. (10 de 10 de 2007). *Wikipedia. Enciclopedia Libre*. Obtenido de <http://es.wikipedia.org/wiki/Wikipedia:Portada>

vidas, B. y. (2014). *Isaac Newton*. . Obtenido de <http://www.biografiasyvidas.com/monografia/newton/>

Wikilibros. (24 de 6 de 2010). *Aprendizaje colaborativo*. Obtenido de http://es.wikibooks.org/wiki/Aprendizaje_colaborativo/Aprendizaje_colaborativo_y_cooperativo

wikipedia. (s.f.). *Diagramas de flujo*. Recuperado el 1 de 11 de 2014, de http://es.wikipedia.org/wiki/Diagrama_de_flujo

Yukavetsky, G. J. (2003). *LA ELABORACIÓN DE UN MÓDULO INSTRUCCIONAL*. universidad de puerto rico en humaco: Centro de competencias de la comunicación .