

Gerson Peralta Buitrago

**Robótica educativa
una estrategia en el desarrollo
de la creatividad y las capacidades
en educación en tecnología**



Instituto Latinoamericano de Altos Estudios



Robótica educativa:
Una estrategia en el desarrollo de
la creatividad y las capacidades
en educación en tecnología

Robótica educativa:
Una estrategia en el desarrollo de
la creatividad y las capacidades
en educación en tecnología

Gerson Stuar Peralta Buitrago

Queda prohibida la reproducción por cualquier medio físico o digital de toda o un aparte de esta obra sin permiso expreso del Instituto Latinoamericano de Altos Estudios –ILAE–.

Publicación sometida a evaluación de pares académicos (*Peer Review Double Blinded*).

Esta publicación está bajo la licencia Creative Commons
Reconocimiento - NoComercial - SinObraDerivada 3.0 Unported License.



ISBN 978-958-8492-99-5

© GERSON STUAR PERALTA BUITRAGO, 2015
© Instituto Latinoamericano de Altos Estudios –ILAE–, 2015
Derechos patrimoniales exclusivos de publicación y distribución de la obra
Cra. 18 # 39A-46, Teusquillo, Bogotá, Colombia
PBX: (571) 232-3705, FAX (571) 323 2181
www.ilae.edu.co

Diseño de carátula y composición: HAROLD RODRÍGUEZ ALBA
Edición electrónica: Editorial Milla Ltda. (571) 702 1144
editorialmilla@telmex.net.co

Editado en Colombia
Edited in Colombia

CONTENIDO

RESUMEN	9
CAPÍTULO PRIMERO	
INTRODUCCIÓN	11
I. Planteamiento del problema de investigación y su importancia	11
II. Formulación del problema	13
III. Objetivos de investigación	14
A. Objetivo general	14
B. Objetivos específicos	15
IV. Resultados y aportes	15
A. Justificación	15
CAPÍTULO SEGUNDO	
MARCO TEÓRICO	17
I. Antecedentes	17
II. Fines de la educación en tecnología	20
III. Características del currículo	21
A. Principios pedagógicos de la educación en tecnología	21
B. Definiciones robóticas y robóticas educativas	22
IV. Características de la educación en robótica educativa	23
V. Utilidad de la robótica en el proceso enseñanza aprendizaje	26
VI. El pensamiento lateral o divergente	34
VII. La esencia del pensamiento lateral: constructor de deconstrucciones	35
VIII. La utilidad del pensamiento lateral	37
IX. Lo que el contexto trae consigo: sujeciones y liberaciones en el pensamiento lateral	38
X. Un análisis al revés	40

CAPÍTULO TERCERO	
METODOLOGÍA	41
I. El diseño metodológico	41
II. La población	42
III. Ubicación geográfica	42
IV. Configuración Institucional	42
V. La muestra 44	
VI. Los instrumentos	45
CAPÍTULO CUARTO	
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	47
I. Matriz de observación	47
II. Consolidado de la encuesta aplicada a estudiantes	55
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	71
BIBLIOGRAFÍA	75
ANEXOS	77

RESUMEN

La presente investigación permitió reconocer la posibilidad de articulación entre la robótica educativa con el desarrollo de las habilidades de pensamiento y la creatividad. Lo anterior mediado por dispositivos como Lego y un buen número de materiales a los cuales se tiene acceso en la clase de tecnología. De la misma forma, el identificar el pensar como una forma de resolución de problemas, permite concretar desde la modelación, la simulación y la creación de diversos prototipos, la conjugación de elementos que se relacionan para la resolución de problemas reales en los contextos de los estudiantes.

Es así como las habilidades de pensamiento y la creatividad se pone en juego para el desarrollo integral desde las clases de tecnología. Al igual, el ejercicio permanente de manipulación de materiales por parte de los estudiantes, así como la posibilidad de discusión en el trabajo en equipo se convierte en elementos para el desarrollo de habilidades comunicativas, de participación, de autonomía y liderazgo, que aunque no son objeto del trabajo de investigación se configuran como un plus del mismo.

El objetivo del trabajo el cual pretende reconocer la relación entre el programa de robótica, las habilidades de pensamiento y la creatividad se logra cuando los estudiantes exponen sus intereses, limitaciones, necesidades, a partir de sus diversas elaboraciones. Al igual, la elaboración de los modelos, simulaciones y prototipos se convierte en una forma para capturar la motivación y la solución de problemas que los estudiantes conectan de manera sencilla a su cotidiano más cercano.

CAPÍTULO PRIMERO

INTRODUCCIÓN

I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN Y SU IMPORTANCIA

En la tesis de maestría de la escuela de postgrado de la Universidad Cesar Vallejo de Lima Perú, JOEL CRUZ en su trabajo *Aplicación de la robótica educativa como estrategia en el desarrollo de las capacidades en el área de EPT con estudiantes de 7.º grado de la IE 3711* (CRUZ CASAPAICO, 2011) analiza el desarrollo de habilidades en el área de tecnología, empleando como punto de partida el material *Legó Mindstorms NTX 2.0, Legó WeDo, Tetrrix, Ni MyDaq*. Éste hace énfasis en la participación de competencias nacionales y propende a una de nivel internacional en torneos como la WRO (Olimpiada Mundial de Robots) y el First Legó League –FLL–.

En este trabajo se puede apreciar como objeto central de aprendizaje el uso del material didáctico de *Legó*, la programación bajo el entorno *Robolab* desarrollado por esta empresa. De igual manera, se analiza cómo este material ayuda en el desarrollo de habilidades en tecnología. En el documento *Uso de la robótica educativa como herramienta en los procesos de enseñanza* (PINTO, 2010) muestra las ventajas de uso de la robótica en el aula a partir del diseño de robots, en este caso *Amibot* con ayuda del *Legó Midstorms NTX*. Esta propuesta se aplicó en un grupo de niños de preescolar y, a través de ella, se ayudó a construir diferentes conceptos y reforzar otros ya aprendidos, entre ellos: los números, contar, los colores etc. Nuevamente, los kits son el objeto central para ayudar al aprendizaje. En el IV Congreso Mundial Estilos de Aprendizaje en México del año 2010 y en su tesis doctoral SÁNCHEZ (2011) muestra cómo a través de una propuesta de educación en robótica se pueden desarrollar diferentes habilidades y capacidades en niños de diferentes

grados, enunciando los elementos necesarios para diseñar e implementar una propuesta apoyada en el uso de material didáctico Lego. En la Universidad Pontificia Javeriana de Colombia, los estudiantes BOLÍVAR, LÓPEZ, ORTIZ y RAMÍREZ (2010), en su tesis de maestría, muestran cómo por medio del uso del material del Lego se puede ayudar a solucionar problemas de todo tipo, en este caso, aquellos de índole matemático. En otros casos, se ha hecho énfasis en el diseño de material didáctico, en el diseño de un *software* especializado para la enseñanza de la robótica o la implementación de un lenguaje de programación.

En el trabajo de VALERA (2010), se señala que existen muchos lenguajes de programación, ya que muchas veces cada empresa o institución crean un lenguaje propio –por eso no existe universalidad–. Los lenguajes están limitados a aplicaciones específicas, los lenguajes de programación para robots muchos son inadecuados o poco efectivos. En la tesis de maestría en educación de la Universidad de los Andes, CASTAÑEDA (2007) explora los efectos en el aprendizaje en programación de computadores en alumnos universitarios, integrándolo a través del aprendizaje colaborativo y la resolución de problemas.

En diferentes países, la robótica educativa juega un papel primordial en la escuela y nuestro país no es la excepción. En diferentes establecimientos educativos, la robótica hace parte del plan de estudios y las aulas de tecnología cuentan con kits educativos como *Lego Midstorms* que brindan un acercamiento a la construcción de robots móviles. En otros colegios, en los espacios de aprendizaje de tecnología se diseña material didáctico para permitir una mirada a las formas de producción actuales en el mundo. Estas dos herramientas independientemente y además de brindar múltiples posibilidades de aprendizaje de las ciencias y la tecnología, ayudan a construir diferentes conceptos y a desarrollar diferentes habilidades en los jóvenes de nuestro país. Se espera que la robótica educativa sea un primer acercamiento al diseño, a la construcción, a la programación y a la puesta en marcha de proyectos interdisciplinarios.

Lamentablemente, los resultados de los trabajos con los kits educativos y el diseño o la implementación mediante la construcción con material diverso, se han analizado por aparte y se ha empleado la robótica educativa como un instrumento para construir o desarrollar diversas habilidades diferentes a las tecnológicas o como un termómetro en el aprendizaje de conceptos y/o el desarrollo de habilidades de las dife-

rentes áreas del conocimiento, dejando de alguna manera el vínculo entre robótica educativa y desarrollo de pensamiento. Es por eso que se hace necesario articular la robótica educativa con el desarrollo de habilidades de pensamiento y la creatividad desde el área de tecnología.

II. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Se busca a través de este trabajo, vincular elementos de aprendizaje de la robótica en el aula, lo cual sugiere una potente herramienta de aprendizaje como lo es el material educativo de Lego para iniciar, de una manera sencilla, el abordaje de los principios de la mecánica y la robótica. Otro elemento es la fuerte relación entre la robótica educativa y el desarrollo de la creatividad, además de algunas habilidades de pensamiento las cuales se articulan con: la solución de problemas, el manejo de diferentes materiales, entre ellos material reutilizable, el manejo de herramientas, el uso de circuitos integrados, la búsqueda y administración de recursos, entre otros. Lo anterior no pretende tener un único enfoque de la robótica, sino, por el contrario, busca que se encuentre un interés en el interior de los diferentes grupos, ya que en ellos contamos con intereses múltiples y con gustos y apreciaciones diversas así como reconocer el desarrollo de habilidades en el estudiante.

Con los elementos anteriores surgen diversas preguntas:

- ¿De qué forma puede ser la robótica educativa una estrategia asertiva en el desarrollo de habilidades en educación en tecnología para estudiantes de ciclo 5 en la localidad 19 de Bogotá?
- ¿Por qué es necesario implementar una estrategia de aprendizaje en robótica educativa en una institución educativa para estudiantes de ciclo 5?
- ¿Es pertinente diseñar e implementar una propuesta en robótica educativa en una institución educativa para estudiantes de ciclo 5, empleando el material didáctico de Lego y el uso de otros materiales para la construcción y programación de robots educativos?

- ¿Qué elementos epistemológicos y pedagógicos se deben tener en cuenta para diseñar e implementar una propuesta de robótica pedagógica en una institución educativa para estudiantes de ciclo 5?
- ¿Qué elementos se deben tener en cuenta para diseñar e implementar un ambiente de aprendizaje en robótica educativa en una institución educativa para estudiantes de ciclo 5?
-
- ¿Las experiencias en ambientes de aprendizaje en robótica educativa contribuyen al desarrollo eficaz de la creatividad y pensamiento en estudiantes de ciclo 5?
-
- ¿Qué estrategia metodológica es la más asertiva para implementar una propuesta de robótica educativa en una institución educativa para estudiantes de ciclo 5?
-
- ¿Cuáles son los fundamentos teóricos y metodológicos para desarrollar una propuesta de robótica educativa para estudiantes de ciclo 5 en una institución educativa en Bogotá?

Pregunta problema

¿De qué forma se relaciona la robótica educativa con el desarrollo de habilidades de pensamiento así como la creatividad mediada por dispositivos como el material didáctico Lego, desde el área de tecnología?

III. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

A. Objetivo general

Caracterizar la relación de un programa de robótica educativa en el desarrollo de habilidades de pensamiento y creatividad desde el diseño de proyectos y el desarrollo de los mismos en el área de educación en tecnología en estudiantes de ciclo 5 en Bogotá.

B. Objetivos específicos

- Describir la influencia del desarrollo de una estrategia en robótica educativa en una institución educativa empleando material educativo como Lego y, al mismo tiempo, el uso de otros materiales alternativos para el desarrollo de capacidades en tecnología en estudiantes de ciclo 5.
- Describir los fundamentos teóricos y metodológicos para desarrollar una propuesta de robótica educativa para estudiantes de ciclo 5 en una institución educativa de Bogotá.
- Analizar la pertinencia del desarrollo de una estrategia en robótica educativa en una institución educativa en Bogotá.

IV. RESULTADOS Y APORTES

A. Justificación

Debido a los cambios tecnológicos en la realización de diferentes procesos y las formas en el manejo y transmisión de la información, diferentes sectores se han visto abocados por implementar cambios sustanciales en la forma de realizar dichos procesos, además del manejo de la información. El campo educativo no es ajeno a estos cambios, sin olvidar que su impacto es de carácter social (GONZÁLEZ, JIMÉNEZ y RAMÍREZ, 2010). Nuestro país dedica grandes esfuerzos a la producción agrícola, a extraer diferentes materiales y materias primas tanto para la industria nacional como para exportar a diferentes rincones del mundo. Esta inversión en lo anterior deja muy pocos recursos y tiempo a la innovación tecnológica y científica (GONZÁLEZ *et al.*, 2010).

En el mundo, los conocimientos varían y se validan en diferentes campos, quedando relegados a los movimientos y cambios tecnológicos en el continente y en el mundo. Nos encontramos en una era digital, en una era del manejo de la información y el uso de los instrumentos tecnológicos (ORTIZ y RÍOS, 2012), donde el manejo de las TIC, el manejo de la información y la capacidad que se posea para adaptarse a las nuevas formas de producción, nos permiten competir en diferentes campos, ya sea para optar por un trabajo o en el ingreso a la formación y la educación en diferentes niveles. Diversos autores como RUIZ

(2007), RUSK (2010) y PAPERT (1980), entre otros, mencionan las ventajas y bondades de la implementación de programas y las ayudas de la robótica para acercar a las nuevas generaciones a estas exigencias, fomentando el desarrollo de la creatividad y el manejo de las competencias en tecnología como el trabajo en equipo, el planteamiento y solución de problemas, etcétera.

En nuestro país se han implementado diferentes aulas de tecnología desde comienzos de la década anterior, siendo los primeros beneficiados los colegios de concesión y desde allí, se implementan en la mayoría de las instituciones educativas distritales, donde se ha trabajado con *Lego RCX* antes del 2011 y se han entregado diferentes aulas con *Lego WeDo* y *Lego NXT* en al menos seis colegios distritales de la capital (el Colegio Cundinamarca IED cuenta con *Lego RCX*, módulos *Arduino* y algunos componentes de *Picaxe* para iniciar las prácticas en robótica).

En el aspecto pedagógico, se busca, a través de la robótica educativa, fomentar el desarrollo de la creatividad y las habilidades en tecnología y que ésta, a la vez, sirva como una herramienta en la dinámica del aprendizaje significativo, el trabajo en equipo, la solución de problemas y el manejo de lenguajes diversos de programación. Con la participación de estos talleres, se busca que los participantes empleen no solamente la robótica para aprender y reforzar conceptos, sino también que el trabajo en estos talleres aporten a su proyecto de vida.

En el ámbito metodológico se espera que, por medio de la robótica educativa, se generen espacios de construcción colectiva, a través de diferentes estrategias metodológicas, espacios dinámicos basados en las ideas previas o preconceptos y que sean significativos para los participantes.

Se quiere que con el análisis de los resultados, la institución y el Estado permitan invertir más en la implementación de un espacio de aprendizaje en robótica educativa, con la adquisición de kits *Lego NXT*, *Lego WeDo*, *Lego Ev3*, *Arduino*, etc., y diferentes tipos de maquinaria empleada en la construcción de modelos y prototipos en el anterior campo.

Este trabajo pretende brindar una mirada a la forma en que podemos realizar el mencionado acercamiento, el desarrollo de la creatividad y las competencias en tecnología a través de la implementación del trabajo en robótica, exponiendo un apoderamiento de las formas de producción y manejo que a nivel industrial se está dando a la realización de diferentes procesos. Este acercamiento brindará una mirada holística al mundo tecnológico.

CAPÍTULO SEGUNDO

MARCO TEÓRICO

I. ANTECEDENTES

En Colombia se han realizado estudios sobre la importancia de la robótica educativa en la construcción y el refuerzo de conceptos de diferentes áreas del conocimiento, el impacto del diseño de material didáctico en la enseñanza de la robótica y el manejo de diferentes kit de aprendizaje como *Lego Mindstorms*.

En la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia –UPTC–, en julio de 2010, en la tesis de grado: *Uso de la robótica educativa como Herramienta en los Procesos de Enseñanza* (PINTO, 2010) analizó cómo la robótica educativa ayuda en la integración de conocimientos en diferentes áreas como: la interacción con los robots favorece los procesos cognitivos, la implementación de un robot móvil construido con el kit *Lego Mindstorms NXT*, el cual es empleado como apoyo en los procesos enseñanza-aprendizaje en los niveles de preescolar y primaria en tres instituciones del departamento de Boyacá, mostrando, además, la importancia de los ambientes de aprendizaje apoyados en la robótica educativa como una propuesta educativa para cumplir con las exigencias actuales de la sociedad tanto en el país como en el mundo. Los resultados muestran las ventajas de los ambientes de enseñanza a partir de la robótica educativa, es decir, una nueva alternativa para la enseñanza tanto disciplinar como interdisciplinar en los primeros años de formación; de ahí la importancia de la formación de los docentes en robótica educativa, la implementación de nuevas y novedosas estrategias didácticas en el aprendizaje.

En la Universidad de los Andes, en la tesis de maestría *Implementación de estrategias de robótica pedagógica en las instituciones educativas* (SÁNCHEZ, 2001) expone cómo los ambientes de aprendizaje apoyados

de la robótica educativa basados fundamentalmente en la actividad de los estudiantes en el planteamiento y la resolución de problemas, en el diseño y construcción de robots, permiten el desarrollo de diversos aprendizajes, la solución de problemas, el trabajo en equipo, donde estos ambientes innovadores permiten sumergir a los estudiantes en el mundo del diseño y la programación de diferentes objetos. Al mismo tiempo, y a través de la simulación y la construcción de mecanismos de sus prototipos, adquieren diferentes conocimientos en áreas como la electricidad, la electrónica, la mecánica, programación informática, etc. Estos ambientes interdisciplinarios les permiten desarrollar diferentes habilidades propias de la tecnología: trabajo en equipo, solución de problemas, desarrollan un pensamiento crítico, desarrollar nuevas habilidades y construir diferentes conceptos. Es así como se sugiere el uso de la replantear e innovar las prácticas pedagógicas, el uso de la robótica educativa en el manejo de la tecnología de punta en los espacios académicos en diferentes niveles de aprendizaje.

En la Universidad del Valle un grupo de investigación en robótica y mecatrónica (MUÑOZ y LONDOÑO, 2006) diseñan un robot móvil para la enseñanza y la investigación en ambientes reales, donde se busca realizar un sistema de enseñanza de bajo costo que permita acercar a los estudiantes a situaciones reales en el ámbito robótico. De igual manera, se propende a desarrollar habilidades en el diseño y manejo de software encaminado al control de un robot móvil. Además, mencionan la necesidad de implementar este proyecto, debido a que resultaría inalcanzable al realizarlo con partes o componentes importadas, por ello recurren a su ingenio y recursividad para construirlo a través de lo que tenemos a nuestro alcance.

En la Universidad Pedagógica de Colombia, un estudiante de la Licenciatura en electrónica y dos estudiantes de la Universidad de San Buenaventura de la misma ciudad, realizaron un proyecto llamado: *Experiencias pedagógicas alrededor de la gestión de proyectos en robótica para el aprendizaje significativo en ciencia y tecnología* (QUIROGA y PARRA, 2010), donde se pretende, a experiencias significativas, acercar a los alumnos de primaria al mundo de la robótica, empleando diversos materiales de fácil adquisición. Incluso, organizan un grupo interdisciplinario –siendo todos licenciados en electrónica de la Universidad Pedagógica Nacional– y cada uno con diferentes tipos de formación en electricidad, electrónica, mecánica, mecatrónica y robótica. Se vincu-

lan al equipo de trabajo PedRo (Pedagogía de la Robótica) y en diferentes colegios ponen en marcha talleres de formación en robótica *beam*, robótica móvil y se proponen construir una plataforma bípeda para la enseñanza interdisciplinaria tanto de la robótica como las matemáticas, la física, etc. Ellos realizan su trabajo a través de la participación en competencias, concursos y olimpiadas en robótica (*beam* y móvil), descomponiendo todos los elementos que hacen parte de un robot, vinculando conceptos de las diversas áreas de pensamiento inmersa en este trabajo. Con el desarrollo de los proyectos permiten comprender las competencias propias de la tecnología como el trabajo en equipo, la solución de problemas, etc., este trabajo ha sido reconocido tanto en la universidad como el “tecnoparque” empresarial del SENA. Evidenciaron la importancia del trabajo interdisciplinar para la solución de una propuesta de trabajo en robótica educativa, como los conocimientos e ideas previas permiten, mediante un aprendizaje significativo, la motivación y el alcance de diferentes tipos de logros tanto académicos como personales y sociales.

En la ciudad de Chihuahua, México, se implementó un laboratorio móvil tecno-educativo, para desarrollar cursos de robótica de bajo costo para la alfabetización científica y tecnológica (ORTÍZ, RÍOS y BUSTOS, 2012). Allí se demuestra cómo a través del uso de un ambiente rico en recursos de bajo costo, se desarrollan diferentes tipos de robots para el aprendizaje, partiendo de una tecnología sencilla, fácil de construir y comprender, pero, de igual forma, se necesita el desarrollo de diferentes habilidades tanto para la construcción como la programación. Estos ambientes de aprendizaje basados en la tecnología *beam*, según mencionan los autores, facilita tanto a maestros como alumnos el aprendizaje y la enseñanza de ciencias afines de la ingeniería como el diseño, la electricidad, electrónica, mecánica, programación, etc., enfocadas a la robótica, desarrollando a la vez habilidades en el manejo de herramientas e instrumentos propios de la tecnología como habilidades comunicativas y de transmisión de ideas.

De igual forma, se hace mención en el trabajo de GIL, JARA, FUENTES, CANDELAS y TORRES (2012), de la Universidad de Alicante, sobre las experiencias a nivel universitario de varios docentes que implementan diferentes plataformas tanto las diseñadas por ellos mismos, como aquellas de libre distribución y código abierto. Se busca a través de este trabajo mostrar la efectividad de implementar plataformas virtua-

les en el diseño, construcción y programación de robots de bajo coste en diferentes cursos universitarios sobre robótica; con ello, se logra que los alumnos se apropien de los conceptos como las habilidades necesarias para construir y poner en marcha un robot sin invertir grandes cantidades de dinero.

II. FINES DE LA EDUCACIÓN EN TECNOLOGÍA

De acuerdo con la *Guía 30*, el Ministerio de Educación Nacional, se sugieren las orientaciones generales que debe tener el área de tecnología debido a que es un área muy extensa y que abarca diferentes campos de aplicación, entre ellos la electricidad, la electrónica, el diseño, la mecánica, la administración, la gestión empresarial, etc. Además, dependiendo del contexto, su enfoque varía. Por este motivo, el Ministerio propone unos elementos en común para que sean abordados desde la escuela y que no pierda el sentido de este campo de pensamiento.

La *Guía 30* recibe el nombre de: *Ser competente en tecnología ¡una necesidad para el desarrollo! Orientaciones generales para la educación en tecnología*. Ser una persona competente y que se adapte a los formas de producción contemporáneas es lo que busca la educación en tecnología, más que brindar una serie de contenidos o alcanzar una serie de metas en particular, la educación en tecnología debe brindar la oportunidad de desarrollar diferentes potencialidades en cada uno de los estudiantes. Dice la *Guía 30* en el apartado “Alfabetización en tecnología” lo siguiente:

Mantener e incrementar el interés de los estudiantes. Por ello es indispensable generar flexibilidad y creatividad en su enseñanza, a lo largo de todos los niveles educativos. Se sugiere trabajar la motivación y el estímulo de la curiosidad científica y tecnológica, para mostrar su pertinencia en la realidad local y su contribución a la satisfacción de las necesidades básicas.

En el mismo apartado, describe el por qué se habla de alfabetización y de la alfabetización como un derecho de todo ser humano, mencionando que de la misma forma como leer escribir y realizar las operaciones básicas en matemáticas, la alfabetización en tecnología “Implica también entender, reflexionar y desarrollar competencias para la com-

prensión y la solución de problemas de la vida cotidiana, donde se busca comprender y utilizar (adecuadamente) los conocimientos propios de estos campos (ciencias, matemáticas, español, tecnología)”.

Al igual que toda persona necesita leer, realizar operaciones básicas, comprender diferentes fenómenos básicos en ciencias, es necesario que posea las herramientas básicas para poder emplear los diferentes elementos producto de los avances científicos y tecnológicos y, de igual forma, que pueda proponer solución a las dificultades que se le presenten a diario en su entorno, “en otras palabras, y con el propósito de reiterar su relevancia en la educación, el desarrollo de las actitudes científicas y tecnológicas tiene que ver con las habilidades que son necesarias para enfrentarse a un ambiente que cambia rápidamente y que son útiles para resolver problemas”. La ciencia y la tecnología también buscan formar ciudadanos críticos y que velen por el cuidado y preservación del medio ambiente, dejando a un lado el individualismo y la falta de conciencia ciudadana, los productos de la tecnología deben velar por el cuidado de los recursos naturales que no generen impactos a corto o largo plazo, donde el cuidado por la naturaleza prevalezca a los intereses económicos, políticos e individuales. Se debe educar para el cuidado del medio ambiente.

Otro elemento importante en educación en tecnología menciona “tener en cuenta que la alfabetización en tecnología comprende tres dimensiones interdependientes: el conocimiento, las formas de pensar y la capacidad para actuar” (*Guía 30*, 2010).

III. CARACTERÍSTICAS DEL CURRÍCULO

A. Principios pedagógicos de la educación en tecnología

La robótica educativa se puede definir como el primer acercamiento que realizamos desde la escuela a la forma en que se enseña y se aprende a controlar, programar y/o construir un sistema robótico. Lo anterior se logra ya sea por medio de kits comercializados para este fin o el diseño y programación también de un sistema autónomo, sin olvidar todo lo que esto implica como el trabajo colaborativo, la toma de decisiones, la resolución de problemas, el manejo de programas, de herramientas etc. “creando ambientes propicios para el apoyo y desarrollo de habilidades productivas, creativas, digitales y comunicativas; y se

convierte en un motor para la innovación cuando se producen cambios en las personas, en las ideas y actitudes, en las relaciones, modos de actuar y pensar de los estudiantes y educadores” (MORENO, MUÑOZ, SERRACÍN, QUINTERO, PÍTTI y QUIEL, 2012).

B. Definiciones robóticas y robóticas educativas

La robótica educativa tiene sus orígenes a principios de los años 80 (MORENO *et al.*, 2012) en el laboratorio del Instituto Tecnológico de Massachusetts –MIT–, en donde se desarrolló un lenguaje de programación enfocado a enseñar a los niños al cual llamaron *Lego*. El desarrollo de este lenguaje es el fruto de las investigaciones de S. PAPERT, que desde el MIT y con la ayuda de un equipo interdisciplinario en 1967, desarrolla un lenguaje dinámico, fácil de comprender y aprender y que permite apropiarse de los elementos básicos de programación. Papert menciona en su libro *Mindstorms, niños, computadores, e ideas de gran alcance* la importancia del trabajo significativo en la construcción y comprensión de nuevos conocimientos. Cabe mencionar que para él fue de vital importancia el conocer y manipular diferentes partes de un automóvil y luego cómo pudo relacionar estos conocimientos con operaciones matemáticas y conceptos de ciencia y física (SEYMOUR, 1980), de ahí que él define esto como “construccionismo” derivado del constructivismo de PIAGET, donde prima la relación estrecha entre el hacer y el comprender. De este modo, se puede decir que no hay cosas para niños, sino se debe pensar como un niño que puede comprender algo tan diferente para él desde la manipulación de objetos simples, de ahí su desarrollo de lenguajes de programación de fácil comprensión en su trabajo con el MIT y luego el desarrollo con *Lego* y sus productos educativos en robótica llamados *Mindstorms* en honor a su libro. La robótica educativa no es algo nuevo en el mundo, la robótica en educación se ha venido practicando en diferentes países como Asia, Europa, América y África (MORENO *et al.*, 2012), lo que genera a nivel mundial que la robótica se implemente dentro y fuera de la escuela, haciendo parte de las propuestas curriculares de diferentes partes del mundo. Se evidencia en diversos trabajos y estudios que la robótica educativa permite transformar la enseñanza de áreas tradicionales como la matemática, la física, la informática, las ciencias, etc., como lo mencionan MORENO *et al.* (2012). *La robótica educativa, una herramienta para la*

enseñanza-aprendizaje de las ciencias y la tecnología. Ellos muestran como a través de la R. E. (robótica educativa) se hace más atractiva la enseñanza y el aprendizaje de diferentes áreas, ya que se desarrollan ambientes propicios para la integración de variados conocimientos, recreando problemas del entorno o necesidades de la comunidad, acercando y motivando a los alumnos en la formación profesional en áreas afines de la ciencia y la tecnología.

La Fundación Omar Dengo define a la robótica educativa “un contexto de aprendizaje que se apoya en las tecnologías digitales e involucra a quienes participan, en el diseño y construcción de creaciones propias, primero mentales y luego físicas, construidas con diferentes materiales y controladas por un computador” (Fundación Omar Dengo, 2013). Para RUIZ (2007), la robótica educativa es “una disciplina que permite concebir, diseñar y desarrollar robots educativos para que los estudiante se inicien desde muy jóvenes en el estudio de las ciencias y la tecnología”. La robótica educativa nace como una necesidad de implementar en las escuelas debido al auge tecnológico en los medios y formas de producción, se evidencia que es primordial para las nuevas generaciones conocer y manipular estas nuevas tecnologías, interactuar con ellas para conocerlas a fondo y poder manejarlas, enseñarlas y porque no proponer nuevas aplicaciones (MORENO *et al.*, 2012).

IV. CARACTERÍSTICAS DE LA EDUCACIÓN EN ROBÓTICA EDUCATIVA

La robótica educativa posee unas características propias que se evidencian en diferentes propuestas educativas, haciendo de ésta un área interdisciplinar que aborda el conocimiento y las problemáticas desde lo lúdico hasta las ciencias puras de una manera dinámica y fácil de comprender, debido a que su abordaje parte desde las ideas previas y preconceptos hasta las sustentación teórica de un fenómeno o evento que suceda. La robótica educativa nos permite establecer lazos de unión entre las diferentes áreas del conocimiento, comprender, comprobar leyes y teorías que muchas veces no pasan del tablero. Para la Fundación Omar Dengo “la robótica educativa une lo lúdico con lo interdisciplinario, logrando que los estudiantes comprendan contenidos curriculares al verlos materializados en proyectos que implican diseño, investigación, construcción y control de mecanismos”. Otra caracterís-

tica de la robótica educativa es la construcción individual que desarrolla cada estudiante para apropiarse de un conocimiento. PAPER define al construccionismo en la enseñanza en robótica (PAPPER, 2013). Se hace énfasis en el papel del estudiante en su proceso, ya que éste tendrá que involucrarse de manera significativa para poder proponer, diseñar, construir y programar un robot; constatar que en verdad realice la función para la cual fue construido, evaluar su trabajo su diseño y construcción, realizar un trabajo colaborativo y tener la capacidad de aceptar y mencionar críticas constructivas sobre su trabajo y le de los demás (BARRANCO, 2012). De igual forma, el docente debe involucrarse en la capacitación, actualización constante, en vencer los miedos a lo desconocido, la investigación de nuevas formas, materiales, recursos, etc.; realizar un trabajo conjunto con los diferentes campos de pensamiento, dejar de ser islas de conocimiento para abordar los retos de la educación en tecnología desde la academia y no desde una sola disciplina, nunca olvidarse del contexto, de las necesidades de sus alumnos, de los intereses particulares de cada grupo (BARRANCO, 2012).

La *Guía 30* del Ministerio de Educación Nacional (MEN y ASCOFADES, 2008) establece que “como actividad humana, la tecnología busca resolver problemas y satisfacer necesidades individuales y sociales, transformando el entorno y la naturaleza mediante la utilización racional, crítica y creativa de recursos y conocimientos”. En el mismo documento, se presentan aspectos importantes que enmarcan la tecnología, aclarando que la tecnología va más allá de la construcción de instrumentos y aparatos sofisticados; es decir, no se debe siempre asociar con computadores, *software*, reproductores de audio y video, videojuegos, telecomunicaciones, etc. La tecnología se caracteriza por buscar la solución a problemas o necesidades de nuestro entorno como ya se ha mencionado y, al igual que las ciencias puras, posee un método que inicia con el diseño, la selección de recursos, la construcción, la identificación de fallas y montaje final. Pero cabe aclarar que no todo lo tangible es tecnológico. También la organización y mejoras en los procesos, el *software*, involucrando a las personas, la infraestructura, los procesos requeridos para el diseño, la construcción, pruebas, manejo, identificación, detección y reparación de fallas entre otras. La tecnología involucra los artefactos, los procesos y los sistemas. La *Guía 30*, a pesar de no definir los contenidos específicos en tecnología, brinda los aspectos primordiales de la educación en tecnología, señalando el sentido y la coherencia de

las competencias en esta área y su interrelación con otras áreas del conocimiento, aclara las diferencias entre técnica y tecnología y su relación, donde la técnica es el saber hacer o la habilidad para el manejo de las herramientas e instrumentos propios de un arte u oficio, porque el arte también es para el MEN una técnica. La tecnología va más allá, ya que involucra el conocimiento, respondiendo al saber hacer y da cuentas del por qué, estando más cercana de la ciencia.

La ciencia y la tecnología se diferencian de su propósito, ya que la ciencia busca comprender el mundo que nos rodea, desmarañar todo acerca de un objeto de aprendizaje, llámese hombre, medio ambiente, el cosmos, las matemáticas etc. La tecnología, por su parte, trata de transformar sin generar efectos secundarios al entorno para hacer más sencilla la vida del hombre y satisfacer todas sus necesidades. Entre ciencia y tecnología existe una responsabilidad y compromisos compartidos, ya que la tecnología busca solucionar problemas o necesidades, la ciencia a través de sus estudios brinda elementos o herramientas que permiten a la primera encontrar una mejor respuesta, ya que la innovación y descubrimiento hacen también parte de la tecnología, la responsabilidad de la ciencia es encontrar en muchos casos elementos o componentes que no generen impacto en el medio ambiente, por su parte la tecnología debe permitir que los instrumentos que se desarrollan no sean totalmente descartables, también se deben adaptar a los cambios y a las mejoras, brindando soluciones reales de bajo impacto ambiental. Cuando hablamos de tecnología hacemos referencia a muchos componentes tanto conceptuales como epistemológicos. Hablamos de las formas y medios de producción y el desarrollo de artefactos e instrumentos que nos van a permitir realizar en una forma más rápida y segura un trabajo o una acción y, en muchas ocasiones, más precisa. Allí, la robótica juega un papel importante: cuando queremos realizar un proceso como la soldadura de un circuito integrado con un tamaño reducido, un ser humano invertiría mucho tiempo y esfuerzo para poder realizar esta tarea, una máquina programada lo haría en menos de la mitad del tiempo con una exactitud insuperable, o donde la vida del hombre este en juego, una máquina reemplazaría al actor principal y se protegería la integridad del ser.

Ahora, la escuela debe fomentar ese interés por acercarnos a estas formas de producción. Menciona AGUSTÍN (2011) en el documento sobre el IV Congreso de Estilos de Aprendizaje en México que no sola-

mente el alumno debe estar interesado por acercarse a estas formas de aprendizaje. El docente debe realizar un primer acercamiento para conocer y descifrar las ventajas de la robótica en el aula, perder el miedo al manejo y control de estos elementos. También sugiere que la metodología empleada en la robótica educativa debe ser colaborativa más que cooperativa, debido a que la primera se relaciona con el trabajo en grupo, y no todo trabajo en grupo es trabajo cooperativo, pues se ignora la responsabilidad individual donde muchos se alejan de contribuir a la construcción colectiva y se evidencia que la gran mayoría del trabajo recae en una sola persona o habrán estudiantes que realizan la mayoría del trabajo, muestran mayor interés por cumplir las metas. La contraparte se da cuando otros hacen poco o nada, recibiendo el reconocimiento pero sin apropiarse de los conocimientos que se buscaban construir. Esto no se debe a la metodología en sí. Por el contrario, se debe al mismo alumno, joven que carece de una responsabilidad frente a sus compromisos, y de igual forma carece de igualdad en la participación.

Son muchas las ventajas que brinda el aprendizaje en tecnología a partir de la robótica educativa. Además de desarrollar habilidades en esta área, fomenta el trabajo en equipo, la identificación y resolución de problemas, el manejo de herramientas e instrumentos propios de esta disciplina, la robótica fomenta el desarrollo de la creatividad (BARRANCO, 2012) y otros elementos, formando no solo un aprendizaje técnico en los procesos de desarrollo de proyectos en robótica, diseño, construcción, programación, en fin en todo el camino que se recorre en la puesta en marcha de un sistema autónomo, sino que se evidencian otros tipos de cambios, por ejemplo, en el desarrollo personal, en el aumento de la responsabilidad, la seguridad, el liderazgo, la autoestima, y en concretar metas propuestas por el alumno o por el grupo (BARRANCO, 2012).

V. UTILIDAD DE LA ROBÓTICA EN EL PROCESO ENSEÑANZA APRENDIZAJE

Se ha mencionado la importancia de la robótica educativa en la construcción y apropiación de conceptos de diversas áreas del pensamiento. El desarrollo de habilidades propias en tecnología como el trabajo en equipo, el trabajo colaborativo y, en algunos casos, cooperativo. En todo el proceso de puesta en marcha de un robot a partir de una idea

central, se ven reflejados muchos elementos y componentes, donde es necesario diseñar y preparar un ambiente adecuado para la enseñanza de la robótica. Un ambiente rico en herramientas que permitan el acercamiento a la física, las matemáticas, la tecnología, la programación (MORENO *et al.*, 2012). Además, señalan diferentes enfoques que puede tomar los procesos de enseñanza-aprendizaje en educación en robótica, ya sea como objeto de aprendizaje, como medio de aprendizaje, o como apoyo de al aprendizaje. En los dos primeros enfoques, los contenidos se centran en la construcción y programación de robots, mientras que en tercer enfoque, el robot es empleado como una herramienta que permite y favorece el acercamiento los contenidos del currículo, es decir, es empleado como instrumento mediador del aprendizaje “ya que sus propias características facilitan el aprendizaje por indagación” (MORENO *et al.*, 2012).

Las investigaciones y avances tecnológicos cambian en el mundo constantemente, modificando los paradigmas en diferentes ámbitos. El campo educativo no es la excepción. De esta manera, si los procesos educativos se alejan de esta realidad tecnológica, estaremos alejando a la comunidad de estos avances, las formas de producción, las formas de comunicación, etc. En nuestros centros educativos las temáticas analizadas se tornarían con el paso de los años en obsoletas, lo que haría que el trabajo en el aula sea monótono, repetitivo y aburrido. Por eso, no podemos alejarnos de una realidad tanto tecnológica como educativa. Países como Corea del Sur han vinculado la robótica a las aulas. Son pioneros de la robótica educativa y desde la década de los 90 como lo mencionan en Grupo Educativa (2010) “Corea del Sur comenzó a utilizar la robótica educativa en los 90’s como talleres itinerantes fuera del aula y debido a sus resultados modifica su esquema educativo”.

Así, desde 1998, incorpora actividades curriculares para el desarrollo del talento a través de la robótica, actualmente la mayoría de estudiantes en Corea cursan o cursaron robótica de manera curricular o extracurricular, desarrollando habilidades del conocimiento que llevaron a su país a ocupar un segundo lugar a nivel mundial en calidad educativa según las Pruebas Pisa de 2007. De igual manera, lo ha realizado en Estados Unidos centrando su atención en el desarrollo de material didáctico y vinculándolo a lenguajes de programación como *Lego*. Un ejemplo del desarrollo de estos materiales que se emplean en la gran mayoría de países son los diferentes kits educativos de *Lego*

con el cual el estudiante puede construir desde una pequeña y simple estructura hasta un robot utilizando diferente piezas que se interconectan sin necesidad de cortar, perforar o soldar. Incluso, cuentan con la ayuda de un dado programable como en el kit de aprendizaje *Lego Mindstorms*, el cual posee un entorno amigable en un lenguaje de programación muy sencillo, como lo menciona en una entrevista dada a *Eduteka* la doctora NATALIE RUSK (*Eduteka*, 2012).

Corea del Sur y Estados Unidos no han sido los primeros en utilizar la robótica en el aula. Existen antecedentes que desde 1975 la Universidad de Du Maine en LeMans, Francia, donde se utilizó un robot con fines educativos (ENRIQUE, 2007) y (PINTO, 2010) “en 1989, la Universidad Nacional Autónoma de México y la Universidad Autónoma Metropolitana realizaron trabajos relacionados con la implementación de un robot educativo para el aprendizaje de conceptos informáticos” (RUIZ, 1998). En México, ENRIQUE RUIZ VELASCO ha desarrollado diferentes estudios en torno a la aplicación de los robots en el aula a lo que se ha denominado “robótica pedagógica”. Sus experiencias, que han sido plasmadas en diferentes artículos y libros donde analiza diversos elementos que de diferentes formas se presentan en el aprendizaje de la robótica, nos permiten enriquecernos de los avances y análisis de estos objetos y métodos para la aplicación de futuras metodologías en el aula. Para el anterior investigador, la robótica pedagógica es definida como “una disciplina que permite concebir, diseñar y desarrollar robots educativos para iniciar a los estudiantes en el estudio de las ciencias y la tecnología” (RUIZ, 2007) (Fundación Omar Dengo, 2013).

En Centro América y el Caribe, la Fundación Omar Dengo ha colaborado en el desarrollo de diferentes estudios en el campo de la robótica educativa desde hace más de una década: “La Fundación Omar Dengo es una organización privada, sin fines de lucro, que desde 1987 gesta y ejecuta proyectos nacionales y regionales en el campo del desarrollo humano, la innovación educativa y las nuevas tecnologías” (Fundación Omar Dengo, 2013). Podemos encontrar diversos estudios financiados por esta entidad sobre la pedagogía de la robótica que han desarrollado con la participación de algunos países de Centro América y Sur América, permitiéndonos conocer estas experiencias y tener otras visiones de la aplicación de esta herramienta en el aula. En Colombia, la Universidad Pedagógica Nacional, y su grupo de estudio sobre Pedagogía de la Robótica PedRo ha realizado proyectos sobre este tema y

brindado luces para estudios futuros. Este grupo ha mostrado grandes avances en este campo y ocupado puestos de honor en competencias de robótica en diferentes instituciones y organizaciones como el Tecno Parque Empresarial del SENA. La Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia de Tunja ha realizado estudios sobre este “fenómeno” de la robótica educativa, los cuales se han publicado en su revista institucional *Revistas UPTC Virtual* (2013) que nos permite indagar y conocer las ventajas y dificultades sobre el tema.

La robótica educativa presenta múltiples ventajas para la enseñanza y aprendizaje no solo de las ciencias y la tecnología, sino también a través de la robótica se puede reforzar diversos temas o conceptos en diversas áreas como la matemática. RUIZ (2007) menciona por medio del trabajo con diferentes operadores mecánicos, se logra realizar una conexión con los operadores matemáticos como la multiplicación, la división etc. Además, ya no es necesario ser un técnico o profesional en el campo de esta disciplina o la mecatrónica o tener experiencia en diversas ingenierías y trabajar con grupos multidisciplinares para poder diseñar, construir, programar y poner en marcha a un robot, teniendo claros algunos conceptos no solo en programación o informática, electricidad y electrónica, mecánica, etc. Un alumno de básica secundaria o media vocacional, actualmente, puede lograr realizar esta tarea y obtener grandes resultados teniendo claros los conceptos básicos mencionados anteriormente.

Para trabajar en un entorno robótico se requiere trabajar con cuatro sistemas: sistema mecánico, sistema de percepción (sensores), sistema de control (circuitos electrónicos, programa y operadores) y sistema de comunicación (interfaz hombre-máquina). Para ello, se requiere manejar conceptos de: física, mecánica, electricidad, electrónica, informática, y aplicar conceptos de Inteligencia Artificial (RUIZ, 1998). También se sugiere que los ambientes de aprendizaje deben ser amigables con lenguajes de programación muy cercanos al lenguaje humano llamados “lenguajes de alto nivel”. También menciona: “el aprendizaje basado en la robótica permite la integración de diferentes áreas del conocimiento, la construcción apropiación de nuevos conceptos, integración de conocimientos adquiridos previamente, a diferencia del conocimiento técnico se busca un pensamiento lógico, un mejor manejo de las potencialidades haciéndolo un enfoque rico y eficaz” (RUIZ, 1998).

Por esta razón, es necesaria la manipulación de diversos objetos de aprendizaje. Se debe partir de la identificación de un problema, una necesidad y la transformación o mejora de un instrumento existente, de allí el trabajo continuará de dos formas diferentes: si se trabaja con un material ya existente, como *Legó*, se podrá iniciar con la construcción o armado con las diferentes piezas según las necesidades o requerimientos de las funciones que debe realizar el robot, luego se tomará el dado y se programará, se realizarán los ajustes necesarios y se presentará el modelo. Si no se cuenta o no se quiere trabajar con este tipo de material, el camino será un poco más dispendioso pero se llegará a un resultado exitoso de igual forma. A partir del diseño de una idea que puede ser un simple boceto o varias ideas que el grupo sugiera, se seleccionará el material de construcción y con ayuda de un esquema o plano y se iniciará la preparación del material para el ensamblado, pero en este caso se deben pensar en los cuatro sistemas que lo conforman (mecánico, eléctrico-electrónico, control y comunicación). De esta forma más organizada, se procederá a construir el prototipo, se realizarán ajustes, pruebas y el modelo estará casi listo. Al mismo tiempo, el grupo debe pensar en la función que realizará el robot, seleccionando los sensores que más se ajusten al modelo. De igual manera, se diseñará y probará el programa según el lenguaje y circuito que más se adapte a nuestras necesidades y recursos. Este trabajo le permitirá al alumno, a través de la consulta e indagación y de la práctica y el error, construir y reforzar conocimientos nuevos y aquellos que se van vinculando a través del trabajo con el robot.

Muchos de los estudios analizados sobre la robótica pedagógica hacen énfasis en la metodología y el manejo del material didáctico. El uso de kits educativos, en su mayoría *Legó NTX* y *Legó Mindstorms*, como también hay otros kits diseñados y desarrollados por diferentes grupos e investigadores para aplicarlos en un contexto específico bajo necesidades particulares, poco se ha hablado sobre la vinculación que puede existir entre el manejo de un kit ya desarrollado y la implementación de robots con material de diferentes tipos como lo sugiere ENRIQUE RUIZ VELASCO en algunas de sus publicaciones. El aprendizaje de la robótica empleando el material de *Legó* es en un principio es divertido y motiva mucho a los estudiantes; lamentablemente, tiene la particularidad de iniciar y continuar con el diseño de robots móviles,

lo que genera en muchos la falta de oportunidades y frena el interés hacia este material, así lo menciona la doctora NATALIE RUSK y su grupo de investigación del trabajo del MIT Media Laboratory (*Eduteka*, 2012).

Se debe hacer énfasis en el auge que ha tomado la robótica en los últimos años en diferentes países, y contando con la ayuda de un sin número de material didáctico es más fácil llegar a las escuelas y colegios. Desafortunadamente, no se puede afirmar que es en todos los grupos es un trabajo divertido y que es para todos los gustos, ya que se enfoca en un tipo de robots: robots móviles. Pero, como lo menciona la doctora NATALIE RUSK, hace falta mayor cobertura, los intereses de los jóvenes es muy amplio y no se puede decir que la motivación es igual para todos, tanto en grupos de hombres o mujeres como en grupos mixtos. Los enfoques dados dependen en gran número en el tipo de material, como se mencionó anteriormente. *Lego Mindstorms* se enfoca en la construcción de robots móviles, seguidores de línea, buscadores, que dibujan una u otra trayectoria etc. Estos materiales no cubren todas las expectativas y dejan a un lado gran parte de la creatividad, identificación y solución de problemas. La doctora RUSK y su grupo de investigación proponen que se deben buscar alternativas y vincular tanto el material, por ejemplo *Lego*, como la inclusión de otros materiales, ya sean de uso común, reutilizables o desecho. Ellos definen que existen dos tipos de aprendices: aquellos que siguen patrones y el material de construcción es la mejor opción para ellos, y aquellos quienes buscan otras opciones donde el material de construcción limita sus posibilidades. Para ellos se debe buscar otras alternativas de trabajo sin desligarlo de todo tipo de ayuda que podamos brindarle. Otro punto en el que hacen énfasis es el de buscar otros campos de aplicación y otras metas diferentes a participar de competencias que realizan organizaciones o entidades como *Lego* y en colegios y universidades y se sugiere realizar demostraciones o exhibiciones vinculando a la comunidad y a otros grupos de estudio, debido a que centran su atención en el manejo de los kit y no en el desarrollo de otras herramientas diferentes que se pueden lograr alejándose un poco de este material didáctico. Se puede afirmar que algunas de las competencias que se desarrollan mediante este trabajo son: diseño físico de estructuras y mecanismos, creaciones con materiales de construcción (motores y engranajes), diseño computacional de comportamiento, en el proceso de diseñar y programar robots. Además, los estudiantes aprenden conceptos importantes de ingeniería, matemáticas, ciencias de la computación y solución de problemas.

El equipo de trabajo e investigación del MIT hace énfasis que el primer contacto con el diseño y construcción de un robot es un móvil, un carro que realiza diferentes funciones. Esto no motiva en general a todos los estudiantes y es aconsejable tener o tomar otras estrategias. Para RUIZ (2007), el uso de este u otro material didáctico también es aconsejable pero se deben tener otros tipos de alternativas y materiales para motivar la creatividad y tener una mayor visión para la solución de problemas y enuncia lo siguiente:

Se busca a través de la manipulación de material como *Legó*, material de recuperación y otros tipos de material diseñar, cortar, armar y construir micro robots en cuatro diferentes fases educativas: Mecánica, eléctrica, electrónica e informática, después del estudio de estas fases comprenderán las características tecnológicas de la estructura de un robot prototipo.

En Colombia, el manejo de los kits educativos de *Legó* ha tenido un gran auge desde hace más de un década. En los colegios de concesión y ahora en la mayoría de Instituciones tanto estatales como privadas, este material hace parte de las herramientas didácticas del área de Tecnología e Informática. Desde hace ya varios años, se han desarrollado competencias, concursos o torneos impulsados por los representantes de esta compañía reconocida a nivel mundial en nuestro país. Este concurso está organizado con un número determinado de participantes por equipo y en diferentes niveles para cubrir diferentes habilidades e intereses *First Lego League -FLL-*, es el concurso de robótica más importante del mundo. Es un programa lúdico y educativo para niños y niñas entre nueve y 14 años, donde participan en equipos, máximo de diez integrantes, que se distinguen por su creatividad, pensamiento analítico, solución de problemas y por formar un verdadero equipo. Este torneo se ha realizado anualmente desde 1998 a nivel mundial. El año pasado participaron más de 10.000 equipos y 100.000 niños de 53 países. En Colombia, la Fundación Global Arte, Ciencia y Tecnología realizó en el 2010 una temporada donde participaron activamente 110 equipos, representantes de diferentes entidades territoriales (Universidad Libre de Cali, 2012). Estos concursos o competencias no son nocivas ni mucho menos no se deberían realizar; pero, lamentablemente, limitan al participante a un tema específico y al uso obligatorio de un determinado tipo de material al cual no se le puede modificar de ninguna manera, ni cambiar el tipo de lenguaje de programación o plataforma, etc.

Con una mirada positiva, el manejo de este material permite de diferentes formas el desarrollo de habilidades, destrezas, de capacidades y ayudan al desarrollo de la creatividad, mas, a la vez, limita a una visión diferente, a tomar diferentes posturas, a realizar un proyecto que se encamine a solucionar un problema o necesidad específica de la comunidad, puesto que los temas son planteados por la entidad organizadora. Ya lo mencionó con antelación sobre esta postura apoyada por las investigaciones del equipo de trabajo dirigido por la doctora NATALIE RUSK (*Eduteka*, 2012), y es que los temas u objetivos de los proyectos no deben ser cerrados, limitados a una visión particular. Allí deben primar los intereses de los alumnos, o simplemente estaríamos centrando nuestros gustos o fortalezas; además, se estarían perdiendo otras habilidades y capacidades que se desarrollan con el manejo de los materiales, la manipulación de herramientas, con el fracaso, con la dificultad.

En diferentes países, la robótica educativa juega un papel primordial en la escuela, y nuestro país no es la excepción. En diferentes establecimientos educativos la robótica hace parte del plan de estudios y las aulas de tecnología cuentan con kits educativos como *Lego Mindstorms* que brindan un acercamiento a la construcción de robots móviles. En otros colegios, en los espacios de aprendizaje de tecnología, se diseña material didáctico para permitir una mirada a las formas de producción actuales en el mundo. Estas dos herramientas, de manera independiente y además de brindar múltiples posibilidades de aprendizaje de las ciencias y la tecnología, ayudan a construir diferentes conceptos y a desarrollar diferentes habilidades en los jóvenes de nuestro país. Se espera que la robótica educativa sea un primer acercamiento al diseño, a la construcción, a la programación y a la puesta en marcha de proyectos interdisciplinarios. Infortunadamente, los resultados de los trabajos con los kits educativos y el diseño de material o la implementación a través de la construcción con diverso material se han analizado por aparte y se ha empleado la robótica educativa como un instrumento para construir o desarrollar diversas habilidades diferentes a las tecnológicas, o como un termómetro en el aprendizaje de conceptos y/o el desarrollo de habilidades de las diferentes áreas del conocimiento.

VI. EL PENSAMIENTO LATERAL O DIVERGENTE

¿A cuántos de nosotros nos ha ocurrido que siempre llegamos a las mismas respuestas a un problema de manera “lógica”? ¿Cuántas veces hemos mencionado algo como: “¡Ahh! Era obvio...”? Pues bien. Cuando nos pasa esto, usamos el llamado *pensamiento racional*. A modo de ejemplo, deducimos que la utilidad de una silla es para sentarse; o que un libro es para leer... Este tipo de pensamiento, que se aclara que no es equivocado accionarlo, cierra muchas posibilidades a la hora de resolver un problema cualquiera. Un claro referente de este tipo de acciones que ejerce nuestro pensamiento vertical se encuentra en la película *The gods must be crazy* de JAMIE UYS. En una de sus escenas, se ve que cae una botella de *Coca-Cola* de un avión. Para nosotros, en general, el uso que tiene este objeto es de transportar o envasar un líquido (en este caso, una bebida gaseosa). Sin embargo, los aborígenes de la película ven en este objeto una plétora de usos: instrumento musical, machacador, juguete... Es aquí donde se puede apreciar el *pensamiento lateral* de los sujetos aborígenes. No sólo se quedaron con la curiosidad de aquel extraño objeto (ya que la película plantea que jamás habían visto cosa semejante en su aldea), sino que también aprovechan su “creatividad” para tomar provecho de este simplísimo objeto.

Por otra parte, en palabras de DE BONO (2000, p. 32): “El pensamiento lateral no pretende sustituir al pensamiento vertical: ambos son necesarios en sus respectivos ámbitos y se complementan mutuamente; el primero es creativo, el segundo selectivo”. Y es que este tipo de pensamiento se enfoca, al menos en una de sus características, en seleccionar aquello que está relacionado con el problema que se trata (teniendo que, como se describió anteriormente, las posibles soluciones se limitan a muy pocas).

Pensar que las cosas ya están determinadas para un fin hace que nuestro pensamiento se adapte a estas finalidades y deje de lado unas nuevas alternativas de uso o acción. Es por esto que el pensamiento lateral diverge fundamentalmente del pensamiento vertical (o lógico): la idea es apartarse de eso que resulta tan relacionado al problema y, por el contrario, buscar otras salidas que nada tienen en común con el mismo.

No obstante, esto no quiere decir que ambos tipos de pensamientos tengan una relación antagónica. Por el contrario, son complementarios: el pensamiento lateral lo que hace es generar nuevas alternativas

a cualquier situación que ha de ser resuelta. Arroja resultados *creativos* que permiten un campo de acción más amplio al pensamiento racional para que este, al final, escoja aquella solución que sea más eficaz en el contexto. Por tanto, no hay que pensar que la racionalidad y la creatividad van aparte, sino que van juntas en el devenir sujetos resolutivos para cualquier caso.

Retomando los cuestionamientos iniciales de este apartado ¿por qué se darán tan indeliberadamente? ¿Por qué cuando nos encontramos en una situación problema cualquiera, no somos capaces de aplicar este pensamiento divergente y creativo? Parafraseando a DE BONO (2000), el autor nos llama a que el pensamiento lateral no es, en primera instancia, algo que se desarrolla crónicamente. Es más bien que su origen es innato y que lo poseen algunas personas. Sin embargo, cabe enfatizar que esto no representa ninguna barrera para adquirir el pensamiento lateral, puesto que este es cultivable así como el pensamiento racional también se desarrolla en su paso por el tiempo.

VII. LA ESENCIA DEL PENSAMIENTO LATERAL: CONSTRUCTOR DE DECONSTRUCCIONES

Los orígenes del pensamiento lateral no se encuentran con DE BONO. Hubo un psicólogo americano que habló antes del pensamiento lateral: JOY PAUL GUILFORD. Este psicólogo había ya deducido que en nuestro pensamiento (el que él denominaba *pensamiento productivo*) se encontraban dos tipos: el convergente y el divergente (ambos análogos de los pensamientos verticales y lateral en DE BONO).

Este pensamiento divergente plantea que se está fundamentado por permitir la búsqueda de múltiples alternativas/respuestas desde diferentes enfoques, saberes y direcciones posibles a una situación problema cualquiera. A diferencia de lo estático-jerárquico en el pensamiento convergente, el divergente no se limita a evaluar la inductivamente el problema sino que va más allá en su abordaje y lo plantea en múltiples situaciones tanto hipotéticas como objetivas.

Para fortalecer su teoría del pensamiento divergente, y en especial a este concepto, GUILFORD (1980) plantea unas *aptitudes fundamentales*:

- *Fluidez*: Es la capacidad que existe para dar múltiples soluciones a un problema. Se trata de buscar soluciones alternativas, diferentes a las que sean ya lógicamente establecidas (esta definición toma relevancia en DE BONO. Ya lo anticipa en la introducción a su obra El pensamiento lateral).
- *Flexibilidad*: Es la capacidad para cambiar de perspectiva, de ángulo frente a un problema. También dota al sujeto para adaptarse a nuevas reglas (frente al pensamiento *convergente* o *vertical*, esta característica hace mucha diferencia con el ya establecido complemento *pensamiento divergente* o *lateral* para DE BONO).
- *Originalidad*: Da cuenta de las novedades desde un punto de vista estadístico.
- *Redefinición*: Es la capacidad para encontrar funciones y aplicaciones diferentes a las habituales, agilizar la mente.
- *Penetración*: Es la capacidad que permite ir más allá y mirar en un problema aspectos que los otros no ven.
- *Elaboración*: Es la capacidad que posibilita incluir detalles

ROMO (1987) también hace una interpretación a la teoría de la divergencia del pensamiento en GUILFORD diciendo que lo referente a producción divergente no es más que la capacidad que permite generar alternativas *lógicas* a partir de una información. Estas alternativas pueden ser evaluadas con base en su variedad, cantidad y relevancia.

Ahora, esta percepción del pensamiento divergente/lateral visto como generador de alternativas puede tener sus raíces en la desestructuración de modelos. Según DE BONO (2000), un modelo es “la disposición u ordenamiento que se tiene de la información en la mente”. Y lo que hace el pensamiento lateral es, al contrario del vertical, reubicar la información que se tiene de un modelo para hacerlo óptimo, puesto que el orden en que se presente una información define, decisivamente, en la percepción de cualquier problema. El planteamiento de DE BONO conduce, entonces, a repensar los modelos que ya tenemos en nuestra mente; incluso, se puede poseer un grado de *utilidad* en la

medida en que el modelo es diverso en contexto (pues el contexto no es siempre el mismo y, por ende, el modelo tampoco debería serlo).

VIII. LA UTILIDAD DEL PENSAMIENTO LATERAL

Como ya se ha sugerido a lo largo de esta composición, el pensamiento lateral involucra, necesariamente, la creación de nuevas ideas o alternativas. Al contrario de éste, el pensamiento lógico no puede ejecutar tal acción espontáneamente. Él necesita que, al jerarquizar la información de un modelo, surjan espontáneamente las ideas; pero, en el pensamiento divergente, existen técnicas que permiten la fácil concepción de ideas que permitan dar paso a la solución de problemas. Un claro ejemplo de la no generación espontánea de ideas por parte del pensamiento lógico son los computadores: ellos no están en la capacidad de generar nuevas ideas. Ellos sólo siguen patrones de esquematización lógicos que les permiten trabajar ordenadamente. Ellos carecen, entonces, del pensamiento lateral (si es que siquiera se puede pensar el concepto de *pensamiento* en las máquinas).

Ahora, la solución de problemas, definiendo problema como “toda aquella diferencia entre lo que se tiene y se quiere tener” (DE BONO, 2000); se divide en tres partes, ya que hay tres tipos de problemas:

1. El primer tipo requiere más información o mejores técnicas para su manejo eficaz.
2. El segundo tipo exige una reconstrucción de la información, o lo que se llama, una *reestructuración perspicaz*.
3. El tercer tipo es algo más complejo, puesto que el problema es que no hay problema. La situación es que no se reconocen cualidades que se puedan mejorar, por lo que hay que *apercibirse* bien del problema para identificar esa posibilidad de perfeccionamiento en la solución del mismo.

IX. LO QUE EL CONTEXTO TRAE CONSIGO:

SUJECIONES Y LIBERACIONES EN EL PENSAMIENTO LATERAL

El mismo autor señala que es necesario tener claro los conceptos de *idea dominante* y *factor vinculante o crucial*. Es claro que la “realidad” no es de fácil organización o pensamiento. Incluso, una situación no nos va determinar de una vez lo que hay que hacer, pero hacer bien tal que la solución sea satisfactoria para todos los casos que se presenten. Nos da “vagas ideas” de lo que se puede gestionar para la solución. La idea dominante, por tanto, se hace necesaria para que nuestro pensamiento cree y articule nuevas ideas en pro de salida al problema.

Si, por ejemplo, conocemos algo bien, nos va ser más fácil estructurar una idea *alternativa* que se enfoque, a la vez, en el problema en cuestión; sin embargo, si nuestro conocimiento sobre la situación es muy bajo. Uno de los conceptos que delimitan, entonces, el problema de la idea dominante es el *contexto*. Siempre girar en clave del contexto de situación hace que nuestro pensamiento no se distraiga con otros contextos circundantes al anterior y, de esta forma, se logra que haya una motivación más grande para generar alternativas. También, la idea dominante está delimitada por *propósitos, intenciones, deseos, objetivos* y *metas*. Para este efecto, citaré un ejemplo que nos explica De Bono para esclarecer lo anterior:

Cuando los niños intentaban dibujar una recolectora de manzanas su idea dominante era “alcanzar las manzanas”. Partían de su situación personal, caracterizada por querer alcanzar las manzanas de una en una y por la dificultad de llegar a ellas. Si el mismo problema se plantea a un grupo de ingenieros industriales, su idea dominante será “eficacia comercial”, concepto amplio que incluye factores tales como velocidad de trabajo, reducción de costos y la conveniencia de que las manzanas no sufran daños.

Desde este punto de vista el alcanzar las manzanas no plantea tantos problemas como su localización, el recogerlas con rapidez y envasarlas de forma adecuada. El problema dominante para los ingenieros es, pues, obtener “ventajas en el trabajo manual”, en vez de “alcanzar las manzanas” como era en el caso de los niños.

El concepto ligado al de idea dominante es el factor vinculante (también llamado *crucial*). Este tipo de factor se pone como limitante en un problema cualquiera. Es quien nos cierra las posibilidades de pensar

en múltiples soluciones y que puede ser inherente al dilema que se trate en la vida real. Regresando al ejemplo que nos plantea DE BONO (2000), el o los factores dominantes para la situación de la recolectora de manzanas pueden ser:

1. Que las manzanas no sufran ningún tipo de daño al ser recogidas.
2. Que sólo se escojan aquellas manzanas que son maduras.

Cuando la problemática es expuesta con estas *condiciones*, nuestro campo de ideas para resolver la cuestión se cierra. Siempre que existan los factores vinculantes, existirán menos soluciones. Aun, la “lógica” de la matemática también se ve envuelta en esta situación. Veamos un ejemplo: “La suma de dos números es 100 y el duplo del mayor es igual al triple del menor. Hallar el número menor”.

Analicemos el problema por partes y veremos cómo se nos presenta la típica “figura del reloj de arena” cuando se presentan los factores vinculantes:

Dicen que hay que hallar dos números tales que su suma sea 100. En este punto, las soluciones se hacen fáciles, ya que hay muchos pares de números cuya sumatoria es igual a 100: 50 y 50, 70 y 30, 20 y 80... Sin embargo, acá entran a jugar unas *condiciones*: Estos dos números están en una relación y es que el primer número duplicado *es igual* al segundo número triplicado. Es decir, nuestro campo de posibilidades se reduce drásticamente a *uno*, puesto que si comprobamos con las parejas mencionadas anteriormente, esta condición no se *satisface*. Vemos pues cómo los factores cruciales afectan la posibilidad de dar alternativas diferentes, innovadoras a los problemas. Esto nos puede conducir al uso del *pensamiento vertical*, que se reitera que no es malo hacerlo, pero siempre será bueno contar con *un as bajo la manga*. Volviendo a la cuestión numérica, la única pareja de números que cumple con el factor mencionado en el contexto del problema es 60 y 40.

Y así es la vida real. Los contextos en que nos movemos siempre nos juegan a condicionar nuestros actúares. Entonces, es preciso que desarrollemos esa capacidad que tenemos para reflexionar los problemas, descubrir y desarrollar las ideas dominantes y alejarnos, siendo posible, de los factores cruciales.

X. UN ANÁLISIS AL REVÉS

Otra técnica que hace más eficaz el uso del pensamiento lateral es el *método de inversión*:

En el método de la inversión se consideran los problemas y las situaciones en su estructura real y se invierte ésta en un sentido u otro: de arriba abajo, de fuera a dentro, etc. Luego se analizan los resultados. Se ha provocado una reordenación forzada de la información (DE BONO, 2000, p. 32).

Si se recuerda que una de las cualidades del pensamiento lateral es la desestructuralización de los conceptos o ideas. En este aspecto, el método de inversión propone que se le den giros a los problemas para que resulten ángulos diferentes de observación y análisis, otorgando al espectador varias perspectivas y ¿por qué no? Posibles soluciones al susodicho. Sin embargo, su efectividad no siempre nos va otorgar el desenlace del contexto problemático. Sólo nos brinda nuevas formas de percibir el entorno y sacar provecho de mirarlo desde diversos puntos.

DE BONO (2000) nos referencia las finalidades del método de inversión citadas a continuación:

Evitar la concatenación de ideas que conduce siempre invariablemente a la misma visión del problema. Es indiferente que el resultado directo de la inversión tenga sentido o carezca de él, ya que su objetivo primordial es servir de punto de partida para conferir al pensamiento una dirección distinta.

- Liberación de la información contenida en modelos rígidos mediante su disgregación y subsiguiente ordenación en una nueva visión del problema.
- Superar el temor de usar premisas erróneas y de utilizar ideas que no estén justificadas por una evolución lógica.
- Pasar a una nueva situación como punto de partida con el fin de considerar el problema desde un nuevo ángulo analítico averiguar a dónde conducen las nuevas direcciones que pueden adoptarse desde él.
- Conseguir ideas y enfoques útiles en sí mismos, ya que a veces la simple inversión tiene una aplicación práctica (DE BONO, 2000, p. 96).

CAPÍTULO TERCERO

METODOLOGÍA

I. EL DISEÑO METODOLÓGICO

La investigación que se desarrolló fue de tipo cuantitativo-fenomenológica. La tradición fenomenológica heredada de HUSSERL ha tenido múltiples variables, las cuales se presenta desde trabajos desarrollados en Europa y Norteamérica. Esta última referencia es una de las inspiraciones más potentes para el caso de las ciencias sociales y especialmente en lo que se trabaja en educación. Los antecedentes de trabajos en enfermería, sicología y educación centran el desarrollo de la fenomenología norteamericana. MAX VAN MANEN desarrolla aportes importantes en lo que se refiere al campo educativo y presenta aspectos que consideran la fenomenología como una camino valido para el desarrollo de la investigación educativa (AYALA, 2008).

La fenomenología pretende descubrir el significado esencial de los fenomenos, y reconocer la experiencia vivida, así como de dotar de sentido y dar importancia a los fenómenos mismos (AYALA, 2008; GONZÁLEZ, 2010). Es así como, el espacio que se genera en el aula de clase y de forma específica en el área de tecnología a través de la experiencia de los estudiantes con diversos dispositivos como el material *Lego*, permite generar diversos proyectos particulares como el desarrollo de modelos desde la robotica educativa, lo cual se presenta como una experiencia que merece ser capturada para la explicitación de habilidades de pensamiento que se potencian y de la creatividad como fenomeno educativo. La experiencia de los estudiantes con dispositivos que les permite generar problemas y soluciones a los mismos, es un momento muy rico para el desarrollo de la creatividad y de un buen número de habilidades de pensamiento.

Ahora bien desde la experiencia vivida, así como desde el fenómeno mismo se articula la posibilidad de una investigación cuantitativa, debido a la contingencia al conservar la toma de datos estructurados a partir de instrumentos de recolección. Tanto los instrumentos optados así como los datos permanecen constantes. Lo anterior se constituye en una forma de limitar el estudio y permitir la disponibilidad de la investigación cuantitativa. De la misma forma, tanto el diseño metodológico, así como la estructura misma de la investigación reconoce la articulación de la investigación cuantitativa con la fenomenología como espacio que emerge en los “objetos” epístemicos de la educación, y por supuesto de la investigación educativa.

La relación que se posibilita a partir de la robótica educativa con las habilidades de pensamiento y la creatividad, emerge para la descripción de fenómenos que requieren ser visibilizados. Es así como, desde la recolección de varios datos a partir de algunos instrumentos se logran develar algunas relaciones.

II. LA POBLACIÓN

La investigación se desarrolló en el Colegio Cundinamarca IED. El colegio en referencia se ubica en la localidad 19 de Ciudad Bolívar en Bogotá.

III. UBICACIÓN GEOGRÁFICA

Colegio Cundinamarca IED Bilingüe. Calle 62A sur n.º 73-31, barrio Galicia, localidad 19 de Ciudad Bolívar.

IV. CONFIGURACIÓN INSTITUCIONAL

El Colegio Cundinamarca Bilingüe, es un “mega colegio” producto del Plan sectorial de Educación 2004-2008 “Bogotá: una gran escuela”. Para que los niños, niñas y jóvenes aprendan más y mejor” en la administración “Bogotá sin indiferencia” (SED, 2004). Es una institución con cuatro años de funcionamiento, que desde sus inicios ha venido adelantando la propuesta bilingüe con orientación de la SED, la Universidad de los Andes, la Universidad Distrital y la Universidad Nacional de Colombia. Durante los últimos meses se ha venido conso-

lidando como una propuesta novedosa desde la organización escolar por ciclos, y desde su estructura curricular, materializando los objetivos del Plan Sectorial de Educación (SED, 2004), y estructurándose como uno de los colegio de excelencia para Bogotá.

Es una institución que cuenta con un rector, seis coordinadores (dos académicos, cuatro de convivencia) y 142 docentes distribuidos en cinco ciclos, dos jornadas y organizados en cuatro campos de pensamiento: Comunicación arte y expresión con diez docentes por cada jornada, 12 docentes en el campo de pensamiento ciencia y tecnología, seis docentes en cada jornada; ocho docentes en el campo de pensamiento matemático y diez en campo de pensamiento histórico. Igualmente el colegio cuenta con 25 docentes por jornada, en los tres años del ciclo 1 y 4.200 estudiantes distribuidos en dos jornadas que posee los cuerpos colegiados determinados por la Ley 115, artículos 142-145; dados desde la conformación del gobierno escolar por el rector, el Consejo Directivo y el Consejo Académico. De igual forma, cuenta con un personal administrativo conformado por seis funcionarios distribuidos en: secretaría general, secretaría académica, almacén, fotocopias, bibliotecas (ayudas audiovisuales) y pagador.



Su planta física consta de 36 aulas de clase, cuatro laboratorios, ludoteca, tres aulas de tecnología, tres aulas de informática, taller de danza, taller de arte, sala de medios, sala de audiovisuales, biblioteca y emisora. Así mismo, cuenta con aula múltiple, comedor escolar y cocina, área administrativa, bienestar, servicios generales y zonas exteriores y dos canchas deportivas.

De la superficie total un 15% corresponde a zona verde empleada para la recreación pasiva de la comunidad educativa, por otro lado, es necesario reconocer como los procesos de ornato presentados por la administración del colegio dan cuenta de una cerca viva alrededor de varias áreas dentro de la institución.

Las aulas de tecnología informática están dotadas de: ocho kit “Estructuras avanzadas”, ref. 9618, grados 6.º a 11.º, temáticas: Estructuras. Ocho kit “Energías renovables”, ref. 9684, grados 8.º a 10.º, temáticas: Energía. Ocho kit “Ingeniería mecánica”, ref. 9665, grados 8.º a 11.º, temáticas: Transmisión y transformación del movimiento. Ocho kit de “Electricidad”, temáticas: Fundamentos de electricidad y electrónica. Ocho kit de “Neumática”, temática: Neumática. Cuatro kit “Unimat 1”, temáticas: Procesos industriales. Kit de “desafío Robolab”, ref. 9793, grados 8.º a 11.º, temáticas: Robótica y control informático.

V. LA MUESTRA

Se trabaja con ciclo 5 conformado por seis grupos, cinco de 40 y uno de 37. En total 237 alumnos, 116 hombres y 121 mujeres que están en el rango de edad de 16 a 18 años, son grupos dinámicos, con extrema alegría y un alto compromiso académico, su trabajo en el aula es bueno pero carecen de un alto sentido de puntualidad, el trabajo en equipo en la mayoría (70%) es bueno. Se trabaja con una muestra de diez alumnos, nueve hombres y una mujer, de los grados 11, equivalente al 4,2194% de la población del ciclo. Se seleccionan a través de un llamado a los grados para conformar el grupo de trabajo, donde se presentaron 17 personas, lamentablemente por disponibilidad de tiempo solo asisten diez.

VI. LOS INSTRUMENTOS

Las herramientas empleadas en la presente investigación recogen la experiencia de los estudiantes en su trabajo cotidiano con los diferentes dispositivos presentados en la clase de tecnología para el desarrollo de procesos de robótica educativa. Tanto la observación como la encuesta, permiten fijar como bien lo presenta AYALA (2008) el material experiencial, que será insumo para la descripción de las prácticas que los niños, niñas y jóvenes tienen en el desarrollo de la clase de tecnología.

El concretar la forma como los estudiantes ejercen el trabajo en la clase de tecnología desde la matriz de observación diseñada, con varias categorías de análisis desde lo que implica la resolución de problemas propios de la tecnología y el diseño de modelos, simuladores o prototipos, da la entrada para encontrar fuertes relaciones entre la robótica educativa, las habilidades de pensamiento y la creatividad.

Al igual la aplicación de una encuesta (ver anexo) donde se pregunta por la forma como los estudiantes se relacionan con el espacio, los materiales, el grupo de trabajo y el maestros, da elementos para fortalecer la experiencia vivida en torno del trabajo desde la robótica en el área de tecnología.

CAPÍTULO CUARTO

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

I. MATRIZ DE OBSERVACIÓN

La recolección de información desde la observación se desarrolló desde una matriz que presenta un objetivo único el cual pretende una “observación de cerca” (VAN MANEN, 1990) (SANDOVAL, 1996), la cual permite recolectar situaciones observacionales puntuales. Dichas situaciones se referencian desde unas categorías de análisis que dan cuenta de algunas habilidades de pensamiento, así como de algunas características de la creatividad como pensamiento divergente. El siguiente cuadro muestra la matriz de observación, las categorías, las situaciones observacionales y la observación desarrollada.

Tabla 1
Matriz de observación

MATRIZ DE OBSERVACIÓN		
OBJETIVO: Observar varios aspectos de las habilidades de pensamiento de los estudiantes del ciclo 5 y el desarrollo de la creatividad.		
CATEGORÍAS: Desarrollo de habilidades de pensamiento		
CATEGORÍA	SITUACIÓN OBSERVACIONAL	OBSERVACIÓN
RESOLUCIÓN	Búsqueda de múltiples alternativas para disipar problemas.	<p>Para evidenciar el desarrollo de la creatividad se proponen retos. Al iniciar el taller se explica el manejo del material, las bondades y límites, luego se inicia la construcción o diseño de la propuesta o programa, al finalizar cada uno explica su proyecto. Por lo anterior se presentan algunos momentos o fases en el desarrollo del trabajo así:</p> <p>Antes: se evidencia una competencia por hallar la solución antes de otra persona, se plantea una única respuesta, el trabajo individual se impone.</p> <p>Durante: Los estudiantes se organizan de manera libre, según su afinidad o grupo de amigos. Se evidencia el interés por la búsqueda de una solución a un problema. Se posiciona el trabajo colaborativo. Se ubica apoyo del grupo, quien encuentra una solución o respuesta, la cual se comparte, al explicarla al grupo. Sigue la competencia pero esta vez descubriendo nuevas formas de llegar a la respuesta.</p> <p>Después: Se evidencia el interés por mostrar sus propias creaciones, de tener un objeto único, de ser innovador. Se demuestra el manejo de los conceptos aprendidos y el desarrollo de habilidades, sin importar el tiempo encuentran la respuesta de manera novedosa.</p>

<p>TRANSVERSALIDAD (habilidad comunicativa)</p>	<p>Respuestas donde utilice diversos tipos de conocimientos. Fluidez tanto escrita como verbal.</p>	<p>En el trabajo de aula se busca el desarrollo de la habilidad comunicativa, la cual en diferentes niveles de aprendizaje evidencia falencias en la oralidad y la escritura, se busca fomentar esta habilidad empleando un lenguaje técnico acorde al desarrollo cognitivo y cronológico de cada uno de los participantes. Antes: el uso de lenguaje coloquial es la constante, el término “visaje” se emplea muy a menudo para denominar todo tipo de objetos. La justificación del para que y por que no es primordial para ellos. Se busca romper el miedo a la participación Durante: Se trabaja con un lenguaje técnico mejor estructurado, los elementos se nombran por su nombre, se busca explicar cada paso en el proceso, se evidencia la predicción y la estructuración de las ideas. Se muestra dificultad en la escritura, les da mucha pereza, a pesar que su oralidad mejora. Después: La oralidad logro un excelente desarrollo, este se evidencia durante el día de la ciencia exponen sus ideas con gran fluidez, justifican él como el porqué y para que, se evidencia el dominio de los conceptos y de los términos propios de cada objeto, dan respuestas acertadas a diferentes inquietudes, explican sus proyectos con éxito.</p>
--	---	--

<p>ORIGINALIDAD</p>	<p>Observación de las novedades.</p>	<p>Al iniciar el proceso se busca que repitan ciertos pasos para aprender a manejar el material didáctico, luego se proponen nuevos retos donde se exprese la originalidad de cada uno o de cada grupo de trabajo. Llegando al mismo punto desde diversos ángulos. Antes: se muestra que todos llegamos al mismo punto desde diferentes ángulos teniendo la misma explicación y la misma pregunta. Durante: se busca una manera en algunos casos más sencilla de llegar a la respuesta, otras personas quieren mostrar que su proceso es mejor y más efectivo, se busca la perfección en el diseño o la programación, es decir que se cumpla con el reto. Después: se busca que se cumpla con el reto con la mayor fiabilidad posible, colocando todo lo aprendido y buscando respuesta frente a las dificultades. El grupo mostro gran originalidad realizando prototipos y montajes de proyectos novedosos, saliéndose de los parámetros propuestos empleando diferentes opciones para encontrar la respuesta.</p>
<p>VERSATILIDAD</p>	<p>Posibilidad de múltiples aplicaciones.</p>	<p>En los talleres o practicas se propone que se diseñe o programe un objeto para hallar una respuesta, fue evidente durante todo el proceso que los participantes encontraron múltiples usos a sus objetos o programas, se inicio en programación encendiendo y apagando un LED, proponen la construcción de un letrero de luces secuenciales para mostrar sus gustos o afinidades, con la propuesta de construir un móvil para esquivar objetos se propone la construcción de un carro, los resultados carros de dos, tres y cuatro ruedas, y la creación que llamaron hibrido una especie de insecto de dos patas que realizaba un movimiento hacia atrás y hacia adelante, diseño y creación de dos participantes.</p>

ESPECIFICIDAD	Inclusión de detalles.	<p>En el trabajo de diseño de diferentes objetos (robots) en el momento de la sustentación se hace necesario explicar de una manera detallada la función de cada una de las partes que componen los objetos, en la mayoría de las ocasiones se puede dar una explicación precisa de cada elemento, la función que cumple o a que parte del sistema está apoyando. En la programación se hace más fácil dar detalle de cada uno de los componentes que hacen parte del programa, indicando la función que cumplen y que sucede si se omite o se cambia por otro elemento, esta habilidad mejora con la práctica y se evidencia tras cada explicación, es así que en diferentes situaciones entre los mismos alumnos se evidencia el apoyo, la ayuda la explicación entre pares, tanto en la estructura como en la programación. Los participantes mejoraron la inclusión de detalles en su explicación, mejoró el manejo del lenguaje técnico, la habilidad de predecir que sucede si se omite o incluye determinado objeto o texto en el programa.</p>
----------------------	------------------------	--

<p>EXPLICABILIDAD (habilidad cognitiva)</p>	<p>Capacidad de demostrar, desde el problema, aspectos que los otros niños no ven de manera escrita o verbal.</p>	<p>En este aspecto se evidencia de manera notable como el grupo que participó en las prácticas tenía gran ventaja frente a los demás, se evidencia la predicción, el que puede suceder, que elementos debe contener el objeto al final del trabajo, que partes debe contener el programa, se desarrollo una habilidad para solucionar de una manera más efectiva los problemas, frente a las dificultades o errores se retomaba desde un punto que diera seguridad, mientras en las otras personas abandonaban o repetían el error, el grupo participante no se daba por vencido y buscaba otras soluciones. Se evidenció la versatilidad, una mirada objetiva frente al desarrollo del problema, como a estos problemas se encontraban otras soluciones que ni el maestro identificaba desde el principio, como a través de los gráficos se construyen respuestas a las situaciones planteadas.</p>
--	---	--

El proceso de *resolución de las problemáticas* presentadas y bajo una delimitación de momentos en la clase de robótica, se concreta desde el trabajo individual hasta el desarrollo del trabajo por equipos. Es necesario aclarar, que la entrada al trabajo en la clase en tecnología, pasa por la instrucción del maestro, la posibilidad de escoger el grupo de trabajo y la libertad absoluta de la resolución de la problemática presentada. Con lo anterior el proceso de resolución se desarrolla desde las fases descritas por:

- Un momento de confrontación individual, donde cada estudiante reconoce las variables de la problemática, así como la multiplicidad de soluciones.
- La conformación de equipos de trabajo desde un factor emocional, en torno a la selección de compañeros, buscando los más cercanos, con los cuales se facilita la empatía y la comunicación.

- Lo anterior deviene en el trabajo colaborativo y posiciona la búsqueda de múltiples soluciones desde las respuestas individuales.
- La posibilidad de competir entre los diferentes grupos se articula con la búsqueda de respuestas innovadoras, elemento inherente al pensamiento divergente y al desarrollo de un sinnúmero de habilidades de pensamiento.
- La puesta en marcha a través del trabajo de varios conocimientos adquiridos, los cuales se entretajan con las posibles soluciones presentadas para la resolución de las problemáticas exhibidas.

La *transversalidad*, puesta en marcha desde la habilidad comunicativa, en la expresión verbal y escrita, permite describir los siguientes aspectos:

- El bajo uso de un lenguaje técnico, donde prima la nominación de objetos y de procesos en formas verbales donde no se usa el correcto nombre de los artefactos.
- La dificultad de la expresión escrita, al contrario la riqueza de la expresión verbal. Lo anterior se convierte en una fortaleza para potenciar el uso de la escritura y el lenguaje extra verbal.
- Durante el proceso se enriquece la puesta en marcha de diversos lenguajes que parecieran no propios de la tecnología. La medición, la posibilidad estética desde el color, la forma; la vinculación de las respuestas a temas como el cuerpo, los juegos, entre otros. Lo anterior, denota la posibilidad de pensar en solución de problemas, desde diversos campos del saber.
- La riqueza explicativa de las soluciones se concretan en la presentación de cada uno de los proyectos por parte de los grupos. El pensamiento secuencial, la justificación, la causa-efecto, la posibilidad de uso de variables, así como la ilustración con ejemplos variados, denota el desarrollo de habilidades de pensamiento tales como: la observación, la clasificación, el análisis, la síntesis.

- El desarrollo de modelos donde se observan múltiples respuestas a un mismo problema, posibilita el uso de la innovación.

La *originalidad* como elemento constitutivo de la creatividad, se constituye en formas que se observan del siguiente modo:

- Las diversas respuestas a un mismo problema, con el manejo de variables de diverso orden, así como la administración de diferentes conceptos y procesos, hacen reconocer la innovación en la solución de problemas.
- La modelación en las simulaciones, artefactos producidos y prototipos por parte de cada uno de los grupos, demuestra la creatividad desde las propuestas innovadoras.
- El riesgo que asume cada grupo al apartarse de la instrucción para la respuesta a la problematización, da un elemento para la innovación.

El desarrollo de las múltiples aplicaciones a los prototipos y modelos creados por los estudiantes, también se constituye en una forma de reconocer la creatividad y el desarrollo de habilidades de pensamiento. Lo anterior se denota en:

- La articulación, por parte de los estudiantes de los problemas reales de su contexto, con los modelos creados es un elemento potente. Como ejemplo se puede tomar como algunos estudiantes expresaban como algunos aparatos de su casa podían ser reparados desde lo trabajado en clase, el *X-box* fue uno de los artefactos mencionados.
- El avance de los proyectos en cada uno de los grupos da la flexibilidad de pensar en la aplicación, más allá de la solución puntual al problema específico. Es así como, se concretan soluciones múltiples y aplicaciones desde los contextos cercanos a los estudiantes.

La inclusión de los detalles en la explicación de los modelos, tales como robots y simuladores da la posibilidad de:

- Reconocer como cada uno de los estudiantes de diferentes grupos se apropian de los elementos que componen los simuladores y modelos robots que desarrollan. Así la explicación desde la exposición verbal en torno al uso de cada elemento, su función y su ubicación en el sistema, denota la ubicación detallada.
- Lo anterior da la posibilidad de predecir, bajo preguntas en torno a la falta de uno o varios elementos del sistema desarrollado. Esta habilidad predictiva mejora la expresión verbal y el uso del lenguaje técnico.

La *explicabilidad*, como habilidad cognitiva y posibilidad de entretrejer diferentes saberes se expresa de la siguiente manera y desde la observación:

- El error se ubica como elemento para confrontar el conocimiento entre los estudiantes del mismo grupo. De la misma forma, el error da la posibilidad de buscar otras soluciones a las problemáticas tecnológicas y al mejoramiento de los simuladores o modelos.
- La funcionalidad y construcción de los prototipos se convierte en un reto que mantiene la posibilidad de mejoramiento. Dicha funcionalidad se demuestra en la explicación del simulador o modelos, y se revela desde el manejo de las conceptualizaciones hechas por los estudiantes.

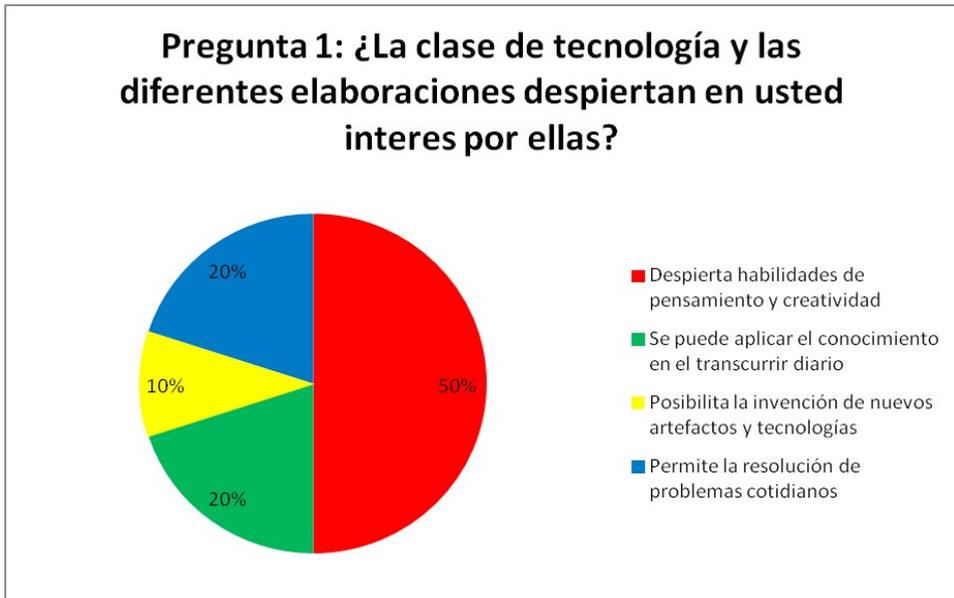
II. CONSOLIDADO DE LA ENCUESTA APLICADA A ESTUDIANTES

Otra de las herramientas como se recogió la información fue la encuesta. La herramienta se diseñó con seis preguntas abiertas que exigen la respuesta sustentada por parte de los estudiantes, así como la posibilidad de escribir diversos elementos que sustentan la respuesta. De la misma forma se diseñaron tres preguntas cerradas, al igual con la posibilidad de sustentación. Y una última pregunta abierta, donde el

estudiante describía como la clase de tecnología posibilita el desarrollo de la creatividad y el del pensamiento.

De esta forma se concretan las respuestas a la encuesta:

Gráfico 1
Pregunta 1 - Encuesta

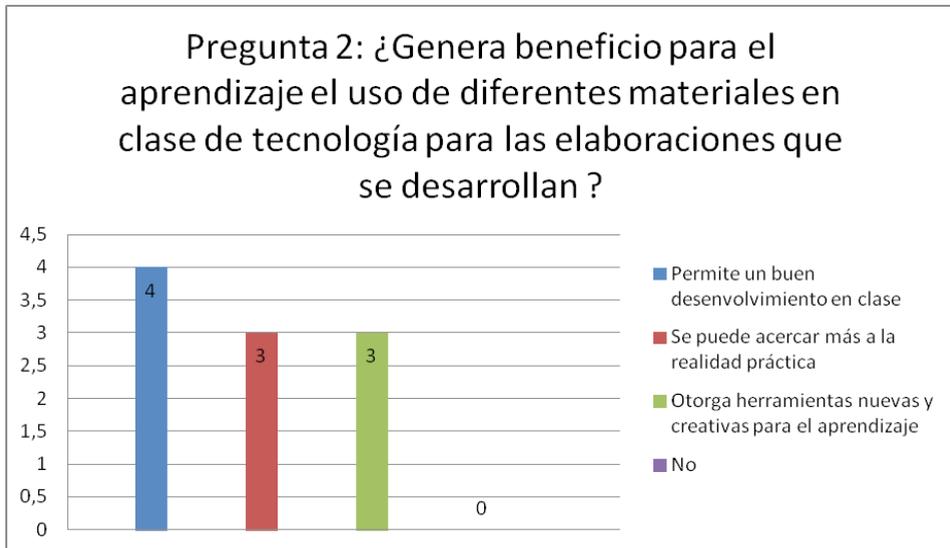


Se puede apreciar que, de plano, las respuestas que dan los encuestados son afirmativas. Por tanto, el interés que despierta la clase de tecnología es evidente. Ahora bien, el análisis se puede enfocar en cómo ésta es la génesis de múltiples sentires en los estudiantes. Veamos:

1. Un 50% de los estudiantes opina que la clase de tecnología es la fuente para el desarrollo del pensamiento y la creatividad. Es posible que las variadas opciones que tienen para desenvolverse en los momentos de diseño y construcción les permitan un acercamiento al impulso de la creatividad y el pensamiento. Como lo planteaba DE BONO (2000), puede que se presenten salidas “divergentes” o “no verticales” a cualquier asunto planteado en clase.

2. Hay otros estudiantes (en un 20%) que sugieren que el desarrollo para pensar y en solucionar problemas del común son una de las habilidades que son infundadas desde esta clase. Se puede pensar que esto va ligado a lo anterior: las salidas que dan los estudiantes de forma creativa puede dar solución a los problemas que surjan en la vida diaria de ellos. Pensar, por ejemplo, que hay chicos que crean robots o, mínimamente, desarrollar simulaciones para hacer más fáciles sus vidas es impresionante. Sin embargo, lo anterior no se ve tan reflejado, pues hay un bajo porcentaje, en relación con el anterior, que opinan de manera igual.
3. Otro 20% de los encuestados piensa que el conocimiento que se desarrolla en la clase de tecnología es aplicable en la vida diaria. Muy similar al anterior, este concepto que tienen ellos permitiría hacer una “amalgama” con la opinión anterior, lo que indicaría que habría un eventual 40% de ellos que consideran que el saber adquirido les puede servir en sus vidas. No obstante, se ha hecho aparte pues la cuestión está entre la concreción (robots) y la aplicación diferente de la teoría.
4. El 10% final habla de las aplicaciones de las teorías a través de la invención de artefactos. La idea de usar la teoría en innovaciones o nuevas formas para llevar cualquier labor a cabo de manera más fácil (que es, en últimas, el fin de la tecnología) es descrita por DE BONO (2000). Lo que es preocupante es que una cantidad tan pequeña de estudiantes hayan dado con esta opción, pues se puede decir que la finalidad de tener este tipo de conocimientos tecnológicos es innovar o crear.

Gráfico 2
Pregunta 2 - Encuesta



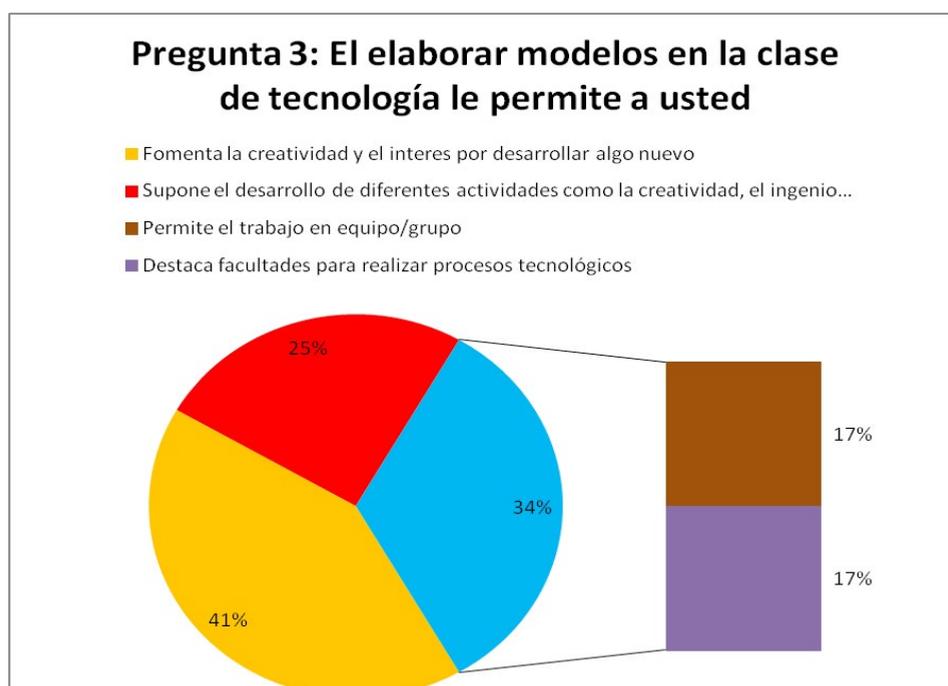
La diferencia en estos resultados no es tan tangible o grande: la equidad entre las barras roja y verde denota que el beneficio de tener materiales en clase no es ni absoluto ni definitivo. Veamos:

1. Existe un 40% de los encuestados que aseveran que el desarrollo personal en la clase es bueno en tanto que haya los materiales necesarios para cumplir los procedimientos requeridos en ésta. Sin duda, estar equipados con las herramientas necesarias en un proceso de construcción de robots, por ejemplo, hace mucho más fácil la constatación de cualquier problema o falla que se presente en su estructuración. Por su parte, al contar sólo con la teoría, se estaría dejando un espacio de incertidumbre y especulación, pues no se puede comprobar, de forma empírica, un eventual resultado proveniente de las bases teóricas.
2. Por otra parte, un 30% de los estudiantes piensan que las herramientas o materiales usadas en clase permiten acercarse más a la realidad. En efecto, como se expuso en el párrafo anterior, la posibilidad de tener realizado un diseño da luces para entender y solucionar problemas que se puedan presentar en el momento de la

construcción del proyecto. Y no sólo esto, puesto que también se pueden dar acercamientos que lleven a los estudiantes a reconsiderar los modelos que desarrollen. En fin, tener materializado un proyecto cualquiera abre varias posibilidades de considerarlo y pensarlo, en tanto que la teoría lo puede dejar en un solo plano.

3. Otro 30% sugiere que tener materiales en clase fomenta la creatividad y da nuevas herramientas para el aprendizaje. Si tomamos en cuenta lo dicho anteriormente, tener un modelo materializado da varias opciones para su destino. Pero ¿qué tal que durante el proceso de desarrollo, se de una variación que, sin ser predicho en la teoría, innove, valga la redundancia, la innovación? Dicho de otro modo, la posibilidad que brinda la práctica de la teoría ofrece la eventualidad de dar paso a una mejor aplicación de los conceptos.
4. Ningún estudiante opina que el uso de materiales en clase no reporte beneficio alguno; por tanto, no se hará análisis de este suceso.

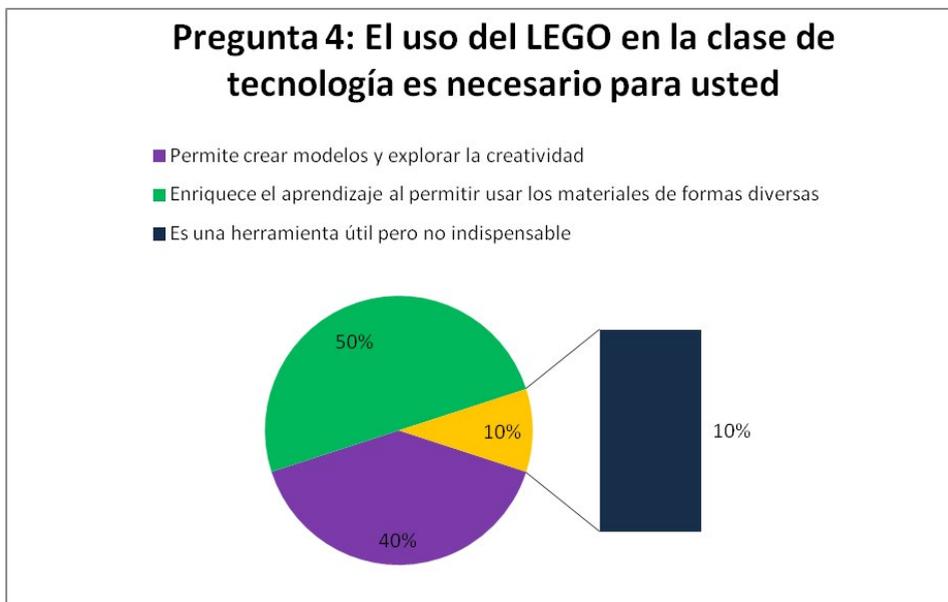
Gráfico 3
Pregunta 3 - Encuesta



Esta pregunta es una derivada de la anterior. Las opiniones de los encuestados tienen unas pocas diferencias (en porcentajes), por lo que se asemeja al caso previo. Aún así, veamos que nos dicen los estudiantes:

1. Un 41% de las personas aseguran que la elaboración de modelos en clase fomentan la creatividad y el interés por desarrollar algo nuevo. Evidentemente puede darse de esta manera, ya que todo el uso de materiales y la conceptualización previa que se tiene más las ideas originales que generen los estudiantes hace que se posibiliten tanto la creatividad como el interés. Ahora, sumado a lo anterior, la motivación también puede venir del docente y la forma como éste muestre los conceptos y procedimientos que habrán de ser tenidos en cuenta para la materialización del proyecto.
2. Un 25% habla del desarrollo de la creatividad, el ingenio, entre otras. Esta respuesta es similar a la anterior, puesto que las acepciones de “fomentar” y “desarrollar” se encuentran en tanto que los dos hablan de acrecentar o dar un incremento a algo. Así, se puede decir que este porcentaje puede ser añadido en lo anterior, además que las razones que tendría este 25% se afianzan muy bien con aquellas del 41%.
3. Por último, tenemos un 34% dividido en dos partes iguales de 17%. La primera parte postula que la elaboración de modelos permite el trabajo ya sea en equipo o en grupo. Es una posibilidad que se da en el entorno de un salón de clase: las ayudas que se pueden prestar entre estudiantes, los *feedback* que, incluso, se pueden dar entre profesor-estudiante y estudiante-estudiante también se puede ver como un trabajo en grupo. Hay que partir del hecho de que todos necesitamos de muchos para poder llevar a cabo nuestros propósitos. Por tanto, es algo curioso que los estudiantes no se hayan inclinado mucho por este pensar. El otro 17% habla de las facultades que se pueden destacar en los procesos tecnológicos. Es bajo el porcentaje pues, en realidad, la respuesta no dice mucho. Las facultades pueden ser perfectamente aplicadas sea en grupo o no en tanto se posean.

Gráfico 4 Pregunta 4 - Encuesta



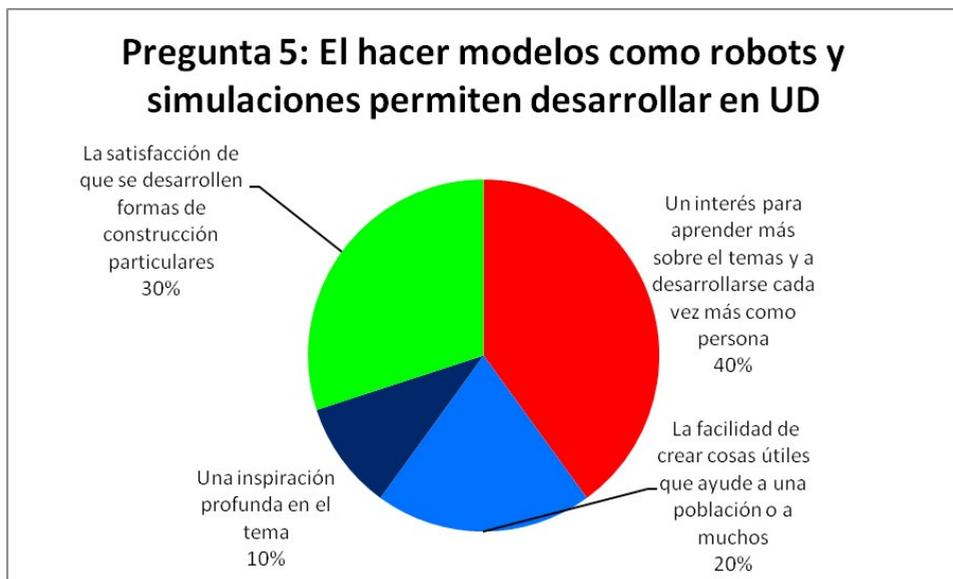
Aquí, se hace específico el material del que se habla en la pregunta anterior. Veamos que dicen los estudiantes respecto al uso del *Legó*:

1. Hay un 50% de los encuestados que sugiere que enriquece el aprendizaje al usar el material de diferentes maneras. La cuestión aquí es que, si bien el *Legó* ofrece variadas posibilidades de uso, hay también otros materiales que permiten este hecho. Es más factible pensar que los estudiantes dieron esta opinión porque, partiendo de su creatividad, el uso del *Legó* puede abrir más opciones que otros materiales no lo permitan. Hay que recordar que el *Legó* posee una versatilidad en el momento de la construcción de modelos, que es preferible que los estudiantes lo usen en la etapa escolar.
2. El 40% de los estudiantes opinan que el *Legó* les permite explorar la creatividad y crear modelos. La respuesta es algo evidente porque la finalidad del *Legó* es llevar a cabo la materialización de un modelo robótico, en este caso. El “plus” que darían los estudiantes es la creatividad. No serviría de nada tener todo un kit de *Legó* sin

que los diseñadores pusieran su “toque” en la utilización de este material. En últimas, no sería nada *Legó* sin la creatividad.

3. Un 10% establece que el *Legó* es una herramienta útil, pero no indispensable. Esta aseveración es, de alguna forma, lógica, puesto que, partiendo de lo anterior, el *Legó* por sí solo no sirve de nada. El problema es que puede que haya otro tipo de materiales con los cuales la creatividad del estudiante se vea reducida o limitada, por lo que el *Legó* sí sería indispensable para llevarla a cabo. Sin embargo, con la sola elaboración del modelo y su fundamentación teórica clara, significaría, de por sí, un sustancial avance.

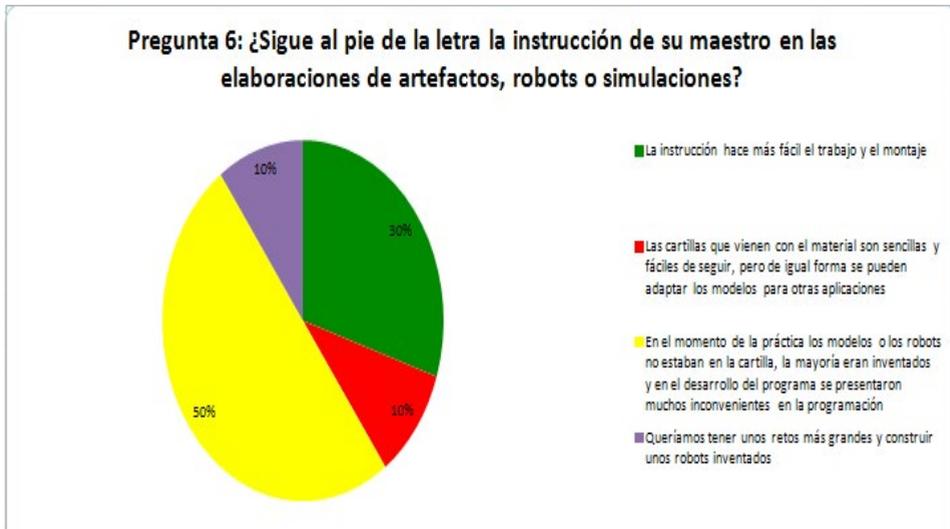
Gráfico 5
Pregunta 5 - Encuesta



El desarrollo de robots y simulaciones puede estimular en el estudiante de tecnología un grupo claro de habilidades y situaciones que le van a servir no sólo para su desempeño en clase, sino también para aquellas que sean exteriores a ésta. Veamos las respuestas que dieron los encuestados:

1. Un 40% propone que el hacer robots y simulaciones les permite aprender más sobre los temas y desembocar en un desarrollo personal. Hacer este tipo de actividades conllevan un encuentro consigo para dejar impreso en éstos la huella de cada creador. Visto de esta forma, el llevar a cabo este tipo de actividades requiere del conocimiento de la forma de proceder de las personas y de impactar en los propósitos que se tengan. De igual suerte, el estímulo que se genera por tener un mayor aprendizaje al ver que lo que se dice en teoría se verifica plenamente en práctica es altamente posible. La consecuencia directa de una verificación práctica es que se encienda una motivación por saber más de aquello que puede ser constatado, puesto que lo que no es llevado a la práctica, puede caer fácilmente en el aburrimiento y olvido.
2. Un 30% de los estudiantes propone que se presenta una satisfacción al desarrollarse nuevas formas de construcción particulares. En efecto ¿qué mejor dicha que lo que uno haga por sí mismo funcione? La originalidad exitosa promueve una gran satisfacción en cualquier creador. Por tanto, era plausible que la respuesta de los estudiantes orientara un porcentaje como el presentado en la gráfica.
3. El 20% de los encuestados sugiere que existe una facilidad para crear cosas útiles para una población o muchas. Uno de los propósitos de la tecnología, como se dijo anteriormente, es hacer que las cosas se hagan de una manera más fácil. La respuesta que dan los estudiantes en este porcentaje, sin duda, cumple con la susodicha condición. Y es que pensar en la futura aplicación de la tecnología puede proveer a los estudiantes de más motivación para que, primeramente, resuelvan los problemas de su comunidad a través de robots y simulaciones, por ejemplo, para luego llevarlas a otras partes que también lo requieran.
4. El último 10% establece que el hacer robots y modelos genera una profunda inspiración en el tema. Esto es evidente, puesto que, planteado previamente, el poder constatar lo que se ha dicho de forma “etérea” (teórica) sea posible en la práctica, produce que el estudiante se anime ¿y por qué no? Cree nuevas formas divergentes a la construida.

Gráfico 6
Pregunta 6 - Encuesta



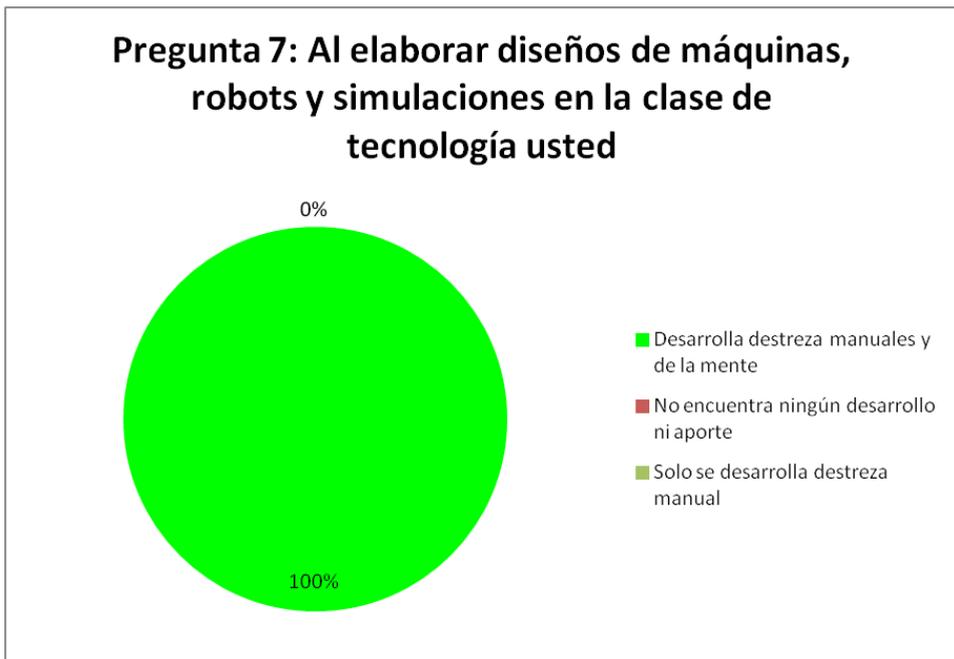
En este punto, nos encontramos ya con aspectos negativos. Algunos de ellos se presentan en relación con la instrucción del docente. Para este efecto, vamos a usar el valor absoluto de los porcentajes, especificando el sentido del comentario hecho por los encuestados:

1. La mitad de los estudiantes sostiene que hay modelos o robots que no se presentan en la cartilla de trabajo y que además, en el momento del desarrollo del programa, hubo varios inconvenientes. En alguna medida, es natural que se presenten problemas durante la clase, en especial aquellos que hablan de la programación. No obstante, se debe poner a consideración la falta de concisión y de información que contienen las cartillas de trabajo. No se puede pensar que los estudiantes se queden “en veremos” porque los materiales teóricos con los que trabajan están incompletos y menos cuando el docente no lo aclara o los desarrolla.
2. Por otra parte, un 30% aclara que la instrucción hace más fácil el trabajo y el montaje. Resulta evidente, pues teniendo una buena orientación, por parte del maestro, es más posible que los resultados que se presenten sean mejor que aceptables. Es por esta razón

que los estudiantes prefieren seguir una instrucción del docente (que ya se presupone que debe ser acertada) para llegar a feliz término en la elaboración del modelo.

3. Se presentan dos porcentajes con un valor de 10% cada uno. Por un lado, vemos dicen que las instrucciones parecen no darle retos muy grandes que permitan que los robots sean lo más creativos posible (que debería ser uno de los fines del curso de tecnología: motivar la creatividad). Pero, de otra parte, otro 10% postula que, si bien el las cartillas dejan unas instrucciones muy sencillas y fáciles de seguir, esos modelos se pueden adaptar en diferentes contextos, dándoles otras aplicaciones. Así, nos encontraríamos con la oposición a la opinión anterior. Es evidente que la percepción es distinta entre esta poca cantidad de estudiantes.

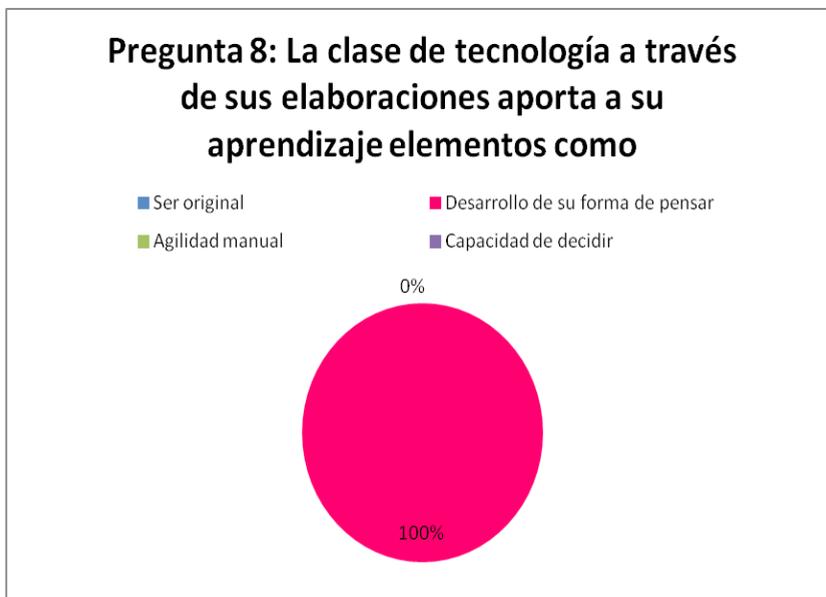
Gráfico 7
Pregunta 7 - Encuesta



Esta pregunta está basada en términos del desarrollo de la clase de tecnología, especialmente en la parte práctica de ésta. Los estudiantes, de manera unánime, se sienten identificados por uno de los acontecimientos que más marcan la clase: el desarrollo de algo. Veamos qué tipo de desarrollo logran los estudiantes en la mencionada:

1. Un 100% de los estudiantes está de acuerdo que al elaborar diseños de máquinas, robots y simulaciones en la clase de tecnología, ellos desarrollan tanto destrezas manuales como de la mente. Esta respuesta da cuenta, entonces, de que los procesos que allí se llevan a cabo son complejos, en la medida que logra que sus participantes sean estimulados al fomento de habilidades/destrezas. Los encuestados, en este caso, sienten que este tipo de elaboraciones les genera ejercicios que son propicios para ejercitar tanto el campo manual como el mental.
2. En cuanto a las otras dos opciones presentadas, cuyo valor se muestra en 0%, no se analizarán, puesto que son contradictorias o parciales a la respuesta anterior.

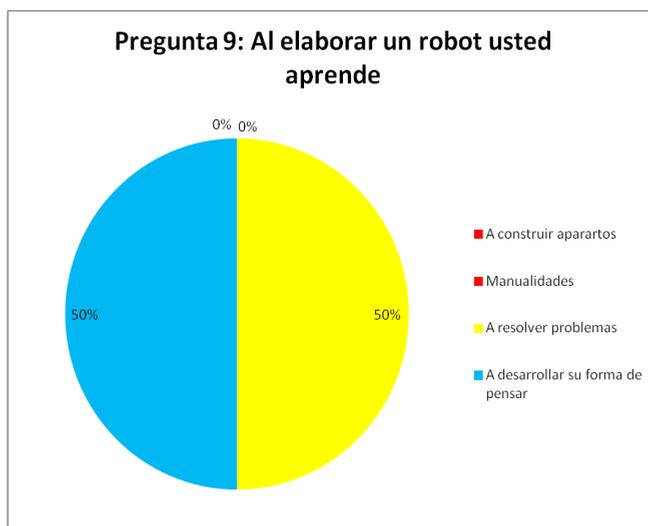
Gráfico 8
Pregunta 8 - Encuesta



Esta pregunta desemboca en algo curioso: a diferencia la anterior, la cual abarcaba dos habilidades/destrezas en desarrollo, aquí los estudiantes se inclinan por una de ellas en especial, frente a otras que son también muy posibles que se desarrollen en el ámbito de las elaboraciones hechas en la clase de tecnología. Veamos lo que respondieron los encuestados:

1. El 100% de las personas se muestra de acuerdo en que las elaboraciones propuestas y ejecutadas en la clase de tecnología desarrollan su forma de pensar. Si se les presenta cualquier situación-problema dentro de la clase, los estudiantes estarán casi que obligados a pensar cómo resolverlo. Ahora, de acuerdo a DE BONO (2000), ellos tienen dos salidas: sea que lo logren a través del pensamiento vertical (de forma lógica y sistemática) o de forma divergente o lateral (de forma creativa y diferente). En todo caso, el ambiente que se genera en la clase, les permite a los estudiantes hacer el esfuerzo para lograr una solución determinada (¿y por qué no original?) al problema.
2. Por tanto, no se hablará de las otras tres opciones presentadas en la pregunta, ya que su valor es de 0%.

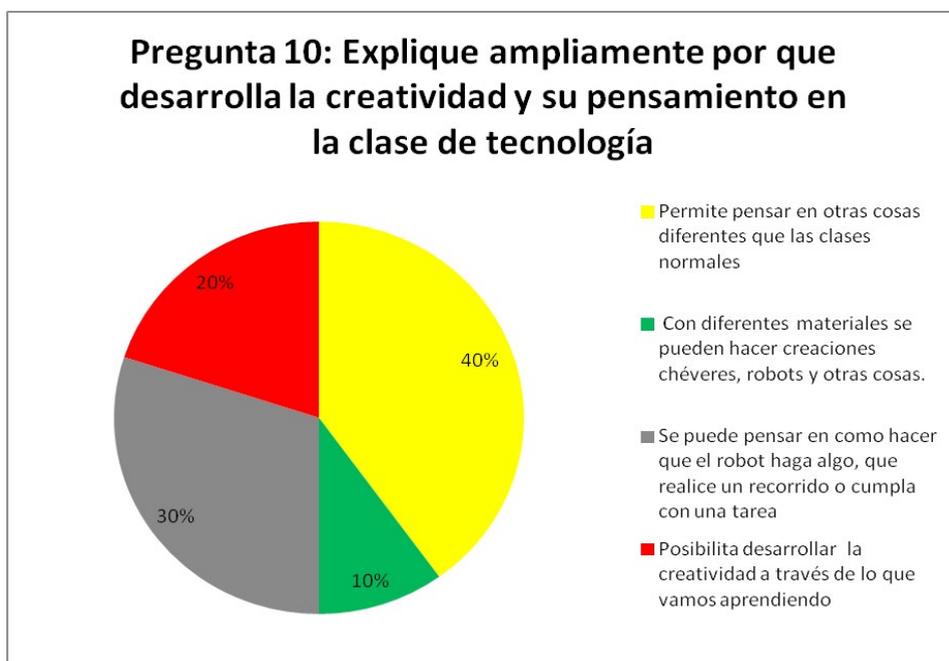
Gráfico 9
Pregunta 9 - Encuesta



Algo curioso, también, se presenta en esta pregunta: los encuestados se dividen en dos, sosteniendo que la elaboración específica de un robot les lleva tanto a desarrollar la forma de pensar (como lo visto en la pregunta anterior) como a resolver problemas (desplazando lo manual que se había rescatado en la pregunta 7). Veamos cuál fue la respuesta, en porcentaje, de los estudiantes en cuestión:

1. Un 50% de los encuestados sugieren que la elaboración de un robot, explícitamente, les lleva a resolver problemas. En efecto, recordemos que es propio de la tecnología llevar a la resolución de problemas de una forma fácil para el hombre. Así, el estudiante debe mostrar su capacidad de análisis, primeramente, para mirar de qué forma puede resolver la problemática. Además, esto se puede ver impulsado si el estudiante cuenta con el material adecuado para pensar en la posible solución, de modo que no se vuelva en una simple especulación.
2. Lo anterior, lo de la capacidad de análisis, conlleva al otro 50%: el desarrollo de la capacidad de pensar. Si lo pensamos por la estadística clásica, vemos que es una *moda* que los estudiantes respondan esto (pues ya se ha visto que es el dato que más se repite) y termina siendo cierto. De esto, del desarrollo de la capacidad de pensar, ya se ha hablado en preguntas anteriores, por lo que no se hablará en esta sección para evitar ser redundante.
3. De igual manera, no hablaremos de las otras dos opciones expuestas en la pregunta, por contar con un valor de 0%.

Gráfico 10
Pregunta 10 - Encuesta



Esta pregunta, por último, está muy relacionada con las habilidades anteriores. Aquí, se trata de explicar el por qué del desarrollo de las habilidades tales como la creatividad y la capacidades como pensar. Veamos las razones que arguyeron los estudiantes en relación con lo anterior:

1. Un 40% de los estudiantes sostiene que la clase de tecnología les hace pensar en cosas diferentes a las “normales” de otras clases. Se pensaría que sí son diferentes en la medida en que se presentan soluciones, por ejemplo, con diferente enfoque. Además, puede que el anterior sea el más propicio para conseguir el fin al que se quiere llegar, pues si, por ejemplo, tomáramos como muestra las “enfermeras robot” implementadas en Japón ¿cómo podrían, de otra forma, haber sido pensadas desde otra disciplina fuera de la robótica?
2. El 30% de los estudiantes piensa que el hecho de contemplar cómo un robot hace una tarea o un recorrido es razón suficiente para sa-

tisfacer la pregunta. La cuestión es que hasta dónde ver la tarea cumplida, por ejemplo, hace que se desarrolle la creatividad o el pensamiento. Más bien, se puede proponer que es *durante* el proceso de programación y materialización del robot que estas dos componentes llegan a crecer. Sin embargo, hay que tener en cuenta que la respuesta presentada es la de los estudiantes, por lo que debe primar en este estudio.

3. Un 20% de los encuestados enlaza la creatividad con el aprendizaje. En efecto, si hay temas que se muestran interesantes para el estudiante y que además crean en ellos la necesidad de pensarlos de manera “diferente” ya es garantía para que se empiece a desarrollar la creatividad. Por tanto, es cierto que con determinados temas, la creatividad puede verse expuesta a ser desarrollada, siempre y cuando, además, el estudiante tenga la motivación para hacerlo. De lo contrario, esto no se presenta.
4. Finalmente, un 10% de los estudiantes proponen que los materiales son fundamentales para que tanto el desarrollo de la creatividad como del pensamiento se den en la clase de tecnología. Es importante resaltar que muchas veces se piensa con lo que se tiene. En este caso, si se cuenta con un buen material, las soluciones *divergentes* que se le pueden dar a una situación cualquiera pueden crecer en número. Por ende, es de precisar que esta es una buena respuesta, puesto que da ruta tanto a la creatividad como al pensamiento, claro está que sin desmeritar las anteriores.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- El trabajo individual de los estudiantes del ciclo v, en torno a la robótica educativa permite desarrollar la observación, la clasificación y el análisis de variables, entre muchos procesos de pensamiento. De la misma forma, la habilidad comunicativa, la participación, el liderazgo y el desarrollo del trabajo en equipo se logra cuando el desarrollo de modelos, prototipos y simuladores se presenta como un reto para un grupo de trabajo. Con lo anterior, la relación entre robótica educativa, habilidades de pensamiento y creatividad, se da en diferentes dimensiones del ser humano, tales como la comunicativa, la estética, la social, la cognitiva entre muchas otras.
- Las habilidades del trabajo en equipo potencian el desarrollo individual y favorecen una exigencia del mundo contemporáneo. El poder reconocer la presencia de ideas diferentes, a las de cada uno, así como poder concertar para la resolución de un problema en común forma ciudadanos que basan su toma de decisiones en la participación. Lo anterior, se consideran como habilidades sociales que pasan por un pensamiento que se construye desde el respeto por la diferencia, la convivencia y la participación activa.
- El poner en práctica los diversos saberes de los estudiantes cuando buscan resolver una problemática planteada, es una forma de resolución de problemas que se convierte en una salida potente para el trabajo de la robótica educativa. Adicional a lo anterior, la conexión que se logra entre problemas reales de los estudiantes con los planteamientos desarrollado en clase, hacen que la asignatura de tecnología se piense desde la transdisciplinarietàad.

- Las competencias comunicativas a través del desarrollo de la clase de tecnología se van incrementando. Es así como se logra ampliar el lenguaje, la capacidad de argumentación, el desarrollo de diversas formas de comunicar, la expresión oral, la confrontación de ideas y la puesta en marcha del uso de lenguaje técnico.
- La innovación y la originalidad se concreta, desde la búsqueda de múltiples respuestas a un mismo problema. La posibilidad de intercambio de los equipos de trabajo así como el manejo de variables da la oportunidad de ser creativo, de buscar respuestas que son poco pensables y las cuales se convierten en insumo para la innovación de los modelos, simuladores o prototipos.
- El reconocer problemas desde el contexto inmediato de los estudiantes da posibilidades reales de soluciones. La motivación, la atención y la posibilidad de éxito en el desarrollo de proyectos se amplía cuando se piensa en problemas cercanos de los estudiantes. Los robots, simuladores y prototipos dan la posibilidad de intervenir en problemas que están en los hogares de los estudiantes. Lo anterior desarrolla diverso tipo de competencias.
- El error como punto de partida para la re-construcción de propuestas en los proyectos, es un momento para el crecimiento personal de los estudiantes, así como para el intercambio en los grupos de trabajo. Lo anterior se convierte en una oportunidad para el desarrollo de habilidades de pensamiento, tales como el análisis, la argumentación, la contrargumentación y la posibilidad de innovación.
- Los estudiantes reconocen el desarrollo de habilidades de pensamiento a partir de la resolución de problemas. Es necesario ubicar esta metodología desde la cercanía de problemas reales de los estudiantes, lo cual permite que el interés y la creatividad sea mayor. Es así como se debe configurar diversas formas para partir de la realidad de los estudiantes y la articulación con los procesos tecnológicos.
- Modelar tiene amplias implicaciones en las habilidades de pensamiento, concreta la búsqueda de respuestas, el análisis de variables

y la posibilidad de la creatividad como insumo para la modelación. Se debe reconocer la posibilidad de generar procesos que sostenga la modelación como gran procesos de pensamiento.

- El uso de materiales y de soportes didácticos como *Lego* apoya el desarrollo de la clase de tecnología, de la misma forma; la suma de las actividades motrices con el planteamiento de la resolución de problemas, conjuga procesos para potenciar las habilidades de pensamiento desde la tecnología.

BIBLIOGRAFÍA

- SÁNCHEZ ORTEGA, JAIME AGUSTÍN. *Diagnóstico y aplicación de los estilos de aprendizaje en los estudiantes del bachillerato internacional: una propuesta pedagógica para la enseñanza eficaz de la robótica educativa*, Madrid, Universidad Nacional de Educación a Distancia, 2011. En línea: [<http://e-spacio.uned.es:8080/fedora/get/tesisuned:Educacion-Jasanchez/Documento.pdf>].
- CRUZ CASAPAICO, JOEL BENJAMÍN. *Aplicación de la robótica educativa como estrategia en el desarrollo de las capacidades del área de EPT con estudiantes del 7mo grado de la I E 3711 en el año 2011*, Lima, Universidad Cesar Vallejo, 2011.
- DE BONO, EDWARD. *El pensamiento lateral. Manual de creatividad*, Buenos Aires, Paidós, 2000.
- RUSK, NATALIE; MITCHEL RESNICK, ROBBIE BERG y MARGARET PEZALLA-GRANLUND. "Nuevos enfoques en el trabajo con robótica: Estrategias para incrementar la participación", *Journal of Science Education and Technology*, vol. 17, n.º 1, 2008. Traducción por Eduteka. En línea: [www.eduteka.org/modulos/9/292/2085/1].
- EDUTEKA. *Eduteka entrevista a la Dra. Natalie Rusk*, 2012. En línea: [www.eduteka.org/modulos/9/271/2086/1].
- RUIZ VELASCO SÁNCHEZ, ENRIQUE. "Ciencia y tecnología a través de la robótica cognoscitiva", *Perfiles Educativos*, n.º 72, México, Instituto de Investigaciones sobre la Universidad y la Educación, 1996. En línea: [www.redalyc.org/pdf/132/13207208.pdf].
- RUIZ VELASCO SÁNCHEZ, ENRIQUE. *Educatrónica: Innovación en el aprendizaje de las ciencias y la tecnología*, México, Ediciones Díaz de Santos, 2007.
- GUILFORD, J. P. *Creatividad y educación*, Madrid, Anthropos, 1980.
- BOLÍVAR MOJICA, NORALBA; PEDRO LÓPEZ LONGAS; PAOLA ORTIZ MORA y JORGE EDUARDO RAMÍREZ. *incidencia de una mediación educativa basada en representaciones externas en la solución de problemas en estudiantes de grado noveno*, Bogotá, Pontificia Universidad Javeriana, 2010. En línea: [<http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/educacion/tesis67.pdf>].

- ODORICO, ARNALDO HÉCTOR; FERNANDO LAGE y ZULMA CATALDI. "Educación en robótica, una tecnología integradora", Laboratorio de Informática Educativa y Medios Audiovisuales, Universidad Tecnológica Nacional. En línea: [www.utn.edu.ar/aprobedutec07/docs/45.pdf].
- CASTAÑEDA BERMÚDEZ, CLAUDIA PATRICIA. Aprendizajes de programación de computadores y resolución de problemas en un ambiente de trabajo en colaboración, Bogotá, Universidad de los Andes, 2007. En línea: [cife.uniandes.edu.co/tesis/claudia_patricia_castaneda.pdf].
- ROMO SANTOS, MANUELA. "Treinta y cinco años de pensamiento divergente. Teoría de la creatividad de Guilford", *Estudios de Psicología*, n.º 27-28, España, Fundación Infancia y Aprendizaje, 1987.
- SÁNCHEZ ORTEGA, JAIME AGUSTÍN. "Aplicación de la robótica educativa y los estilos de aprendizaje en la formación docente de los alumnos de la maestría en informática aplicada a la educación", *IV Congreso Mundial Estilos de Aprendizaje*, México, 2010. En línea: [<http://galeon.com/roboticaperu/Aplicacion.pdf>].
- GONZÁLEZ GIL, TERESA y ALEJANDRA CANO ARANA. "Introducción al análisis de datos en investigación cualitativa", *Nure Investigación*, n.º 45, 2010.
- PITTÍ, KATHIA; BELÉN CURTO DIEGO y VIDAL MORENO RODILLA. "Experiencias constructoras con robótica educativa en el Centro Internacional de Tecnologías Avanzadas", *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, vol. 11, n.º 1, Salamanca, España, Universidad de Salamanca, 2010.

ANEXOS

I. MATRIZ DE OBSERVACIÓN

MATRIZ DE OBSERVACIÓN		
OBJETIVO: Observar varios aspectos de las habilidades de pensamiento de los estudiantes del ciclo 5 y el desarrollo de la creatividad.		
CATEGORÍAS: Desarrollo de habilidades de pensamiento		
CATEGORÍA	SITUACIÓN OBSERVACIONAL	OBSERVACIÓN
RESOLUCIÓN	Búsqueda de múltiples alternativas para disipar problemas.	
TRANSVERSALIDAD (habilidad comunicativa)	Respuestas donde utilice diversos tipos de conocimientos. Fluidez tanto escrita como verbal.	
ORIGINALIDAD	Observación de las novedades.	
VERSATILIDAD	Posibilidad de múltiples aplicaciones.	
ESPECIFICIDAD	Inclusión de detalles.	
EXPLICABILIDAD (habilidad cognitiva)	Capacidad de demostrar, desde el problema, aspectos que los otros niños no ven de manera escrita o verbal.	

II. ENCUESTA TRABAJO ROBÓTICA EDUCATIVA, DESARROLLO DE PENSAMIENTO, CREATIVIDAD

Señor estudiante es importante que conteste la siguiente encuesta como forma de mejorar el trabajo de la clase. De su colaboración depende el mejoramiento institucional.

1. ¿La clase de tecnología y las diferentes elaboraciones despiertan en UD. interés?

Si_____ No_____

¿Por qué? _____

2. Genera beneficio para el aprendizaje el uso de diferentes materiales en clase de tecnología para las elaboraciones que se desarrollan

Si_____ No_____

¿Por qué? _____

3. El elaborar modelos en la clase de tecnología le permite a ud:

4. ¿El uso del lego en la clase de tecnología es necesario para ud.?:

¿Por qué? _____

5. El hacer modelos como robots y simulaciones permiten desarrollar en ud:

6. ¿Sigues al pie de la letra la instrucción de su maestro en las elaboraciones de artefactos, robots o simulaciones?:

Si _____ No _____

¿Por qué? _____

Responda una de las opciones dadas para cada pregunta:

7. Al elaborar diseños de máquinas, robots y simulaciones en la clase de tecnología ud.:

- a. Desarrolla destreza manuales y de la mente
- b. No encuentra ningún desarrollo ni aporte
- c. Solo se desarrolla destreza manual.

8. La clase de tecnología a través de sus elaboraciones aporta a su aprendizaje elementos como:

- a. Ser original
- b. Desarrollo de su forma de pensar
- c. Agilidad manual.
- d. Capacidad de decidir.

9. Al elaborar un robot ud. aprende:

- a. Construir aparatos.
- b. Manualidades.
- c. Resolver problemas.
- d. Desarrollar su forma de pensar.

Explique ampliamente por que desarrolla la creatividad y su pensamiento en la clase de tecnología:



Editado por el Instituto Latinoamericano de Altos Estudios –ILAE–,
en octubre de 2015

Se compuso en caracteres Cambria de 12 y 9 pts.

Bogotá, Colombia